



# **ENERGIEZUINIGE KANTOORGEBOUWEN**

Een onderzoek naar het empirische bewijs van de bereidheid om te betalen voor energiezuinige kantoorgebouwen in de Randstad



Huub van Manen

**Delft University of Technology**

Faculty of Architecture, Urbanism and Building Sciences MSc Management in the Built Environment

09-05-2019

© Copyright door Huub van Manen

Alle rechten voorbehouden

## COLOFON

### **Afstudeerder**

Naam: Huub van Manen  
Student nummer: 4103688  
Adres: Govert Flinckstraat 303-A  
1074 CA, Amsterdam  
Email: H.vanManen@student.tudelft.nl

### **Technische Universiteit Delft**

Faculteit: Architecture and the Built Environment  
Master: Management in the Built Environment  
Afdeling: Real Estate Management

Adres: Julianalaan 134  
2628 BL, Delft

### **Afstudeerbegeleiders**

Eerste begeleider: Drs. P.W. Koppels  
P.W.Koppels@tudelft.nl  
Tweede begeleider: Dr. H.T. Remøy MSc  
H.T.Remoy@tudelft.nl  
Examencommissie: ir. M.G.F. Overschie

## DANKWOORD

Graag maak ik van deze gelegenheid gebruik om mijn dankbaarheid te uiten naar de mensen die mij steeds hebben omringd en gesteund bij het tot stand komen van deze scriptie. Een dergelijk project is nooit het werk van één persoon. Het schrijven van deze scriptie ging met heel wat (persoonlijke) twijfels over de voltooiing gepaard: de onvoorwaardelijke en morele steun van deze mensen vormde een van de belangrijkste pijlers bij de realisatie van deze scriptie.

Allereerst wil ik graag mijn scriptiebegeleiders Drs. P.W. Koppels en Dr. H.T. Remøy MSc bedanken voor de uren van persoonlijke begeleiding, de interessante gesprekken en hun geduld en begrip. Tevens hebben jullie mij de juiste handvatten aangereikt om de goede richting te kiezen, zodat ik mijn scriptie succesvol heb kunnen afronden.

Daarnaast wil ik Kroonenberg Groep danken voor het aanbieden van de stageplek, de werkplek en het faciliteren van mijn onderzoek in combinatie met mijn werk. In het bijzonder wil ik graag mijn leidinggevende mr. O.H.C. Nieuwenhuis MRE, hoofd projectontwikkeling, bedanken evenals mijn directe collega's Michiel Schröder, Bob Knols, Quintijn Stok en Mick Oltmans.

Mijn goede vrienden Mats Boersta en Maxim Terweij, en mijn studiegenoten Bram van Roessel, Cas Bonnema en Mischa Moritz: dank voor de leuke momenten gedurende mijn studie, het schrijfproces van de scriptie en de tijd in Amsterdam. Deze momenten hebben mij de kracht en motivatie gegeven om mijn scriptie daadwerkelijk af te ronden.

Ook wil ik mijn ouders, Gerben en Ellen van Manen, en broers Derk en Hidde Jan van Manen, bedanken. Zij hebben mij steeds opgevangen tijdens moeilijke momenten, de twijfels die daarmee gepaard gingen ondervangen; mede daardoor is dankzij hen deze scriptie gedeeltelijk tot stand gekomen. Zonder jullie steun en vertrouwen had ik dit niet gekund. Ik ben jullie hier eeuwig dankbaar voor.

Tot slot wil ik Mart van den Berg bedanken voor haar geduld en liefde tijdens het schrijven van deze scriptie. Zij gaf mij de kracht door te zetten, het beste in mezelf naar boven te halen en mezelf meermaals te overstijgen.

Huub van Manen



## VOORWOORD

Voor u ligt mijn onderzoek ter afsluiting van de masterstudie ‘Management in the Built Environment’ (voorheen: ‘Real Estate and Housing’) aan de Technische Universiteit in Delft. Het onderzoek gaat in op reeds eerder uitgevoerde onderzoeken naar het effect van ‘energiezuinigheid’ op de huurprijs van kantoorgebouwen op de Nederlandse kantorenmarkt in de Randstad. Onder ‘energiezuinig’ wordt in het dit onderzoek verstaan de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die een gebouw uitstoot, uitgedrukt in een energielabel.

De meeste studies in dit onderzoeksveld richten zich op de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk, voornamelijk omdat er veel meer data beschikbaar zijn over de Amerikaanse en Engelse kantorenmarkten en tevens omdat die markten veel groter zijn, waardoor het gemakkelijker is om een gedegen onderzoek uit te voeren. De Nederlandse kantorenmarkt is klein op het wereldtoneel, maar doordat de Nederlandse overheid ‘energiezuinigheid en duurzaamheid’ heeft opgenomen in het nieuwste regeerakkoord ‘Vertrouwen in de toekomst’ (2017) is deze toch interessant om te onderzoeken. Sinds 2010 is het in Nederland voor kantooreigenaren en beleggers verplicht kantoren te certificeren met een EPC-label. Vanaf 2023 is de minimale eis energielabel C, met als doel de Nederlandse kantorenmarkt te verduurzamen, zodat de doelen van het akkoord van Parijs behaald kunnen worden.

In 2016 ben ik begonnen aan de master Management in the Built Environment, na lange tijd getwijfeld te hebben tussen de richtingen ‘Architectuur’ en ‘Vastgoed’. Inmiddels houd ik me, behalve met het schrijven van mijn scriptie, bezig met het in praktijk brengen van de opgedane theoretische kennis bij een particuliere vastgoedbelegger. De combinatie van een studie bachelor Bouwkunde en een studie master Real Estate blijkt een solide fundering te zijn voor de start van mijn carrière. In de toekomst hoop ik met de gecombineerde kennis mijn steentje te kunnen bijdragen aan het verduurzamen en mooier maken van de Nederlandse vastgoedmarkt.

  
Huub van Manen

## ORGANISATIE

De afdeling 'Management in the Built Environment' (MBE) heette oorspronkelijk 'Bouwmanagement en Vastgoedbeheer'. De afdeling valt onder de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft. MBE streeft naar een duurzame gebouwde omgeving waarin de belangen van de eindgebruikers en andere stakeholders het uitgangspunt vormen. In het onderwijs en onderzoek richt MBE zich op het bedenken van oplossingen voor het ontwikkelen en beheren van gebouwen, portfolio's en stedelijke gebieden, met aandacht voor de samenhang tussen ontwerp en omgeving. Het onderzoeksdomein 'Building Economics' omvat onderzoek naar de markt, de waarde van gebouwen en de relatie tussen kwaliteit, omzet, kosten en energie (Soeter et al., 2009). Op de vastgoedmarkt is de ruimtemarkt verbonden aan de vermogensmarkt en de bouwmarkt. de te verwachten huurinkomsten zijn hierbij cruciaal. Het onderzoek richt zich voor een groot deel op het huurniveau en het rendement van investeringen, in relatie tot locatie- en bouwkenmerken (kwaliteit), (e.g. Koppels et al., 2009; Koppels et al., 2011 en Remoy & Koppels, 2014). Een leidraad bij studies over kosten en kwaliteit is dat organisaties met hun locatie en gebouwen zijn verbonden. Een optimale oplossing voor huisvesting hangt af van de gekozen aanpak: bij een laagste-kostenbenadering wordt bijvoorbeeld naar een minimum aan investeringskosten, bedrijfskosten en levenscycluskosten gezocht, wat gewoonlijk ook resulteert in lage waarden. Onderzoek naar de relatie tussen kosten, kwaliteit en betalingsbereidheid is belangrijk om inzicht te krijgen in de kosten en om te kunnen sturen op kwaliteit.

## **MANAGEMENT SUMMARY**

### **Introduction**

This research concerns the economics of energy-efficient buildings: by merging auction theory and hedonic regression analyses, the price premium paid in the Netherlands for energy-efficient office buildings is investigated. The importance of the transition to an energy-efficient built environment is underlined by the increasing Dutch and European regulations regarding energy efficiency within the real estate market. As a result, the market for energy-efficient buildings has grown considerably in recent years. Therefore, office buildings increasingly have various voluntary and mandatory energy certificates. Since 2008, the energy label has been the measure of the energy performance of a building in the Netherlands and is therefore included as a test unit in this study.

### **Problem analysis**

Most studies in this field have been conducted in the United States, primarily because CoStar has an extensive database of commercial real estate. As the Netherlands does not have such a centrally organized database, research into this subject is made more complex. Over the last couple of years, there has been growing interest in the financial performance of energy efficient buildings. However, the relatively large deviation and sometimes improbable contradictions of the identified price premiums in the various hedonic price studies might indicate that in some cases the models suffer from misspecification. It is possible that this results in an over- or underestimation of the rental price premium of energy efficiency in the Netherlands. This research presents a refined model to better isolate the effect of energy efficiency on the willingness-to-pay from the overall building quality, and therewith to determine the realistic rental premium for energy efficiency in the Dutch office market.

### **Aim of the study**

This study aimed to determine the rental premium for energy efficient office buildings at the level of an office unit in the Randstad. An office unit is the office space that is included in a lease contract. In addition to the economic factors, location, and building characteristics, it was particularly important to include building and facade aesthetic features in the analysis, because such a control was missing in most comparable studies. It was expected that by controlling for aesthetic building and facade features, the rental premium for energy-efficient office buildings would be lower because the effect of energy efficiency on the rental price would be better isolated.

### **Relevance**

Previous research in this field has shown that tenants are prepared to pay for energy-efficient office buildings. However, that research rarely controls for aesthetic building and facade features, which

creates a gap in academic knowledge. By operationalizing and quantifying building and facade features, it is possible to control for these features. Therefore, the added academic value of this research is the more in-depth control of the aesthetic building and facade features. This research into the rental premium of energy-efficient office buildings in the Randstad contributes to the knowledge of stakeholders such as investors, developers, researchers, real estate agents, urban planners and policymakers. They need insight in the dynamics and influence of the energy efficiency of office buildings on the various office markets. This research offers the possibility of a practical application for the price characteristic as a benchmark within the valuation process.

### **Research question and hypotheses**

---

What is the rent price premium for energy-efficient office buildings in the Dutch office market, when specific attention is paid to the control for the aesthetic building and façade characteristics?

---

The following hypotheses have been tested:

- **H<sub>1</sub>**: Energy-efficient office buildings have a higher rent price premium compared to energy inefficient office buildings, if controlled for all market, location-building and façade-specific characteristics.
- **H<sub>2</sub>**: The premium price for energy-efficient office buildings is lower if, besides the economic, location and building characteristics, aesthetic building and facade characteristics taken into account.
- **H<sub>3</sub>**: The largest difference in tenants' willingness to pay for energy efficiency can be found between energy labels C and D, because this marks the boundary between energy-efficient and energy inefficient buildings.

### **Literature review**

Office buildings are heterogeneous products that differ not only in location, but also in their building, equipment and layout characteristics. The rent for office buildings can vary considerably due to the different preferences of tenants. Van Gool et al. (2013) uses a methodology in which three main groups determine the rent value of an office building:

- Macro factors: These are factors that are related to general characteristics of the market.
- Mesofactors: These are factors that have to do with the immediate environment of a building.
- Microfactors: These are building specific factors.

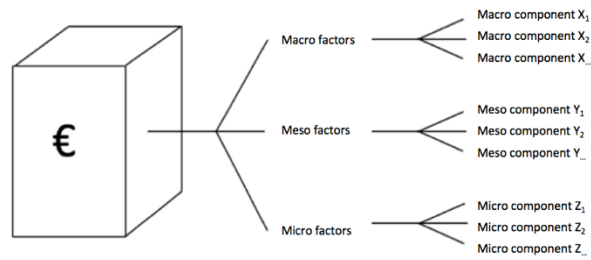


Figure 1: Rental price determining factor groups

Many previous studies analysed rental determinants in relation to rent values. These analyses show significant differences in the significance and influence of variables, indicating that rent-determining factors are highly influenced by the context, location and time of research. Therefore, the theoretical analysis should be used to identify suitable rental determinants, but does not provide a framework that guarantees variable significance within the formulated model due to the influence of location and context of the study. Table 1 shows the rent determining factors included in this study.

Table 1: Rental price determining variables

Macro	Meso		Micro		
Economic factors	Location factors	Neighbourhood Factors	Building factors	Façade factors	Energy factors
Transaction year	City	Typology	Age	Material	Energy-index
		Distance Highway	Period	Transparency	Energy-label
		Distance Schiphol	Size	Grid	Energy efficiency
		Distance IC Station	Floors	Logo	
		Distance Bike	Typology	Entree	
		Walk score	Footprint	Order	
			Parking	Complexity	

## Methodology

The aim of this research is to determine the rental premium of energy-efficient office buildings. The research wanted to give an accurate description of the actions that must be taken to achieve the goal of the research (Figure 2). Step 1 describes the reason and defines the problem statement by analysing the current context of the research field. Step 2 relates to the theoretical basis for regression analysis. Significant rental determinants within previous research have been identified to create a theoretical basis for the regression model. In step 3, data is collected for the multiple regression analysis and the mathematical specifications of the model are formulated. In step 4, the collected data is analysed and the regression model is formulated and designed. Different models are constructed and investigated. Step 5 concerns the interpretation of the model results. The re-evaluation and improvement of the content in an earlier phase resulted in an integrated design process in which the definitive regression model of this research was constructed.

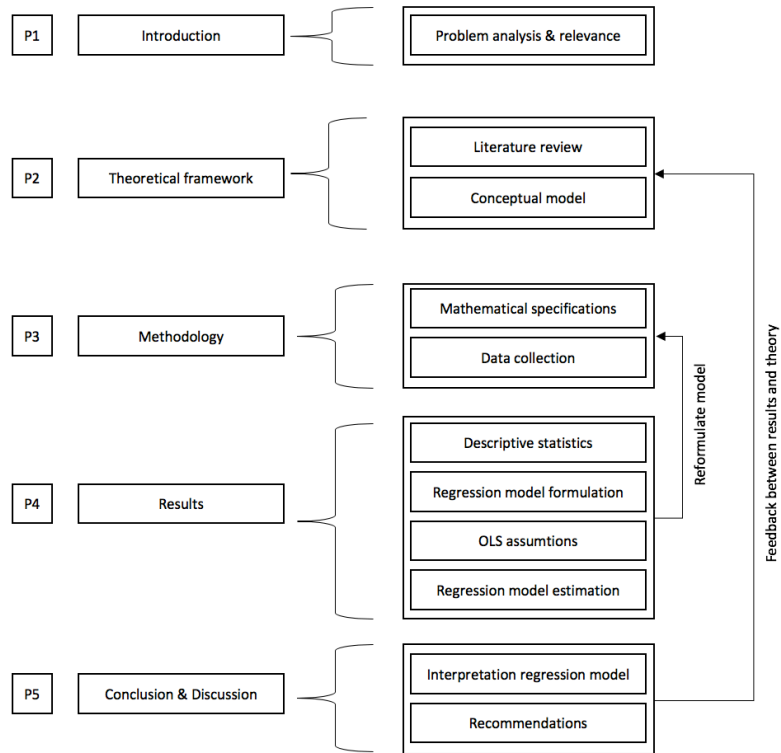


Figure 2: Research plan

### Multiple regression

Regression analysis is a statistical method that evaluates the relationship of one or more independent variables to a single continuous variable (Field, 2013). Regression analysis, in particular in the form of a hedonic price analysis, is therefore the appropriate method for this research. The hedonistic price model is, in theory, a mathematical formula, which is described in the simplest way as follows:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon_i \quad [1]$$

To correct for skewedness and to be able to determine percentage changes in the rent, the rent has been transformed with a ln transformation. The formula can be described as follows:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon_i \quad [2]$$

Furthermore, six different levels were included in the final analysis. The final formula can be described as follows:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \beta_2 L_i + \beta_3 O_i + \beta_4 G_i + \beta_5 F_i + \beta_6 E_i + \epsilon_i \quad [3]$$

$\ln Y_i$  is the transformed dependent variable that indicates the rent price.  $\beta_0$ - $\beta_6$  are the regression coefficients determined by the final model.  $T_i$  indicates the transaction specific variables, in this case

the transaction period.  $Li$  and  $Oi$  concern the location (city) and the environment specific variables.  $Gi$  indicates the building-specific variables and  $Fi$  the facade-specific variables. Finally,  $Ei$  displays the energy variables.

## **Results and conclusions**

The Research shows a positive rental premium for energy-efficient office buildings. The estimates of the predictive model indicate a rent price premium of 8.4% for energy efficient office buildings (label A-C) versus energy inefficient office buildings (label D-G).

The research has also shown that different rental premiums are paid for different energy labels. The regression shows that when controlling for all other variables related to the macro, meso and micro levels, tenants are willing to pay substantially higher rents for office buildings with a B and or C label than for buildings with energy label A. Furthermore, tenants pay substantially lower rents for buildings with energy label E than for those with label A. No substantial differences have been demonstrated in the rent for the other energy labels. Perhaps, the lack of significance for buildings with a D, F or G label is the result of the small samples size in this research, so significant results are more difficult to achieve.

In addition to the usual control of economic, location and building factors in rental premium research, this research has added a control level of building and facade aesthetic features. This control was missing in almost all comparable studies. If the control for aesthetic building and facade features is left out of consideration, the rental premium for energy-efficient office building would have been 13.5%, about 5% higher than the proven rent price premium of 8.4%. The addition of the level of control with regard to aesthetic building and facades features therefore has a significant effect on the rental price premium. This result was expected. The effect of energy efficiency on the rental price of office buildings is positive, but this is weaker than in previous studies because the effect of energy efficiency is better isolated through the extensive control of aesthetic building and facade features and was therefore determined more precisely.

## **Discussion**

Figure 3 compares the results of this research with previous studies on the rental premium for energy-efficient office buildings. The rental premium reported by Kok & Jennen (2012) is lower than the rental premium found in this research, possibly because Kok & Jennen used a sample from the period 2005-2010 from the whole of the Netherlands, while this research only looked at the Randstad. The research by Cox (2017), Heineke (2018) and Kok et al. (2017) demonstrated a higher rental price premium for energy-efficient office buildings than this study. These studies have not controlled for aesthetic building and facade properties, which leads to an overestimation of the rental premium.

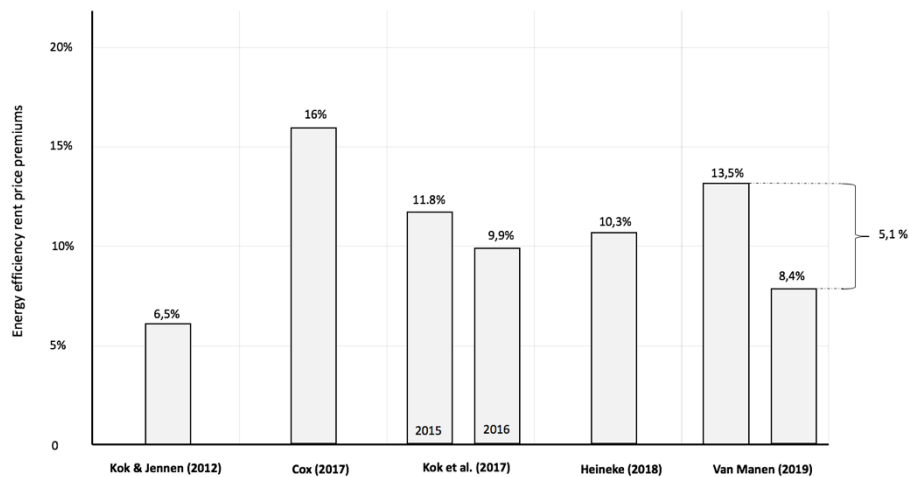


Figure 3: Comparisons of research results

This study shows that the rental premium for energy-efficient buildings is between 13.5 if aesthetic building and facade characteristics are not considered, and 8.4% if the aesthetic control is included. The addition of the aesthetic control for building and facade features therefore has a significant effect on the rental premium.

### Limitations

This research has various limitations with regard to the data. Transaction data of commercial real estate in the Netherlands are difficult to obtain. As a result, a net sample is used of only 281 cases. Given the relationship between the sample size and the strength of the effect on statistical significance, weak relationships may have been missed. Furthermore, this research has quantified aesthetic building and facade features as objectified as possible based on the interpretation of the researcher. This can reduce the quality of the data.

### Recommendations

For follow-up research it is recommended that the quantification and operationalisation of aesthetic building and facade features is expanded, so that the control for building qualities is more complete and the effect of energy efficiency can be isolated optimally. Moreover, it is recommended to repeat this study with the BREEAM certification, instead of using the energy index or energy labels, because BREEAM comprises more categories than just the energy performance of buildings. This makes it possible to compare buildings better in terms of sustainability in a broader sense. Investors in office real estate are also advised to leave behind the idea of 'location, location, location' and to embrace the idea of 'location, building, quality'. The quality of the office building, on both a structural and aesthetic level, have a positive influence on the rent price.



# MANAGEMENT SAMENVATTING

## **Introductie**

Dit onderzoek levert een bijdrage aan de reeds bestaande literatuur over de economie van energie-efficiënte gebouwen. Het belang van de transitie naar een energie-efficiënt gebouwde omgeving wordt onderschreven door de toenemende Nederlandse en Europese regelgeving omtrent energie-efficiëntie binnen de vastgoedmarkt. Als gevolg hiervan is de markt voor energie-efficiënte gebouwen de afgelopen jaren flink gegroeid. Kantoorgebouwen beschikken hierdoor in toenemende mate over diverse vrijwillige en verplichte energiecificaten. In Nederland is het energielabel sinds 2008 de maat voor de energieprestatie van gebouwen en deze zal daarom als maatstaf worden meegenomen in deze studie.

## **Problemanalyse**

De meeste onderzoeken naar dit onderwerp zijn verricht in de Verenigde Staten aangezien CoStar daar beschikt over een zeer uitgebreide database met betrekking tot commercieel vastgoed. Nederland beschikt niet over een dergelijke centraal georganiseerde database. Dit onderzoek heeft getracht daar deels in te voorzien. Tevens bestaan er grote afwijkingen en onwaarschijnlijke tegenstrijdigheden tussen Nederlandse en buitenlandse onderzoeken naar huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen. Dit suggereert dat de gebruikte hedonische modellen soms lijden onder een verkeerde specificatie, resulterend in een overschatting en/of onderschatting van het effect van energie-efficiëntie op de huurprijs. Dit onderzoek presenteert een verfijnd model om de huurprijs premium van energie-efficiëntie nauwkeuriger te bepalen voor de Nederlandse kantorenmarkt.

## **Doel van het onderzoek**

Het doel van dit onderzoek was om de huurprijs premium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen te bepalen op het niveau van een kantoorunit in de Randstad. Hierbij betreft de kantoorunit de kantoorruimte die in het huurcontract is opgenomen. Daarenboven was het in het bijzonder belangrijk om behalve naar de economische, locatie- en gebouwkenmerken, in het bijzonder ook de esthetische gebouw- en gevelkenmerken mee te nemen in de analyse. Een dergelijke controle ontbrak in vrijwel alle vergelijkbare studies. Er werd verwacht dat door het controleren voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken de huurprijs premium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen minder hoog zou zijn, aangezien deze controle ervoor zorgt dat het effect van energiezuinigheid op de huurprijs beter geïsoleerd wordt.

## Relevantie

Eerdere onderzoeken in dit onderzoeksveld hebben aangetoond dat huurders bereid zijn om meer te betalen voor energie-efficiënte kantoorgebouwen. Echter controleerden bestaande studies tot op heden niet tot nauwelijks voor esthetische gebouw- en gevelkwaliteiten, wat zorgt voor een hiaat in de wetenschappelijke kennis omtrent dit onderwerp. Het is mogelijk dat het niet opnemen van deze gebouw- en gevelkwaliteiten in onderzoeken leidt tot een over- of onderschatting van het effect van energiezuinigheid op de huurprijs. Door gebouw- en gevelkenmerken te operationaliseren en te kwantificeren wordt het mogelijk om te controleren voor deze kenmerken. In vergelijking tot eerdere studies in dit onderzoeksveld is de academische meerwaarde van het huidige onderzoek de meer diepgaande controle op de esthetische gebouw- en gevelkenmerken. Hierdoor kan de huurprijs premium met betrekking tot energiezuinigheid realistischer worden bepaald. De resultaten van het uitgevoerde onderzoek naar de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen in de Randstad draagt bij aan het vergroten van de kennis van belanghebbenden zoals investeerders, onderzoekers, makelaars, taxateurs, stedenbouwkundigen en beleidsmakers. Zij hebben behoefte aan inzicht in de dynamiek en invloed van energie-efficiëntie van kantoorgebouwen binnen de verschillende kantorenmarkten. Dit onderzoek biedt de mogelijkheid tot een praktische toepassing van het prijskenmerk als benchmark binnen het waarderingsproces.

## Vraagstelling en hypothesen

---

*Wat is de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen op de Nederlandse kantorenmarkt wanneer specifiek aandacht wordt besteed aan de controle voor de esthetische gebouw- en gevelkenmerken?*

---

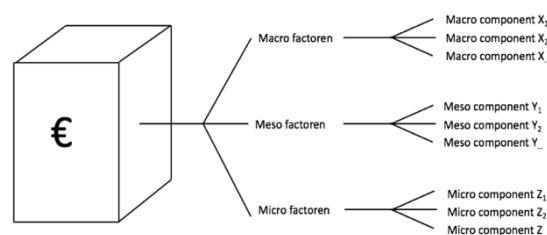
Op basis van het theoretisch kader zijn de volgende drie hypothesen opgesteld:

- **H<sub>1</sub>:** Energiezuinige kantoorgebouwen hebben een hogere huurwaarde dan niet-energiezuinige kantoorgebouwen wanneer er gecontroleerd wordt voor alle locatie-, gebouw- en gevelkenmerken.
- **H<sub>2</sub>:** De huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen is lager indien er naast de controle voor economische, locatie-omgeving en gebouwkenmerken, ook voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken wordt gecontroleerd.
- **H<sub>3</sub>:** Het grootste verschil in betalingsbereidheid van huurders voor energiezuinigheid is te vinden tussen energielabels C en D. Dit markeert immers de grens tussen energiezuinige en niet-energiezuinige gebouwen.

## Literatuurstudie

Een kantoorgebouw is een heterogeen product. De huurprijzen van kantoorgebouwen kunnen als gevolg van de verschillende voorkeuren sterk uiteenlopen. Van Gool et al. (2013) hanteren een methodiek waarbij drie hoofdgroepen de waarde en de huurprijs van een kantoorgebouw bepalen:

- **Macrofactoren.** Dit zijn factoren die gerelateerd zijn aan algemene kenmerken van de markt waarin een vastgoedobject zich bevindt.
- **Mesofactoren.** Dit zijn factoren die te maken hebben met de directe omgeving van een gebouw.
- **Microfactoren.** Dit zijn gebouwspecifieke factoren.



Figuur 1. Huurprijsbepalende factorgroepen (eigen illustratie).

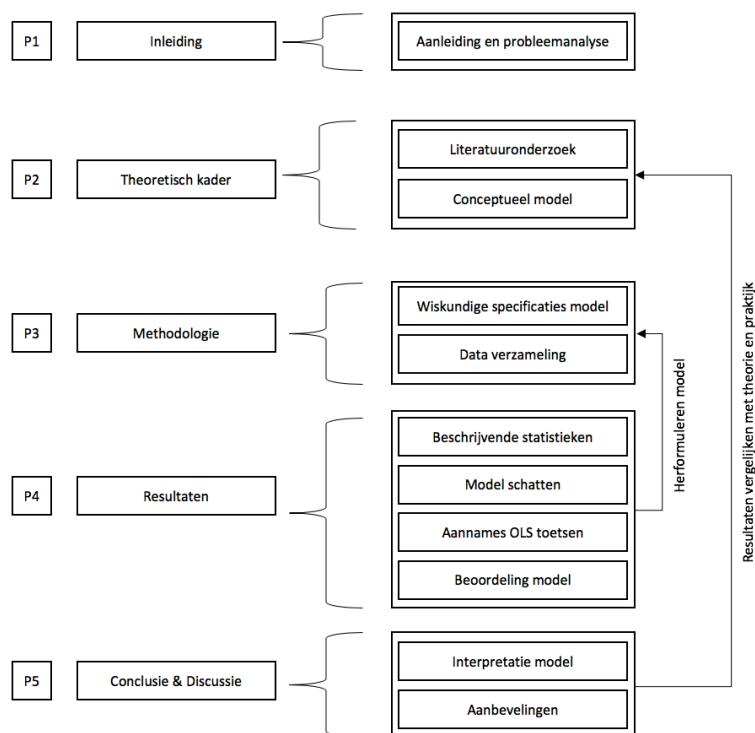
Een groot aantal eerdere studies analyseerde huur determinanten in relatie tot huurwaarden. Deze analyses lieten aanzienlijke verschillen zien in de significantie en de invloed van variabelen in studies, wat aangeeft dat huurprijsbepalende factoren in hoge mate worden beïnvloed door de context van de locatie, tijd en het respectieve onderzoeksgebied. Om die reden moet de theoretische analyse worden gebruikt om geschikte huur determinanten te identificeren. Echter biedt dit geen kader dat significantie binnen het geformuleerde model garandeert vanwege de invloed van de locatie en context van het onderzoek. In Tabel 1 zijn de huurprijsbepalende factoren weergegeven die in deze studie zijn opgenomen.

Tabel 1. Huurprijsbepalende variabelen (eigen illustratie).

Macro	Meso		Micro		
Economische Factoren	Locatie Factoren	Omgeving Factoren	Gebouw Factoren	Gevel Factoren	Energie Factoren
Transactiejaar	Stad	Typologie	Leeftijd	Materiaal	Energie-index
		Afstand snelweg	Bouwperiode	Transparantie	Energielabel
		Afstand Schiphol	Oppervlakte	Grid	Energiezuinigheid
		Afstand station	Verdiepingen	Logo	
		Afstand fiets	Typologie	Entree	
		Google walkscore	Footprint	Orde	
			Parkeren	Complexiteit	

## Methodologie

Het doel van dit onderzoek is om de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen te bepalen. Het onderzoeksplan is geformuleerd om een nauwkeurige beschrijving te geven van de acties die dienen te worden uitgevoerd om het doel van het onderzoek te bereiken (zie Figuur 2). Stap 1 beschrijft de aanleiding en definieert de probleemstelling door de huidige context van het onderzoeksveld te analyseren. Stap 2 heeft betrekking op de theoretische basis voor de regressieanalyse. In voorgaand onderzoek zijn significante huurterminanten geïdentificeerd om een theoretische basis voor het regressiemodel te creëren. In stap 3 worden gegevens verzameld voor de meervoudige regressieanalyse en worden de wiskundige specificaties van het model geformuleerd. In stap 4 wordt de verzamelde data geanalyseerd en is het regressiemodel geformuleerd en ontworpen. Verschillende modellen worden geconstrueerd en onderzocht. Stap 5 betreft de interpretatie van de modeluitkomsten. De herbeoordeling en verbetering van de inhoud in een eerdere fase resulteerde in een geïntegreerd ontwerpproces waarin het definitieve regressiemodel van dit onderzoek is geconstrueerd.



Figuur 2. Onderzoeksplan (eigen illustratie).

## Meervoudige regressie

De regressieanalyse is een statistische methode die de relatie evalueert van een of meer onafhankelijke variabelen tot een enkele continue variabele (Field, 2013). Daarmee is de regressieanalyse, met name in de vorm van een hedonische prijsanalyse, de geschikte methode voor

dit onderzoek. Het hedonistische prijsmodel is in theorie een wiskundige formule die op de meest eenvoudige manier als volgt wordt beschreven:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad [1]$$

Om te corrigeren voor scheefheid en om procentuele veranderingen van de huurprijs vast te kunnen stellen, is de huurprijs getransformeerd met een ln transformatie. Daarmee kan de formule als volgt worden beschreven:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad [2]$$

In de uiteindelijke analyse zijn zes verschillende niveaus meegenomen. De uiteindelijke formule kan als volgt worden beschreven:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \beta_2 L_i + \beta_3 O_i + \beta_4 G_i + \beta_5 F_i + \beta_6 E_i + \varepsilon_i \quad [3]$$

Hierin is  $\ln Y_i$  de getransformeerde afhankelijke variabele die de huurprijs per vierkante meter aangeeft.  $\beta_0$ - $\beta_6$  zijn de regressiecoëfficiënten die door het uiteindelijke model worden bepaald.  $T_i$  geeft de transactiespecifieke variabele aan, in dit geval het transactiejaar.  $L_i$  en  $O_i$  betreffen de locatie- (stad) en de omgevingspecifieke variabelen.  $G_i$  geeft de gebouwspecifieke variabele weer en  $F_i$  vormt de façade (gevelspecifieke) variabele. Tot slot geeft  $E_i$  de energievariabele weer. In dit geval worden dummy-variabelen toegevoegd aan de gebouwen, bestaande uit een EPC-beoordeling, variërend van labels A tot en met C en van labels D tot en met G.

### **Resultaten en conclusies**

De belangrijkste empirische bevindingen wijzen op de aanwezigheid van een positieve huurprijs premium met betrekking tot energie-efficiënte kantoorgebouwen. De schattingen van het voorspellende model wijzen op een huurprijs premium van 8,4% voor energie-efficiënte kantoorunits (A-C) ten opzichte van energie-inefficiënte kantoorunits (D-G).

Daarnaast heeft het onderzoek aangetoond dat er, naast de bereidheid om te betalen voor energie-efficiënte kantoorgebouwen (A-C), ook verschillen zijn in de betalingsbereidheid voor energielabels onderling. Uit de regressieanalyse blijkt dat wanneer er gecontroleerd wordt voor alle overige variabelen met betrekking tot het macro-, meso- en microniveau, huurders substantieel hogere huurprijzen betalen voor kantoorgebouwen met een B en/of C label ten opzichte van een A label. Verder betalen huurders substantieel lagere huurprijzen voor energielabel E dan voor energielabel A. Hiermee wordt bevestigd dat het verschil tussen energie-efficiënte (A-C) en energie-inefficiënte (D-G) niet enkel gedreven wordt door de energie-efficiënte kantoorgebouwen

op met een A-label op de A-locaties (ook wel 'energie-efficiënte parels genoemd'). Het zijn voornamelijk de kantoorgebouwen met energielabel B of C die een huurprijs premium voor energie-efficiëntie verkrijgen ten opzichte van de energie-inefficiënte buurgebouwen. Bij de overige energielabels zijn geen substantiële verschillen aangetoond met betrekking tot de huurprijs. Het gebrek aan significantie voor gebouwen met de labels D, F en G is wellicht het gevolg van een kleine steekproefgrootte, waarbij significante resultaten moeilijker te realiseren zijn.

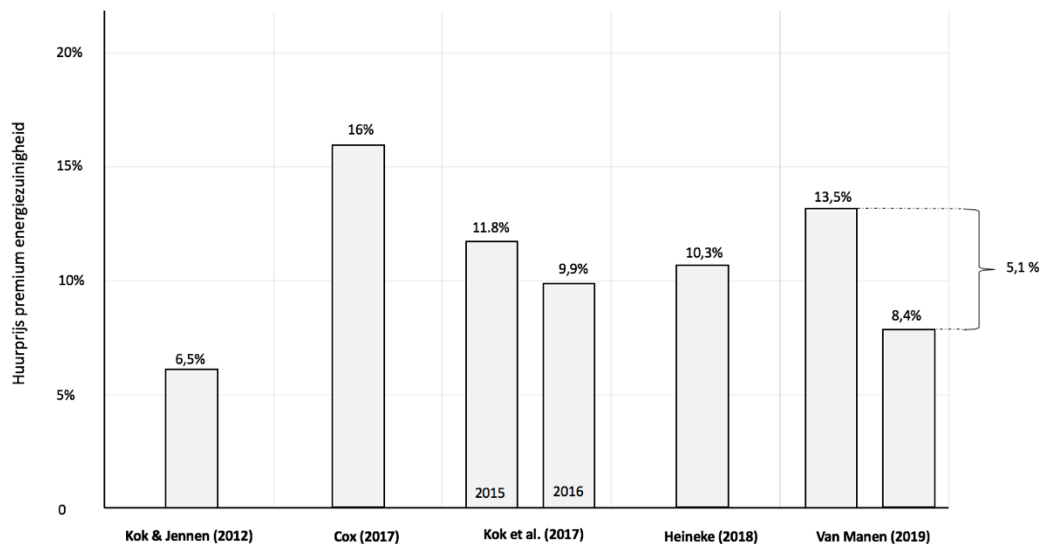
Verder heeft het onderzoek naast de gebruikelijke controle voor huurprijsbepalende economische, locatie- en gebouwfactoren een controleniveau toegevoegd in de vorm van esthetische gebouw- en gevelkenmerken. Deze controle ontbrak in vrijwel alle vergelijkbare studies. Indien de controle voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken buiten beschouwing zou zijn gelaten, zou de huurprijs premium voor energiezuinige kantoorgebouwen volgens de analyse 13,5% zijn. Dit percentage ligt circa 5% hoger dan de aangetoonde huurprijs premium van 8,4% voor energie-inefficiënte kantoorgebouwen van dit onderzoek. De toevoeging van het controleniveau met betrekking tot esthetische gebouw- en gevelkenmerken heeft dus een aanzienlijk effect op de uiteindelijke huurprijs premium. Daarmee zijn de verwachte resultaten in dit onderzoek bevestigd. Het effect van energiezuinigheid op de huurprijs van kantoorgebouwen is positief, maar dit effect is minder sterk dan uit eerdere onderzoeken is gebleken. De reden hiervoor is dat het effect van energiezuinigheid via de uitgebreide controle voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken beter geïsoleerd wordt en daarmee nauwkeuriger bepaald kan worden.

## **Discussie**

In Figuur 3 zijn de resultaten van het onderzoek van Kok en Jennen (2012) en andere eerdere onderzoeken naar de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen vergeleken met de huurprijs premiums van het huidige onderzoek. De huurprijs premium van Kok en Jennen (2012) is lager dan de huurprijs premium van het huidige onderzoek, terwijl werd verwacht dat de huurprijs premium van het huidige onderzoek lager zou zijn dan reeds is aangetoond. Dit kan onder andere verklaard worden doordat het onderzoek van Kok en Jennen (2012) een steekproef gebruikt uit de periode 2005-2010. Tevens omvatte deze steekproef transacties uit heel Nederland, terwijl het huidige onderzoek zich alleen op de Randstad heeft gericht. De overige onderzoeksresultaten van Cox (2017), Heineke (2018) en Kok et al. (2017) toonden allen een hogere huurprijs premium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen aan dan het huidige onderzoek. De voorgaande onderzoeken hebben niet tot zeer beperkt gecontroleerd voor esthetische gebouw- en geveleigenschappen, wat leidt tot een overschatting van de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen.

Kijkend naar de resultaten van het huidige onderzoek blijkt dat de huurprijs premium van energie-efficiënte gebouwen tussen de 8,4% en 13,5% ligt. Wanneer de controle voor esthetische

gebouw- en gevelkenmerken buiten beschouwing wordt gelaten betreft de huurprijs premium van energie-efficiënte gebouwen 13,5%. Indien de controle voor esthetische controle wel wordt meegenomen, betreft de huurprijs premium van energie-efficiënte gebouwen 8,4%. De toevoeging van de controle voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken heeft dus een aanzienlijk effect op de uiteindelijke huurprijs premium.



Figuur 3. Vergelijkingen onderzoeksresultaten (eigen illustratie).

## Beperkingen

Dit onderzoek kent verschillende beperkingen met betrekking tot de data. Transactiedata van commercieel vastgoed in Nederland zijn moeilijk te verkrijgen. Als gevolg hiervan is een uiteindelijke netto-steekproef gebruikt van 281 cases. Gezien de relatie tussen de steekproefomvang en de sterkte van het effect op statistische significantie, is het mogelijk dat zwakke relaties niet zijn aangetoond. Verder werd in dit onderzoek getracht esthetische gebouw- en gevelkenmerken te kwantificeren en deze zoveel mogelijk te objectiveren. Door de kwantificering te baseren op voorgaande studies, is getracht de subjectiviteit te beperken. Hoewel de methoden in de literatuur goed onderbouwd worden, is het kwantificeren van de variabelen tevens gebaseerd op de interpretatie van de onderzoeker. Dit kan de betrouwbaarheid van de resultaten verlagen. Het kwantificeren en beoordelen van de gevelvariabelen is echter altijd onderhevig aan enige mate van subjectiviteit.

## Aanbevelingen

Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen om de kwantificering en operationalisering van esthetische gebouw- en gevelkenmerken uit te breiden, zodat de controle voor gebouwkwaliteiten nog vollediger wordt en het effect van energie-efficiëntie optimaal geïsoleerd kan worden. Daarnaast wordt aanbevolen dit onderzoek te herhalen met behulp van BREEAM-certificeren in plaats van met

behulp van de energie-index of de energielabels, omdat BREEAM meer categorieën omvat dan alleen de energieprestatie van gebouwen. Hierdoor wordt het mogelijk om gebouwen beter te vergelijken op het vlak van duurzaamheid op meerdere gebieden.

Verder wordt beleggers in kantorenvastgoed aanbevolen om het idee van 'locatie, locatie, locatie' achter zich te laten en het idee van 'locatie, gebouw, kwaliteit' te omarmen. De kwaliteit en eigenschappen van het kantoorgebouw op het niveau van het structurele gebouw en het esthetische gebouw zijn in zekere mate van invloed op de betalingsbereidheid van huurders.



# INHOUDSOPGAVE

COLOFON .....	III
DANKWOORD.....	IV
ORGANISATIE .....	VI
MANAGEMENT SUMMARY.....	VII
MANAGEMENT SAMENVATTING .....	XIII
AFKORTINGEN .....	XXV
TABELLEN .....	XXVI
FIGUREN .....	XXVII
HOOFDSTUK I .....	1
INLEIDING.....	1
1.1    Aanleiding en probleemanalyse .....	1
1.2    Doelstellingen.....	3
1.3    Conceptueel model.....	4
1.4    Vraagstelling.....	5
1.5    Verwachte resultaten .....	5
1.6    Relevantie .....	5
1.7    Onderzoeksopzet.....	8
1.8    Leeswijzer.....	9
HOOFDSTUK II .....	11
2    THEORETISCH KADER .....	11
2.1    HUURPRIJS BEPALENDE VARIANELEN.....	11
2.1.1    Introductie .....	11
2.1.2    Huurprijs als indicator .....	11
2.1.3    Waardebepalende factoren.....	11
2.1.4    Econometrische kenmerken .....	12
2.1.5    Locatiekenmerken.....	12
2.1.6    Gebouwkenmerken.....	12
2.1.7    Transactiekenmerken.....	13
2.1.8    Macro-, meso- en microfactoren .....	13
2.2    MACRONIVEAU: COMMERCIELE VASTGOEDMARKT .....	15
2.2.1    Introductie .....	15
2.2.2    Commerciële vastgoedmarkt.....	15
2.2.3    De ruimte en activamarkt.....	16
2.2.4    Vastgoedmarktcyclus .....	17
2.2.5    Het vierkwadrantenmodel.....	18
2.2.6    Huurprijsbepalende variabelen op macroniveau.....	19
2.3    MESONIVEAU: LOCATIE & OMGEVING .....	20

2.3.1	Introductie .....	20
2.3.2	Onderzoek naar de bereikbaarheid van kantoorlocaties.....	20
2.3.3	De Randstad.....	21
2.3.4	Kantoorlocaties in de Randstad .....	21
2.3.5	Kantoorlocatietypes .....	22
2.3.6	Huurbepalende variabelen op locatieniveau .....	23
2.4	<i>MICRONIVEAU (I): GEBOUWKENMERKEN</i> .....	25
2.4.1	Introductie .....	25
2.4.2	Huurbepalende variabelen op kantoorgebouwniveau .....	25
2.4.3	Oppervlakte .....	25
2.4.4	Bouwjaar.....	26
2.4.5	Aantal verdiepingen .....	26
2.4.6	Parkeervoorzieningen .....	26
2.4.7	Vloeroppervlakte.....	26
2.4.8	Kantoorgebouw typologie .....	27
2.5	<i>MICRONIVEAU (II): ENERGIEZUINIGHEID EN DUURZAAMHEID</i> .....	28
2.5.1	Introductie .....	28
2.5.2	De invloed van de gebouwde omgeving op het klimaat.....	28
2.5.3	Duurzaamheid.....	29
2.5.4	Energielabels.....	30
2.5.5	Energielabel C-verplichting .....	31
2.5.6	Instrumenten voor duurzaamheid en energiebeoordeling .....	31
2.5.7	De redenen voor de huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen.....	32
2.5.8	Energiezuinige huurbepalende variabele .....	33
2.6	<i>MICRO (III): ESTHETISCHE GEVEL KWALITEIT</i> .....	34
2.6.1	Introductie .....	34
2.6.2	Verwante empirische studies.....	34
2.6.3	Huurbepalende variabelen op façade niveau .....	35
<b>HOOFDSTUK III</b> .....		<b>38</b>
<b>3 METHODOLOGIE</b> .....		<b>38</b>
3.1	<i>Introductie</i> .....	38
3.2	<i>Onderzoeksstrategie</i> .....	38
3.3	<i>Hypothese</i> .....	39
3.4	<i>DATA</i> .....	40
3.4.1	Data bij hedonische regressieanalyses .....	40
3.4.2	Datasets en dataverzameling.....	40
3.5	<i>Hiërarchische regressieanalyse</i> .....	42
3.6	<i>Representativiteit, betrouwbaarheid en validiteit</i> .....	43
3.6.1	Representativiteit.....	43
3.6.2	Betrouwbaarheid .....	43
3.6.3	Validiteit .....	43
3.7	<i>Operationalisering van de variabelen</i> .....	44
3.7.1	De afhankelijke variabele .....	45
3.7.2	De onafhankelijke variabele en dummy variabelen .....	46
3.7.3	De onafhankelijke variabele en dummy variabelen .....	47
3.8	<i>Beschrijvende statistieken</i> .....	50
3.8.1	Transactie prijzen .....	50
3.8.2	Transacties per stad .....	51
3.8.3	Energie labels.....	53

3.8.4	Energie labels Amsterdam in vergelijking tot de overige steden .....	53
3.8.5	Huurprijs per locatie en gebouw typologie.....	54
<b>HOOFDSTUK IV</b>	.....	<b>56</b>
<b>4</b>	<b>RESULTATEN</b> .....	<b>56</b>
4.1	<i>Introductie</i> .....	56
4.2	<i>Kenmerken van de steekproef</i> .....	56
4.3	<i>Beschrijvende statistiek en opbouw analyse</i> .....	57
4.4	<i>Correlaties</i> .....	58
4.5	<i>Aannames en randvoorwaarden bij de statistische toetsen</i> .....	60
4.5.1	Multivariate normale verdeling .....	61
4.5.2	Homoscedasticiteit.....	61
4.5.3	Multicollineariteit.....	62
4.6	<i>Regressie resultaten</i> .....	62
4.6.1	Opbouw Regressie model.....	62
4.6.2	Interpretatie van de regressie resultaten .....	62
4.6.3	Interpretatie van individuele effecten per niveau .....	63
4.7	<i>Hypotheses</i> .....	67
4.7.1	Hypotheses 1 .....	67
4.7.2	Hypotheses 2 .....	69
4.7.3	Hypotheses 3 .....	71
<b>HOOFDSTUK V</b>	.....	<b>73</b>
<b>5</b>	<b>Conclusies en discussie</b> .....	<b>73</b>
5.1	<i>Conclusies</i> .....	73
5.2	<i>Discussie</i> .....	75
5.3	<i>Beperkingen</i> .....	77
5.4	<i>Vervolgonderzoek en aanbevelingen voor de praktijk</i> .....	78
<b>HOOFDSTUK VI</b>	.....	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>REFLECTIE</b> .....	<b>80</b>
5.5	<i>Relevantie van het onderzoek</i> .....	80
5.5.1	Positie van onderzoek binnen afstudeerlaboratorium.....	80
5.5.2	Wetenschappelijke relevantie .....	80
5.5.3	Maatschappelijke relevantie.....	81
5.6	<i>Onderzoeksproces</i> .....	81
5.6.1	Literatuurstudie .....	81
5.6.2	Dataverzameling .....	82
5.6.3	Empirische analyse en uitkomsten.....	82
5.7	<i>Persoonlijke reflectie</i> .....	83
5.7.1	Onderzoeksvoorstel (P1) .....	83
5.7.2	Theoretisch kader (P2) .....	83
5.7.3	Theoretisch kader (P3) .....	84
5.7.4	Theoretisch kader (P4) .....	84
5.7.5	Algehele persoonlijke reflectie .....	85

<b>REFERENTIES .....</b>	<b>86</b>
<i>BEGRIPPENLIJST .....</i>	<i>92</i>
<b>APPENDIX .....</b>	<b>95</b>
<i>APPENDIX A .....</i>	<i>96</i>
<i>APPENDIX B .....</i>	<i>97</i>
<i>APPENDIX C .....</i>	<i>98</i>
<i>APPENDIX D .....</i>	<i>99</i>
<i>APPENDIX E .....</i>	<i>100</i>
<i>APPENDIX F .....</i>	<i>101</i>
<i>APPENDIX G .....</i>	<i>102</i>
<i>APPENDIX H .....</i>	<i>103</i>
<i>APPENDIX I .....</i>	<i>104</i>
<i>APPENDIX J .....</i>	<i>105</i>
<i>APPENDIX K .....</i>	<i>106</i>

## AFKORTINGEN

<b>BREEAM</b>	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
<b>BVO</b>	Bruto vloeroppervlak
<b>CBS</b>	Centraal Bureau voor Statistiek
<b>CSR</b>	Corporate Social Responsibility
<b>DGBC</b>	Dutch Green Building Council
<b>ECN</b>	Energieonderzoek Centrum Nederland
<b>EIB</b>	Economisch Instituut voor de Bouw
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>EPC</b>	Energieprestatiecoëfficiënt
<b>GRESB</b>	Global Real Estate Sustainability Benchmark
<b>GABC</b>	Global Alliance for Buildings and Construction
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>LEED</b>	Leadership in Energy and Environmental Design
<b>MBE</b>	Management in the Built Environment
<b>OLS</b>	Ordinary Least Squares
<b>PBL</b>	Planbureau voor de Leefomgeving
<b>PCA</b>	Property Council Australia
<b>R<sup>2</sup></b>	Determinantiecoëfficiënt
<b>RICS</b>	Royal Institution of Chartered Surveyors
<b>RVO</b>	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme
<b>USGBC</b>	United States Green Building Council
<b>WTP</b>	Willingness to pay

## TABELLEN

Tabel 1: Huurprijsbepalende variabelen (eigen illustratie) .....	XV
Tabel 2: Kantoorlocatie beoordeling (Bak, 2015; Eigen bewerking) .....	23
Tabel 3: Energieklassen voor utiliteitsgebouwen (RVO, 2018; Eigen bewerking) .....	31
Tabel 4: Overzicht en Toetsingsinstrumenten van duurzaamheidscertificeringen (Eigen illustratie, gebaseerd op Steenkamp 2018) .....	32
Tabel 5: Dataset en bronnen (Eigen illustratie) .....	41
Tabel 6: Afhankelijke variabele (Eigen illustratie) .....	45
Tabel 7: Overzicht onafhankelijke en dummy variabelen (Eigen illustratie) .....	46
Tabel 8: overzicht van de operationalisering van de onafhankelijke variabele (Eigen illustratie) .....	47
Tabel 9: Beschrijvende statistieken continue variabele (Eigen illustratie) .....	50
Tabel 10: Beschrijvende statistieken gemiddelde huurprijs per transactiejaar (Eigen illustratie) .....	51
Tabel 11: Beschrijvende statistieken gemiddelde huurprijzen per stad (Eigen illustratie) .....	52
Tabel 12: Gemiddelde transactieprijs per energielabel (Eigen illustratie) .....	53
Tabel 13: Gemiddelde transactieprijs per label Amsterdam vs Overige steden (Eigen illustratie) .....	53
Tabel 14: Beschrijvende statistieken transactieprijs per locatie typologie (Eigen illustratie) .....	54
Tabel 15: Beschrijvende statistieken huurprijs per gebouw typologie (Eigen illustratie) .....	54
Tabel 16: Beschrijvende statistieken (continue variabele) (Eigen illustratie) .....	58
Tabel 17: Correlatiematrix (Eigen illustratie) .....	59
Tabel 18: Hiërarchische niveaus binnen de analyse (Eigen illustratie) .....	62
Tabel 19: Regressie model energiezuinigheid (eigen illustratie) .....	66
Tabel 20: Regressie modellen energiezuinigheid (Eigen illustratie) .....	68
Tabel 21: Huurprijs premium regressies (Eigen illustratie) .....	70
Tabel 22: Overzicht locatie huurbepalende variabele (Eigen illustratie) .....	96
Tabel 23: Overzicht huurprijsbepalende variabele (Eigen illustratie) .....	97
Tabel 24: Overzicht gebouw specifieke variabele (Eigen illustratie) .....	98
Tabel 25: Overzicht voordelen energiezuinige/ duurzame kantoren (Eigen illustratie) .....	99
Tabel 26: Resultaten van vergelijkbare onderzoeken naar de bereidheid te betalen voor duurzaamheid .....	100
Tabel 27: Overzicht hedonische studies die architectonische kwaliteit integreren (Eigen illustratie) .....	101
Tabel 28: Beschrijvende statistieken (Eigen illustratie) .....	102

## FIGUREN

Figuur 1. Huurprijsbepalende factorgroepen (eigen illustratie).....	XV
Figuur 2. Onderzoeksplan (eigen illustratie).....	XVI
Figuur 3. Vergelijkingen onderzoeksresultaten (eigen illustratie).....	XIX
Figuur 2: Principe bestaande onderzoeken (eigen illustratie).....	3
Figuur 3: Principe van dit onderzoek (eigen illustratie).....	3
Figuur 4: Huurprijs bepalende factorgroepen (eigen illustratie).....	4
Figuur 5: Conceptueel model (eigen illustratie).....	4
Figuur 6: Energielabels Nederlandse kantorenmarkt (RVO, 2017; eigen bewerking).....	7
Figuur 7: Onderzoeksopzet (eigen illustratie).....	8
Figuur 8: Onderzoeksopzet (eigen illustratie).....	9
Figuur 9: micro-, meso- en macro-omgevingsfactoren (Eigen illustratie).....	14
Figuur 10: Demand and Supply Cycle (Keeris, 2009. Eigen bewerking).....	17
Figuur 11: Vierkwadrantenmodel (DiPasquale & Wheaton, 1992; Soeter & Koppels (2008)).....	18
Figuur 12: The tetrahedron of sustainable construction (Van Dorst & Duijvestein, 2004).....	29
Figuur 13: Exploratory sequential design (Hoekstra, 2018; Bryman, 2015).....	38
Figuur 14: Classificatiekader van onderzoeksmethoden om WTP te meten (Breidert et al., 2006).....	39
Figuur 15: Opbouw database (Eigen illustratie).....	41
Figuur 16: Factorgroepen die van invloed zijn op de huurprijs (Eigen illustratie).....	44
Figuur 17: Bereidheid te betalen voor een kantoor (Eigen illustratie).....	45
Figuur 18: Gemiddelde huurprijs per transactiejaar (Eigen illustratie).....	51
Figuur 19: Gemiddelde huurprijzen per stad (Eigen illustratie).....	52
Figuur 20: Gemiddelde huurprijzen per stad (NVM, 2017).....	52
Figuur 21: Levels dataset (Eigen illustratie).....	57
Figuur 22: Histogram Ln huurprijs (Eigen illustratie).....	61
Figuur 24: Spreidingsdiagram residuen (Eigen illustratie).....	61
Figuur 23: Normal-probability plot (Eigen illustratie).....	61
Figuur 25: Controle niveaus (1-5) en de huurprijs premiums.....	69
Figuur 26: Huurprijs premium t.o.v. energielabel A (Eigen illustratie).....	71
Figuur 27: Vergelijkingen onderzoeksresultaten (Eigen illustratie).....	76
Figuur 28: Histogram prijsm2 (Eigen illustratie).....	103
Figuur 29: spreidingsdiagram prijsm2 (Eigen illustratie).....	103
Figuur 30: spreidingsdiagram Ln prijsm2 (Eigen illustratie).....	103
Figuur 31: Histogram Ln prijsm2 (Eigen illustratie).....	103
Figuur 32: Normal-probability plotprijsm2 (Eigen illustratie).....	103
Figuur 33: Normal-probability plot Ln prijsm2 (Eigen illustratie).....	103
Figuur 34: Boxplot (Eigen illustratie).....	104
Figuur 35: Gebouwen format (Eigen illustratie).....	105
Figuur 36: Voorbeeld cases (Eigen illustratie).....	106





# HOOFDSTUK I | INLEIDING



# HOOFDSTUK I

## INLEIDING

Dit eerste hoofdstuk introduceert het thema dat binnen dit onderzoek centraal staat: het effect van energiezuinigheid op de huurprijs van kantoorgebouwen. Allereerst wordt in paragraaf 1.1 ingegaan op de aanleiding voor en probleemanalyse van dit onderzoek. Daarna wordt in paragraaf 1.2 de doelstelling van het onderzoek geformuleerd en gevisualiseerd. In paragraaf 1.3 wordt het conceptuele model beschreven. Vervolgens wordt in paragraaf 1.4 ingegaan op het onderzoeksvoorstel, waarin de onderzoeksvragen staan geformuleerd. Paragraaf 1.5 beschrijft de verwachte resultaten en paragraaf 1.6 geeft een overzicht van de structuur van dit onderzoek. Paragraaf 1.7 bespreekt de relevantie en tot slot bevat paragraaf 1.8 de leeswijzer.

### 1.1 Aanleiding en probleemanalyse

Energiezuinigheid op de Nederlandse kantorenmarkt is om diverse redenen actueel en relevant. De gebouwde omgeving veroorzaakt circa 40% van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot en gebruikt 18,7% van de energie, wat een significant effect heeft op het milieu. De gebouwde omgeving is daarmee één van de grootste bijdragers aan het broeikaseffect (IPCC, 2014; Stern et al., 2007). Daarnaast zijn het energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot in Europa vooral de afgelopen decennia sterk toegenomen (ECN, 2017). Het Klimaatakkoord van Parijs, de richtlijnen van de Europese Unie en organisaties zoals Urgenda stimuleren en vereisen dat de Nederlandse overheid actie onderneemt en de milieu-impact van de gebouwde omgeving vermindert. De energietransitie, strengere regelgeving en het vergroten van de transparantie in een relatief onoverzienbare gebouwde omgeving zijn trends die marktpartijen stimuleren actie te ondernemen. De effecten hiervan zijn zichtbaar in de markt voor commercieel vastgoed, waarbij steeds vaker groenbouwcertificaten worden toegepast voor het meten en erkennen van energiezuinigheid en duurzaamheid van gebouwen.

Onderzoek van onder meer Stern (2008), Eichholtz et al. (2010) en Kok et al. (2010) bevestigt dat energiezuinige maatregelen en de verduurzaming van gebouwen een cruciale rol kunnen spelen bij het terugdringen van de mondiale uitstoot van CO<sub>2</sub>. Het investeren in de verduurzaming van vastgoed blijkt economisch efficiënter te zijn dan het investeren in de verduurzaming in andere sectoren (Fuerst et al., 2017). Daarnaast heeft een groot aantal auteurs aangetoond dat energiezuinige en duurzame kantoorgebouwen beschikken over een positieve huurprijs premium in vergelijking met soortgelijke conventionele gebouwen (Miller et al., 2008; Fuerst & McAllister, 2009; Eichholtz et al., 2010; Chegut et al., 2011; Reichard et al., 2012; Devine & Kok, 2015; Fuerst et al., 2017). Tevens blijkt dat de financiële waarde van energiezuinige gebouwen niet beperkt lijkt te zijn tot operationele kosten: Eichholtz et al. (2013) en Reichardt (2014) vinden een premium voor energielabels die verder

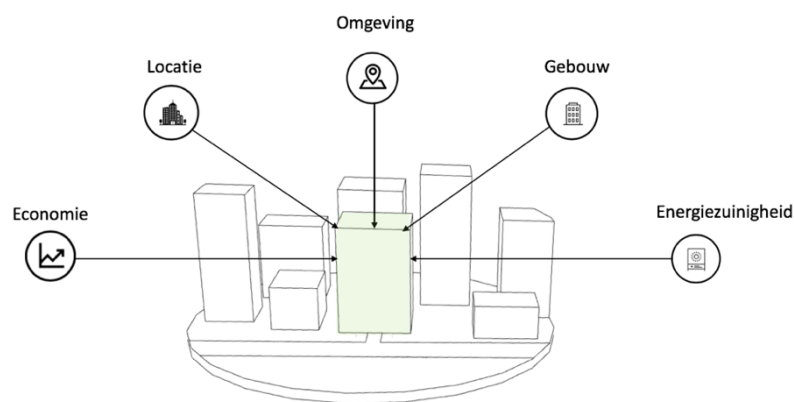
gaat dan de verlaagde energie- en bedrijfskosten. Derhalve blijkt dat de vastgoedsector de sector is waarin tegen een goed rendement CO<sub>2</sub>-reductie bereikt kan worden (Enkvist et al., 2007; Kok & Jennen, 2012).

Onderzoek naar de economische prestaties van energiezuinige kantoren hebben een sterk verband aangetoond tussen de economische prestatie en de mate van energiezuinigheid van een kantoorgebouw (Fuerst & McAllister, 2009; Eichholtz et al., 2010; Chegut et al., 2011). Eichholtz et al. (2009) hebben een van de eerste hedonische onderzoeken uitgevoerd, waarmee de economische waarde van het certificeren van groene gebouwen is aangetoond. Uit hun onderzoek bleek dat groene gebouwen met bijvoorbeeld Energy Star- of LEED-certificeringen een aanzienlijk hogere huur- en verkoopprijs kennen dan identieke gebouwen zonder certificeringen (Eichholtz et al., 2009).

De meeste onderzoeken in dit veld zijn verricht in de Verenigde Staten doordat CoStar, de wereldleider in informatie over commercieel onroerend goed, een zeer uitgebreide database met betrekking tot commercieel vastgoed in de Verenigde Staten heeft. Nederland beschikt niet over een dergelijke centraal georganiseerde database. Verder is de omvang van de Nederlandse kantorenmarkt relatief klein, waardoor grootschalig onderzoek lastig is. Tot op heden zijn verschillende onderzoeken verricht met betrekking tot de relatie tussen energiezuinigheid en de huurprijs en de waarde van woningen in Nederland. De voornaamste reden hiervoor is dat de Nederlandse Vereniging van Makelaars in Onroerende Goederen en Vastgoeddeskundigen (NVM) beschikt over een uitgebreide dataset die vrij toegankelijk is voor wetenschappelijk onderzoek (Brounen & Kok, 2011). De afgelopen jaren is er een groeiende belangstelling voor de financiële prestaties van energiezuinige kantoorgebouwen. Er bestaan echter grote afwijkingen en soms onwaarschijnlijke tegenstrijdigheden binnen de uitgevoerde onderzoeken (Koppels, 2018). Dit suggereert dat in sommige gevallen de gebruikte hedonische modellen lijden onder een verkeerde specificatie. Dit kan resulteren in een overschatting en/of onderschatting van het effect van duurzaamheid op de huurprijs van kantoorgebouwen. In dit onderzoek wordt de relatie tussen energiezuinigheid en de bijbehorende huurprijs premium voor de Nederlandse kantorenmarkt onderzocht. Het doel is om het effect van energiezuinigheid op de huurprijs beter te isoleren van de algehele bouwkwaliteit, zodat het uiteindelijke regressiemodel kan bepalen of daadwerkelijk bereidheid bestaat om te betalen voor energiezuinige kantoorgebouwen. Het onderzoek is kwantitatief van aard, maakt gebruik van de hedonische prijsanalyse en vereist de operationalisering van bouwkwaliteit in het algemeen en esthetische gevelkenmerken in het bijzonder.

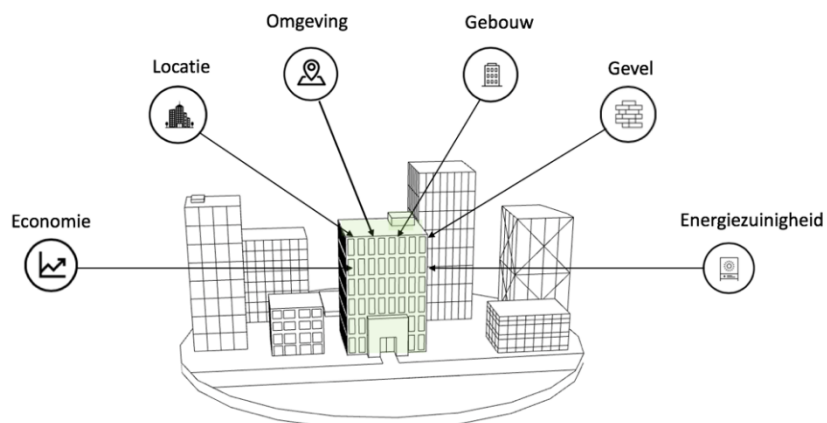
## 1.2 Doelstellingen

Momenteel bestaan grote afwijkingen en onwaarschijnlijke tegenstrijdigheden binnen Nederlandse onderzoeken naar de huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen. Dit suggereert dat de gebruikte regressiemodellen die zijn toegepast in sommige gevallen lijden onder een verkeerde specificatie, resulterend in een overschatting en/of onderschatting van het effect van energiezuinigheid op de huurprijs. Eerdere onderzoeken die getracht hebben de huurprijs premium van energiezuinigheid te bepalen, controleren onder andere vrijwel niet tot zeer beperkt voor esthetische en architectonische gebouw- en gevelkenmerken. In figuur 2 is het principe van de bestaande studies weergegeven, waarbij de huurprijs premium van energiezuinigheid wordt bepaald door te controleren voor economische-, locatie-, omgevings- en gebouwfactoren.



Figuur 4: Principe bestaande onderzoeken (eigen illustratie)

Het doel van dit onderzoek is om de huurprijs premium voor energiezuinigheid te bepalen – op het niveau van een kantoorunit – in de Randstad, waarbij getracht wordt de huurprijs premium van energiezuinigheid beter te isoleren. Daarbij is het in het bijzonder van belang om behalve de economische kenmerken, locatie-omgeving en gebouwkenmerken, ook de esthetische gebouw- en gevelkenmerken mee te nemen (zie figuur 3), omdat dit tot op heden niet tot zeer beperkt is gedaan.

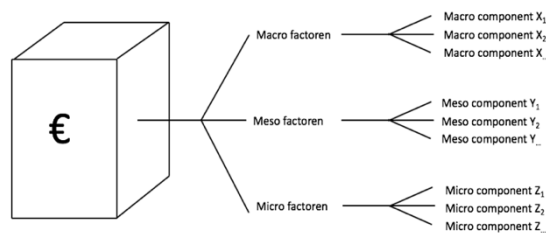


Figuur 5: Principe van dit onderzoek (eigen illustratie)

### 1.3 Conceptueel model

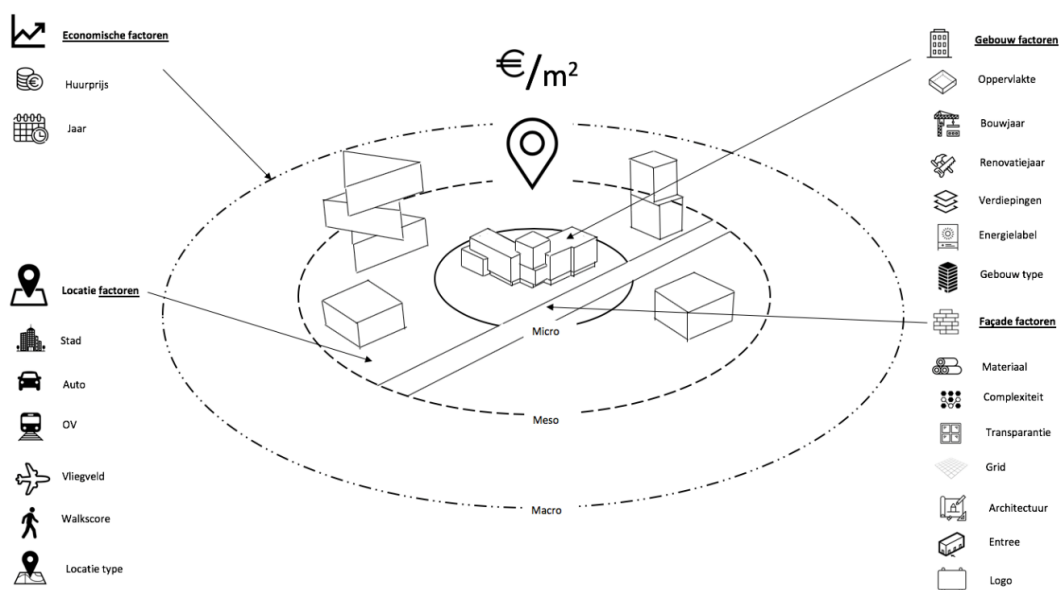
De huurprijzen van kantoorpanden lopen sterk uiteen. Op basis van eerdere studies kunnen de volgende drie soorten factorgroepen (zie figuur 4) worden onderscheiden die de huurprijs van een kantoorgebouw bepalen (Van Gool et al., 2013):

1. macrofactoren: factoren die gerelateerd zijn aan de regionale marktkenmerken;
2. mesofactoren: factoren die te maken hebben met de directe omgeving van een gebouw;
3. microfactoren: factoren die gebouwspecifiek zijn.



Figuur 6: Huurprijs bepalende factorgroepen (eigen illustratie)

Het conceptuele model in figuur 5 laat zien dat de huurprijs van kantoren door een groot aantal factoren wordt bepaald. Het model bestaat uit het macro-, meso- en microniveau, zoals hiervoor is beschreven. Elk niveau heeft bijbehorende factoren die van invloed zijn op de huurprijs van een kantoor. Daarmee kan geconcludeerd worden dat een kantoorgebouw een verzameling is van attributen. Aangezien elk kantoorgebouw uniek is, is het een complexe opgave om de invloed van individuele factoren te bepalen.



Figuur 7: Conceptueel model (eigen illustratie)

## **1.4 Vraagstelling**

### **1.4.1 Hoofdvraag**

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

---

*Wat is de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen op de Nederlandse kantorenmarkt wanneer specifiek aandacht wordt besteed aan de controle voor de esthetische gebouw- en gevelkenmerken?*

---

### **1.4.2 Deelvragen**

Om de genoemde hoofdvraag te onderzoeken, worden de volgende deelvragen gesteld en beantwoord in het theoretisch kader in hoofdstuk II en in hoofdstuk IV:

- 1. Wat zijn de huurprijsbepalende factoren op macro-, meso- en microniveau op de Nederlandse kantorenmarkt?*
- 2. Hoe zijn de gebouw- en gevelkenmerken in voorgaande onderzoeken geoperationaliseerd?*
- 3. Wat is het effect van de toegevoegde controle voor gebouw- en gevelkwaliteiten op de huurprijs premium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen?*

## **1.5 Verwachte resultaten**

Eerdere onderzoeken in dit veld hebben een positieve huurprijs premium aangetoond voor energiezuinige kantoorgebouwen. De verwachting van dit onderzoek is dat energiezuinigheid een positief effect heeft op de huurprijs van kantoorgebouwen, maar dat dit effect lager is dan tot op heden is aangetoond. Zoals beschreven in paragraaf 1.2 worden in dit onderzoek naast de gebruikelijke controlevariabelen ook esthetische en architectonische gebouw- en gevelkenmerken opgenomen in de analyse. Hierdoor wordt het mogelijk om het effect van energiezuinigheid op de huurprijs beter te isoleren, wat naar verwachting zal leiden tot een lagere huurprijs premium van energiezuinigheid dan voorgaande onderzoeken hebben aangetoond.

## **1.6 Relevantie**

De wetenschappelijke relevantie betreft de manier waarop dit onderzoek de kenniskloof tussen eerder onderzoek overbrugt. De maatschappelijke relevantie richt zich op de gevolgen voor de samenleving en de praktische relevantie gaat over de manier waarop de uitkomsten van dit onderzoek verschillende belanghebbenden binnen de vastgoedsector ten goede kunnen komen.

### **1.6.1 Wetenschappelijke relevantie**

Het Royal Institute for Chartered Surveyors (RICS) concludeerde in 2010 dat de relatie tussen energiezuinigheid en de huurwaarde van kantoorgebouwen vooralsnog sterk in de theorie en opinie is geworteld, maar dat gegevens over de praktijk uitblijven, mede door zeer beperkte huurdifferentiatie, onderzoek in een klein geografisch gebied en onderzoek binnen een subsector van de markt (Sayce et al., 2010). In de daaropvolgende jaren zijn diverse onderzoeken verricht met als doel het bepalen van de huurprijs premium voor energiezuinige gebouwen (Miller et al., 2008; Fuerst & McAllister, 2009; Eichholtz et al., 2010; Chegut et al., 2011; Reichard et al., 2012; Devine & Kok, 2015; Fuerst et al., 2017).

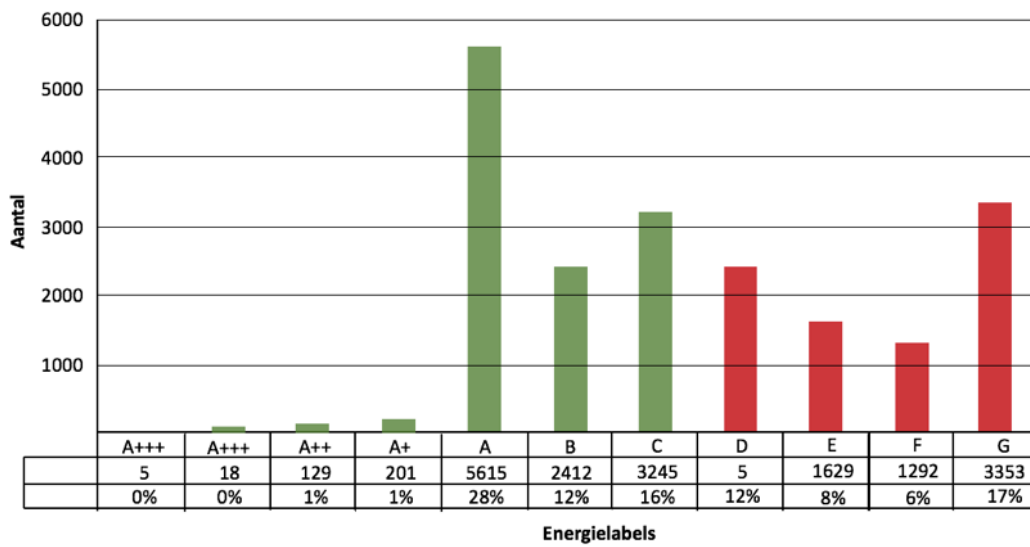
Verder blijkt uit een vergelijking dat Nederlandse studies over de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen vele malen opportunistischer zijn dan Amerikaanse studies. Volgens Koppels (2018) is dit onder andere te verklaren, doordat minder Nederlandse data beschikbaar zijn en dus minder goed kan worden gecontroleerd op algehele gebouwkenmerken. Daarnaast zijn artikelen met betrekking tot de huurprijs premium van energiezuinigheid deels verouderd, uitgevoerd in het buitenland of gericht op de woningmarkt of op andere kantoormarkten dan die van de Randstad. Deze studie voorziet in geactualiseerde data, geeft nieuwe inzichten in de invloed van energiezuinigheid op de huurprijs en is daarmee realistischer.

Daarnaast controleren bestaande studies tot op heden niet tot nauwelijks voor esthetische en architectonische gebouw- en gevelkwaliteiten, wat zorgt voor een hiaat in de wetenschappelijke kennis omtrent dit onderwerp. Het kan zijn dat het niet opnemen van deze gebouw- en gevelkwaliteiten leidt tot een over- of onderschatting van het effect van energiezuinigheid op de huurprijs. Door gebouw- en geveleigenschappen te operationaliseren en te kwantificeren wordt het mogelijk ook te controleren voor deze kenmerken. De academische meerwaarde van dit onderzoek is – in vergelijking tot eerdere studies op dit gebied – de meer diepgaande controle op de esthetische gebouw- en gevelkenmerken, zodat de huurprijs premium met betrekking tot energiezuinigheid realistischer kan worden bepaald.

### **1.6.2 Maatschappelijke relevantie**

Naast de wetenschappelijke relevantie van het onderzoek is het van belang dat het onderzoek ook maatschappelijk relevant is. De afgelopen twee decennia zijn wereldwijd diverse verplichte en vrijblijvende labels in de gebouwde omgeving geïntroduceerd. Het voornaamste doel van deze initiatieven is het stimuleren van energiezuinigheid en duurzaamheid in de gebouwde omgeving (Fuerst & McAllister, 2009). Op 1 oktober 2018 zijn nieuwe regelingen ingevoerd op het gebied van energieprestaties van gebouwen. De nieuwe wetgeving houdt onder meer in dat vanaf 1 januari 2023 alle kantoorgebouwen in Nederland voorzien moeten zijn van minimaal energielabel C. Momenteel

heeft naar schatting 48% van de kantooroppervlakte een energielabel C of hoger (RVO, 2017). De genoemde verplichting treft dus circa 52% van de totale kantooroppervlakte in Nederland, wat betekent dat 43 miljoen m<sup>2</sup> binnen vijf jaar verbeterd dient te worden (zie figuur 6). Het is daarom van belang dat op korte termijn het effect van energiezuinigheid op de Nederlandse kantorenmarkt in kaart wordt gebracht, waardoor het mogelijk wordt voor ontwikkelaars en beleggers om realistische haalbaarheidsstudies uit te voeren met betrekking tot energiezuinige interventies.



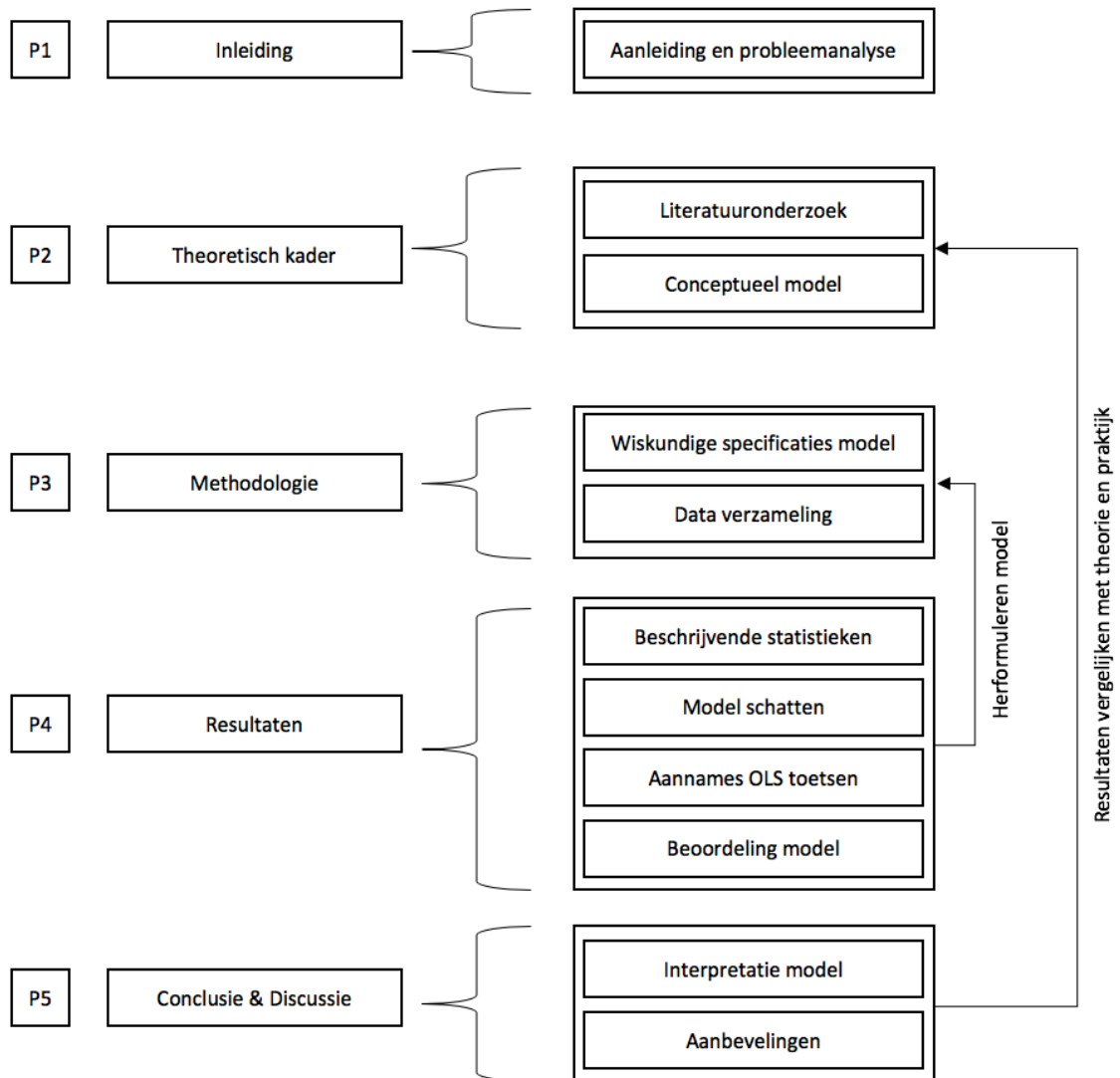
Figuur 8: Energielabels Nederlandse kantorenmarkt (RVO, 2017; eigen bewerking)

### 1.6.3 Praktische relevantie

De resultaten van het uitgevoerde onderzoek naar de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen in de Randstad draagt bij aan de kennis van belanghebbenden zoals investeerders, onderzoekers, makelaars, taxateurs, stedenbouwkundigen en beleidsmakers. Zij hebben behoefte aan inzicht in de dynamiek en invloed van energie-efficiëntie van kantoorgebouwen op de verschillende kantorenmarkten. Dit onderzoek biedt de mogelijkheid tot een praktische toepassing voor het prijskenmerk als benchmark binnen het waarderingsproces. De gemaakte schattingen kunnen eveneens relevant zijn voor beleggers en ontwikkelaars, omdat de resultaten accuratere schattingen opleveren van het effect van energiezuinigheid op de huurprijs. Op grond van deze studie kan het risico bij investeringen in energiezuinige kantoren worden beperkt, omdat de kennis met betrekking tot de relatie tussen energiezuinigheid en huurprijs op de Nederlandse kantorenmarkt inzichtelijker wordt.

## 1.7 Onderzoeksopzet

Het onderzoeksplan (zie figuur 7) heeft zowel betrekking op het proces om tot het onderzoeksplan te komen als op het onderzoek en de tijdige uitvoering daarvan. Het is een schematische weergave van alle onderzoeksstappen die in elke fase (P1-P5) van het onderzoek uitgevoerd zijn. Het onderzoek bestaat uit de volgende fases met bijbehorende tijdsplanning:



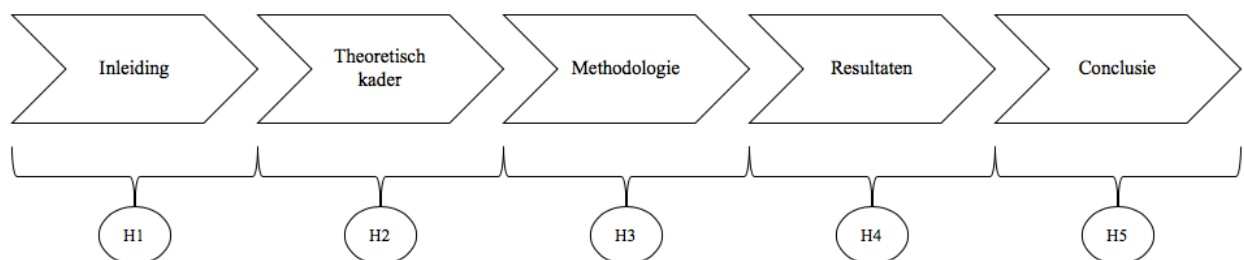
Figuur 9: Onderzoeksopzet (eigen illustratie)



## 1.8 Leeswijzer

Deze scriptie is opgedeeld in vijf hoofdstukken. Hoofdstuk 2 geeft het theoretische kader weer. Hierin wordt onder meer ingegaan op de huurprijsbepalende variabelen van kantoorgebouwen en worden de macro-, meso- en micro-economische factoren besproken die een rol spelen bij de totstandkoming van de huurprijs van kantoorgebouwen. Elk subhoofdstuk wordt afgesloten met een overzicht van prijsbepalende factoren die mogelijk in het hedonische model opgenomen kunnen worden. Hoofdstuk 3 behandelt de methodologie. Hierin wordt beschreven welke onderzoeksmethode is gekozen, welke data voor dit onderzoek zijn gebruikt en welke keuzes hierin zijn gemaakt. Verder worden de in deze studie opgenomen afhankelijke en onafhankelijke variabelen uiteengezet. Hoofdstuk 4 gaat dieper in op de resultaten van de statistische regressieanalyse. De eerste sectie beschrijft de analyse van de gebruikte dataset, terwijl de volgende secties de meervoudige regressieanalyse in detail beschrijven. Dit hoofdstuk gaat in op onderzoeksvraag 3 en toetst de hypothesen. Hoofdstuk 5 geeft de conclusies weer van dit onderzoek, bespreekt de beperkingen en doet aanbevelingen voor verder onderzoek.

De onderzoeksopzet is weergegeven in figuur 8.



*Figuur 10: Onderzoeksopzet (eigen illustratie)*



**HOOFDSTUK II | THEORETISCH KADER**

## HOOFDSTUK II

### THEORETISCH KADER

#### 2.1 HUURPRIJS BEPALENDE VARIANELEN

##### 2.1.1 Introductie

De vastgoedmarkt is heterogeen, hetgeen betekent ‘ongelijksoortig’ of ‘bestaande uit verschillende soorten van zaken of personen’. Doordat consumenten uiteenlopende voorkeuren hebben, kunnen op eenzelfde markt verschillende prijzen ontstaan voor een product. Een kantoorgebouw is een heterogeen product. De huurprijzen van kantoorgebouwen kunnen als gevolg van de verschillende voorkeuren sterk uiteenlopen. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op studies die kenmerken beschrijven die van invloed zijn op de bereidheid van huurders om te betalen, ook wel de *willingness-to-pay*.

##### 2.1.2 Huurprijs als indicator

Dit onderzoek richt zich op de huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen in de Randstad. Hierbij wordt de huurprijs die een gebruiker bereid is te betalen gebruikt als indicator voor de vastgoedwaarde in plaats van de waarde van het gebouw zelf. De keuze voor de huurprijs als waarde-indicator is gebaseerd op een aantal specifieke kenmerken van de kantorenmarkt. De voornaamste reden is de beschikbaarheid van data: er zijn veel meer data beschikbaar over huurtransacties dan over kooptransacties op de beleggingsmarkt (Dynamics, 2007) doordat het huurgedeelte van de kantorenmarkt omvangrijker is dan het koopgedeelte. In 2004 bedroeg het aandeel verhuurkantoren 61% van het totale verhuurbare vloeroppervlak (vvo) (Remøy, 2007). Daarnaast vinden er vaker huur- dan kooptransacties plaats (Van Gool et al., 2013), bovendien zijn huurtransacties relatief transparant in tegenstelling tot kooptransacties (Buitenlaar et al., 2016). Kooptransacties van kantoorgebouwen hebben veelal een niet-transparant karakter, waardoor de data vaak incompleet zijn. Deze ondoorzichtigheid wordt veroorzaakt door twee zaken: ten eerste kunnen kooptransacties van kantoren plaatsvinden in verschillende delen van de markt waarop verschillende actoren actief zijn. Ten tweede bestaan er verschillende manieren waarop kooptransacties tot stand komen. Via indirecte beleggingen wordt de vastgoedwaarde van kantoren onder meer bepaald door de koop en verkoop van aandelen. Daarnaast zijn er soms portefeuilletransacties waarbij verschillende panden tegelijkertijd worden verkocht. In die situatie is het niet mogelijk de prijs per pand te achterhalen (Van Gool et al., 2013).

##### 2.1.3 Waardebepalende factoren

Eerder onderzoek naar huurprijsdeterminanten voor kantoorgebouwen kan worden ingedeeld in twee categorieën, waarvan één gericht is op macro-economische factoren en de andere op micro-economische factoren. Artikelen die de macro-economische factoren beschrijven richten zich over het algemeen op modellen van de kantoorsector of ruimtelijke kwesties die van invloed zijn op

huurprijzen van kantoren, terwijl artikelen met de nadruk op micro-economische factoren over het algemeen gericht zijn op vastgoedkenmerken die van invloed zijn op kantoorhuur. Öven en Pekdemir (2005) deelden de parameters uit de vorige onderzoeken in de volgende vier categorieën in: econometrische, gebouw-, locatie- en contractparameters.

#### **2.1.4 Econometrische kenmerken**

De eerste huurprijsbepalende factor betreft de econometrische regionale marktomstandigheden (Atilla Öven & Pekdemir, 2006; Weterings et al., 2009). De vastgoedmarkt opereert vaak op regionaal schaalniveau en regionale markten kunnen qua vraag- en aanbodverhoudingen sterk van elkaar verschillen (Atilla Öven & Pekdemir, 2007; Dunse et al., 2002). Binnen de relatief kleine kantorenmarkt van Nederland zijn regionale submarkten te onderscheiden. Daarnaast zijn binnen de Randstad en op stadsniveau behoorlijke verschillen in huurprijs (Atzema et al., 2005).

#### **2.1.5 Locatiekenmerken**

De tweede huurprijsbepalende factor betreft de locatie- en omgevingskenmerken. Op het gebied van onroerend goed is een veelgehoorde verklaring dat het huurniveau en de activaprijs van kantoorvastgoed worden bepaald door “locatie, locatie en locatie” (Statler, 1912). De locatie van een kantoorgebouw wordt geacht de winstgevendheid van de kantoororganisatie te beïnvloeden en dit zou moeten resulteren in een hogere betalingsbereidheid, uitgedrukt in huurniveaus en activaprijzen, voor locaties met voorkeurskenmerken (Koppels et al., 2009). Uit diverse studies blijkt dat de locatiekenmerken zijn in te delen in vier aspecten: bereikbaarheid, type bedrijvigheid in de buurt, voorzieningen in de buurt en fysieke omgevingskenmerken. Dunse en Jones (1998) stellen dat de locatie van een vastgoedbelegging de belangrijkste factor is waar een belegger rekening mee dient te houden bij investeringen in onroerend goed. Dit wordt indirect bevestigd op basis van de uiteenlopende huurprijzen van kantoorgebouwen die een huurder bereid is te betalen per kantorenlocatie binnen een stad (Dynamics, 2007). Locatievariabelen zoals afstand tot een bepaald punt in het centrale zakelijke district (Central Business District (CBD)) en de afstand tot een snelweg zijn in meerdere studies significant bevonden (e.g. Brennan et al., 1984, Clapp, 1980, Sivitanidou, 1996, Frew and Jud, 1988, Sivitanidou, 1995).

#### **2.1.6 Gebouwkenmerken**

De derde huurprijsbepalende factor betreft de kenmerken van een kantoorgebouw. Het voornaamste kenmerk dat de huurprijs beïnvloedt is het verhuurbare vloeroppervlak van een gebouw. Daarom hanteren de meeste onderzoekers de huurprijs per vierkante meter als indicator voor de vastgoedwaarde van een kantoorgebouw (Debrezion & Willigers, 2007). Andere gebouwkenmerken zoals energielabel, gevelkwaliteit, beschikbaarheid van parkeerplaatsen en klimaatbeheersing hebben eveneens een significante relatie met de huurprijs (Atilla Öven &

Pekdemir, 2006; Dunse & Jones, 1998). Anders dan bij woningen zijn gegevens over de invloed van kenmerken van kantoorpanden op prijsbepaling slechts beperkt beschikbaar. Als gevolg daarvan is er weinig bekend over de pandkenmerken waarvoor huurders daadwerkelijk bereid zijn meer te betalen (Koppels et al., 2007). Architectonische kwaliteit wordt veelal beschouwd als een subjectief kenmerk, omdat deze buitengewoon lastig te kwantificeren is. In veel gevallen is het discutabel wat is de manier van kwantificeren discutabel. Sommige studies hebben een poging gedaan om architectonische en/of esthetische waarde te kwantificeren en op te nemen in de analyse. Gat (1998) heeft verschillende architecten gevraagd om vijftig gebouwen op een schaal van 1-10 te rangschikken op grond van de kwaliteit van de architectuur. Hij vond dat een extra architecturaal punt meer dan 5% huurverhoging toevoegt. Dit werd tevens benadrukt door Ozus (2009) die de esthetiek van kantoorgebouwen noemde als een belangrijke factor bij huurniveaus.

### **2.1.7 Transactiekenmerken**

Tot slot zijn kenmerken van de huurder, het huurcontract en transactiekenmerken huurprijsbepalende factoren (DTZ Zadelhoff & Nyenrode, 2006). Over het algemeen hebben korte huurcontracten een hogere huurprijs dan huurcontracten met een lange doorlooptijd, omdat het leegstandsrisico bij een kort huurcontract groter is. Dit wordt bevestigd door Öven en Pekdemir (2006) die aantoonde dat een langere termijn een lagere huurwaarde oplevert. Ondanks de lagere huurwaarde kan een langere termijn voor een belegger van grote waarde zijn vanwege de zekerheid op de lange termijn'. Daarnaast hebben de afspraken tussen verhuurder en huurder in het huurcontract over de hoogte van de servicekosten, de mogelijkheid tot indexeren of een investeringsbijdrage van de verhuurder, invloed op de huurwaarde. De meeste kantoren in de Randstad vallen in het topsegment van de Nederlandse kantorenmarkt. Het topsegment beslaat 20-30% van de totale markt. Naast dat moderne kantoren in veel gevallen zeer goed te bereiken zijn, hebben deze kantoren ook langjarige huurcontracten (Buck Consults International, 2010). De looptijd van afgesloten huurcontracten op de Nederlandse kantorenmarkt is gemiddeld vijf tot tien jaar (Slegtenhorst, 2013). De huurwaarde kan gezien worden als een weerspiegeling van de voorwaarden van een huurovereenkomst (Ranaweera, 2012). Aan de ene kant kan de huurwaarde daarom niet afzonderlijk van het huurcontract worden beschouwd. Aan de andere kant kunnen kantoorhuurcontracten op de Nederlandse kantorenmarkt -in tegenstelling tot de Amerikaanse kantorenmarkt- vrijwel uniform worden beschouwd. Op basis hiervan is besloten de voorwaarden binnen de huurovereenkomst buiten beschouwing te laten.

### **2.1.8 Macro-, meso- en microfactoren**

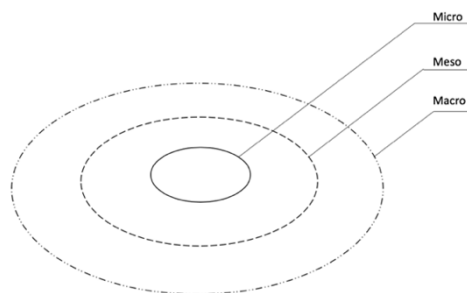
In de voorgaande paragraaf zijn de vier waardebepalende categorieën beknopt beschreven. Uit deze verschillende categorieën en verschillende soorten kenmerken inherent aan unieke kantoorgebouwen komt naar voren dat kantoorgebouwen heterogene goederen zijn. De hedonische prijsmethode die

wordt toegepast op goederen die worden samengesteld uit een reeks kenmerken wordt in dit onderzoek gebruikt als de tool om determinanten van kantoorhuur te analyseren en de invloed van energiezuinigheid op de huurprijs te bepalen. Tevens is onderbouwd waarom de contractkenmerken niet worden opgenomen in dit onderzoek. Als gevolg daarvan zijn drie categorieën relevant: econometrische, locatie en gebouwparameters die goed aansluiten bij de theorie van Van Gool et al. (2013) (figuur 8) die een methodiek hanteren waarbij drie hoofdgroepen de waarde en de huurprijs van een kantoorgebouw bepalen: macro-, meso- en microfactoren.

De drie hoofdfactoren van Van Gool et al. (2013) kunnen als volgt worden beschreven (figuur 9):

- **Macrofactoren:** Dit zijn factoren die gerelateerd zijn aan algemene kenmerken van de markt waarin een vastgoedobject zich bevindt. Hiertoe behoren (1) de positie van de vastgoedcycli, (2) de economische situatie (groei of krimp), (3) het niveau van werkgelegenheid, en (4) het fiscale beleid in een bepaalde markt.
- **Mesofactoren:** Dit zijn factoren die te maken hebben met de directe omgeving van een gebouw, zoals het voorzieningenniveau in de buurt, de mate van criminaliteit in de omgeving en de bereikbaarheid.
- **Microfactoren:** Dit zijn gebouwspecifieke factoren. Voorbeelden hiervan zijn de technische status en kwaliteit van het gebouw, het leegstandpercentage van een gebouw, de voorwaarden van de huurovereenkomst, de omvang van het gebouw en het aantal verdiepingen. Het gaat hierbij om specifieke zaken waar een eigenaar of assetmanager invloed op heeft.

In tegenstelling tot de vier groepen van Weterings et al. (2009) beschrijven Van Gool et al. (2013) drie hoofdoelgroepen doordat zij de huurovereenkomst rekent tot de gebouwspecifieke factoren: een microfactor. Verder geeft de vastgoedliteratuur inzicht in de factoren die met regelmaat worden genoemd als waardebepalend voor een kantoorgebouw. Dit onderzoek richt zich op kantoorgebouwen in de Randstad. De volgende paragrafen van het theoretische kader beschrijven per niveau (macro, meso en micro) de relevante huurprijs bepalende factoren. Hierbij dienen de studies van onder andere Kok, Eichholtz en Quigley (2010) en Fuerst & McAllister (2008) als basis.



Figuur 11: micro-, meso- en macro-omgevingsfactoren (Eigen illustratie)

## **2.2 MACRONIVEAU: COMMERCIEËLE VASTGOEDMARKT**

### **2.2.1 Introductie**

In dit hoofdstuk worden de werking van de Nederlandse commerciële vastgoedmarkt en de invloed van regionale vastgoedmarkten op de huurprijs van kantoorgebouwen beschreven. Vastgoed objecten kunnen worden gezien als unieke producten die binnen een markt worden verhandeld (DiPasquale & Wheaton, 1996). Een markt kan worden beschreven als een mechanisme met als doel het vrijwillig uitwisselen van goederen en diensten tussen eigenaren. Bij perfect functionerende markten moeten de prijzen op elk niveau de prijzen op het laagst mogelijke niveau weergeven, zoals op de aandelenmarkt (Boots, 2014). Dit is echter niet het geval op de vastgoedmarkt en daarom wordt deze als een imperfecte markt beschouwd (Mourouzi - Sivitanidou, 2002; Assendelft, 2017). De vastgoedmarkt wordt gekenmerkt door een gesegmenteerde structuur en een onderverdeling in verschillende sub-markten. Daarnaast worden de producten op de vastgoedmarkt frequent niet transparant verhandeld (DiPasquale & Wheaton, 1996; Boots, 2014). Daarom kan de vastgoedmarkt worden gedefinieerd als een productgedifferentieerde markt (DiPasquale & Wheaton, 1996).

### **2.2.2 Commerciële vastgoedmarkt**

De commerciële vastgoedmarkt wordt op drie schaalniveaus beïnvloed, namelijk het macro-, meso- en micro-economische niveau (Janssen, 2004). Het macro-economische niveau is onderverdeeld in drie hoofdfactoren: algemene macro-economische groeifactoren, macro-economische factoren en locatie- en projectspecifieke factoren.

De algemene macro-economische groeifactoren zijn van invloed op alle soorten onroerend goed binnen de hele markt. Dit zijn krachten die de economie beïnvloeden, zoals globalisering, technologische vooruitgang en economische welvaart van een regio of land. Vastgoedactiva fungeren als onderpand voor bankleningen, waardoor vastgoed een directe invloed heeft op de welvaart en het bruto binnenlands product (bbp) van een land. Nationale economieën en vastgoedmarkten raken steeds verder met elkaar verstrengeld en worden daarmee onderdeel van de wereldeconomie (Lizieri, 2009). De kredietcrisis van 2008 is een goed voorbeeld van de koppeling tussen onroerendgoedmarkten en de wereldeconomie. Lokale factoren zijn echter aanzienlijk meer bepalende variaties binnen de markt, waardoor vastgoedmarkten ondanks hun wereldwijde verwevenheid nog steeds zeer lokaal zijn.

Macro-economische factoren die de vraag naar kantoorruimte stimuleren, zijn kantoorwerkgelegenheid, ruimte per werknemer, huurprijzen en marktverwachtingen (Mourouzi-Sivitanidou, 2011).



Locatie- en projectspecifieke factoren zijn gebaseerd op micro-economische effecten en bepalen het concurrentievermogen van een project binnen het betreffende marktgebied. Het bepaalt de vraag naar kantoorruimte op basis van concurrerend aanbod, kwaliteit van de ruimte en omliggende voorzieningen. De aanbodzijde wordt beperkt door regionale factoren zoals zoneringswetten, mechanismen voor groeiregulering en de ruimtelijke verdeling van eigenschappen. Deze factoren bepalen samen het lokale huurniveau (Mourouzi-Sivitanidou, 2011). Deze lokale factoren zijn zeer belangrijke binnen de vastgoedmarkten (Case et al., 2000).

### **2.2.3 De ruimte en activamarkt**

Binnen de vastgoedsector wordt de vraag naar onroerend goed gedefinieerd als de hoeveelheid ruimte of het aantal eenheden dat tegen een bepaalde prijs wordt gevraagd (Geltner, 2007). De commerciële vastgoedmarkt kan worden beschreven aan de hand van twee mechanismes: de ruimtemarkt (space market) en de activamarkt (asset market) (Geltner & Miller, 2005). Het onderscheid tussen beide hangt af van of de eigenaar zelf het eigendom al dan niet gebruikt (DiPasquale & Wheaton, 1992). Bovendien is de vastgoedmarkt sterk gesegmenteerd omdat vraag en aanbod type- en locatiespecifiek zijn, wat resulteert in verschillende huurprijzen voor fysiek vergelijkbare ruimten (Geltner, 2007).

De ruimtemarkt wordt beschouwd als de meest fundamentele van de twee vastgoedmarkten voor commerciële kantoorruimte omdat deze in essentie de kasstromen bepaalt die een specifiek object kan genereren. Afhankelijk van de toekomstige huurinkomsten zijn de kasstromen veelal gebaseerd op verwachtingen van de cyclische -en daarmee onzekere- vastgoedmarkt. Het huurniveau dat aangeeft welke huur een huurder bereid is te betalen, oftewel de *willingness-to-pay* (WTP), bepaalt de stroom van inkomsten en daarmee uiteindelijk de waarde van het vastgoedobject. Zonder de karakteristieke eigenschappen van gebouwen, zoals locatie, functie, architectuur, bereikbaarheid, materiaal, grootte en mate van duurzaamheid, kunnen huurniveaus niet worden gedefinieerd en kunnen gebouwen niet worden gewaardeerd.

De vraagzijde wordt gegenereerd door de gebruikers van de ruimte (DiPasquale & Wheaton, 1992). Deze vraag wordt beschouwd als een afgeleide vraag, omdat bedrijven ruimte nodig hebben voor consumptie- of productiedoeleinden (Lizieri, 2009). Ruimte wordt beschouwd als een productie-input voor bedrijven, in combinatie met productiefactoren als nationale hulpbronnen, arbeid en kapitaalvoorraad. De waarde van kantoorgebouwen is daarom gebaseerd op hun noodzaak voor de meeste soorten productie van goederen en diensten (Koppels, 2016).

De aanbodzijde van de ruimtemarkt bestaat uit eigenaren die ruimte aanbieden voor verhuur (Geltner & Miller, 2005). De dynamiek binnen de ruimtemarkt bepaalt de markthuurniveaus. Deze markthuur

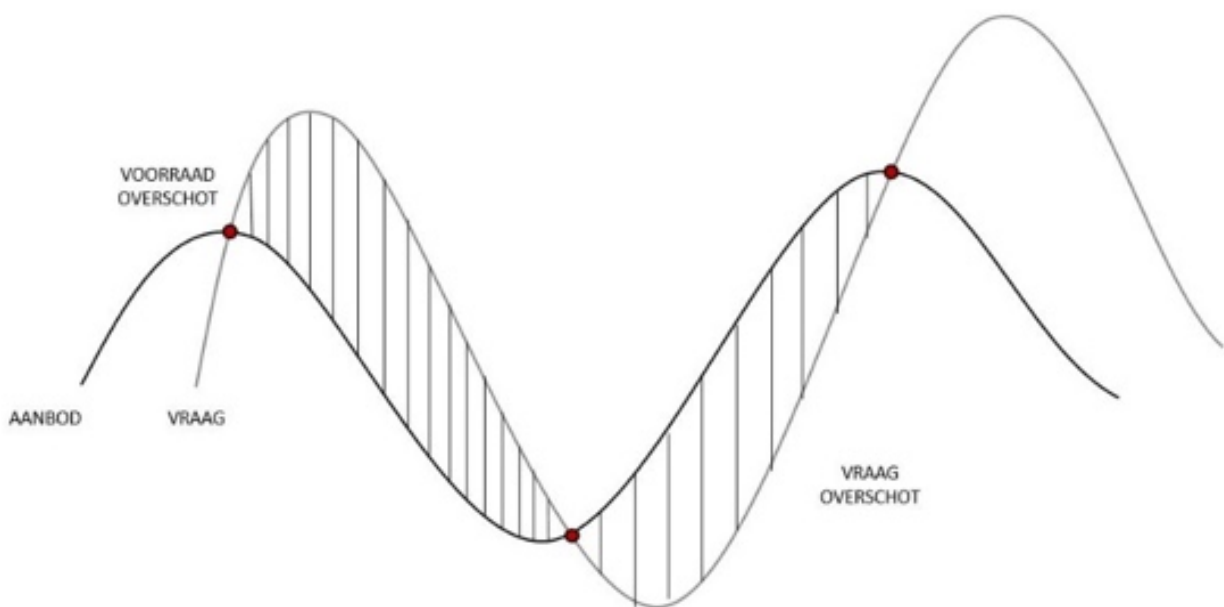


verschilt per kantoorgebouw en wordt bepaald door de economische basis, het aanbod van ruimte en de vraag van de markt (Brueggeman & Fisher, 2011).

De activamarkt bestaat uit de markt voor onroerend goed. Het belangrijkste economische principe is dat de activa in essentie vorderingen zijn van toekomstige kasstromen die het specifieke actief kan genereren (Geltner & Miller, 2005). Zowel de vraag- als de aanbodzijde bestaan uit investeerders.

#### 2.2.4 Vastgoedmarktcyclus

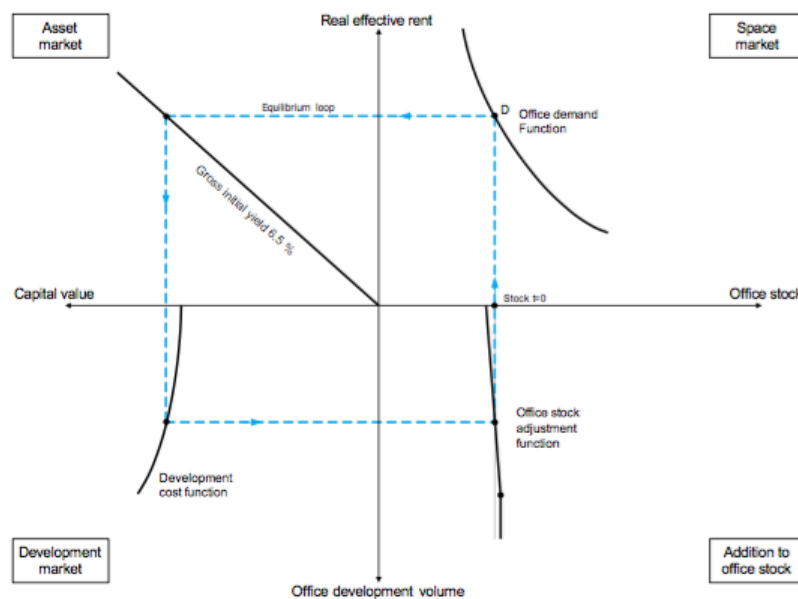
Er bestaat een sterke correlatie tussen economische prestaties en vastgoedcycli (Vermaas, 2007). Vastgoedcycli worden gedefinieerd als fluctuaties van leegstand en huurniveaus van het langetermijnevenwicht. Dergelijke cycli volgen elkaar op in periodes van acht tot tien jaar. Terwijl sommige economische cycli worden gekenmerkt door economische vertraging of achteruitgang, kunnen anderen worden gekenmerkt als een welvarende periode met voortdurende groei. De onderscheiden economische cycli worden gewoonlijk aangeduid als depressie, recessie, herstel, uitbreiding en pieken (Galbraith & Darity, 2005). De onroerendgoedmarkt reageert met een vertraging van twee tot drie jaar op economische conjunctuurgolven, omdat de ontwikkeling van vastgoed reageert op marktontwikkelingen en het ontwikkelen van kantoorgebouwen twee tot drie jaar duren van initiatief tot oplevering (Phyrr et al., 2000, Remøy, 2010). Figuur 10 geeft een overzicht van de verschillende economische cycli die bestaan binnen de moderne wereldeconomie.



Figuur 12: Demand and Supply Cycle (Keeris, 2009. Eigen bewerking)

### 2.2.5 Het vierkwadrantenmodel

Dipasquale en Wheaton (1992) hebben het ‘vierkwadrantenmodel’ (figuur 11) ontwikkeld om de vastgoedcycli te beschrijven. De vier kwadranten vormen de fundering van de vastgoedmarkt en staan voor 1) de gebruikersmarkt waar de huurprijs tot stand komt, 2) de beleggingsmarkt, 3) de ontwikkelingsmarkt en 4) de voorraadmarkt. Een economische ontwikkeling binnen een van de vier kwadranten kan van invloed zijn op de ontwikkeling in een ander kwadrant. Op enig moment kan een evenwichtstoestand worden gevonden (equilibrium). Het model dient voornamelijk om het langetermijnevenwicht tussen de huurmarkt en het aanbod van ruimte te bestuderen (Geltner et al., 2014), maar laat echter ook zien hoe een verandering in de kantoorvraagfunctie invloed heeft op alle andere markten in het model.



Figuur 13: Vierkwadrantenmodel (DiPasquale & Wheaton, 1992; Soeter & Koppels (2008))

Voor dit onderzoek is het interessant om te onderzoeken wat er binnen het model gebeurt als de verplichting van energielabel C in 2023 in werking treedt. Deskundigen stellen dat niet alle kantoren aan deze nieuwe wet kunnen voldoen omdat de benodigde investeringen in het gebouw financieel niet haalbaar zijn (FD, 2016). Dit zal leiden tot leegstand, transformaties of sloop, waardoor de kantorenvoorraad zal afnemen. Wanneer de overige omstandigheden niet wijzigen, zou dit het volgende effect hebben: de vraag blijft gelijk terwijl de voorraad kleiner wordt, de huur zal stijgen tegen eerder getekende vraaglijn. De prijs ligt op een hoger niveau als gevolg van de stijging van de huurprijs. De gestegen prijs zal in eerste instantie zorgen voor een hoger aantal nieuwbouwmeters. Uiteindelijk zullen de bouwkosten stijgen totdat deze zorgen voor een prijsniveau dat het verschil in prijs tussen nieuwbouw en renovatie opheft. Door de toename aan nieuwbouwmeters zal de voorraad worden vergroot zodat uiteindelijk weer een evenwicht kan ontstaan.

### **2.2.6 Huurprijsbepalende variabelen op macroniveau**

De huurprijsbepalende variabelen op macroniveau oftewel de econometrische determinanten zijn gebaseerd op vraag- en aanbodvariabelen. Eerdere studies gebruikten voornamelijk variabelen aan de vraagzijde, zoals leegstand, absorptiegraad, werkgelegenheid en het bruto binnenlands product (bbp). Het belang van leegstand is onbetwistbaar bij elk huurmodel en is onafhankelijk van eventuele ruimtelijke variaties (Rosen, 1984; Shilling et al., 1987; Sivitanides, 1997; Wheaton & Torto, 1988). Glascock et al. (1990) concludeerden dat leegstand statistisch significant is, ongeacht de locatie en het type van het kantoor. Dit wordt bevestigd door Öven en Pekdemir (2006). De absorptiesnelheid is de gemiddelde onverkorte duur van een kantoor in de regio (Sivitanides, 1997, Wheaton en Torto, 1994). Wheaton en Torto (1994), en Sivitanides (1997) beschrijven tegenstrijdige uitkomsten, waarbij de eerstgenoemden de achterblijvende absorptiegraad belangrijker vonden dan de leegstand, terwijl de laatstgenoemde concludeerde dat het leegstandspercentage significanter is dan de opname van kantoren. Deze twee variabelen worden beschouwd als de belangrijkste graadmeter voor de economische ontwikkeling van een regio of land. De kantorenvorraad of kantooruimte is de enige aanbodzijde-determinant die wordt gebruikt in de meeste studies. De omvang van de kantorenvorraad in een regio lijkt irrelevant voor het huurniveau volgens Öven en Pekdemir (2006), hoewel D'Arcy et al. (1996) melden dat de stedelijke hiërarchie de invloed van het bezit kan vergroten. Geconcludeerd wordt dat leegstand het significantste econometrische kenmerk is bij het schatten van huurniveaus en dat leegstand onafhankelijk lijkt te zijn van eventuele ruimtelijke variaties. Daarnaast zijn het bbp en de absorptiegraad belangrijke indicatoren, terwijl de omvang van de productie en de output van de centrale gebouwen maar weinig invloed hebben.

De meeste van bovenstaande variabelen voor vraag en aanbod worden gebruikt in macro-economische studies. Dit onderzoek richt zich op de invloed van energiezuinigheid van gebouwen op de huurprijs en is daarmee gericht op de microfactoren. Het is echter van belang dat er gecontroleerd wordt voor de cyclische economische ontwikkelingen en variërende marktomstandigheden in de loop van de tijd aangezien de transacties in de periode 2008-2018 worden gebruikt: de kredietcrisis valt immers in deze periode. Door te controleren op transactiejaar kunnen invloeden worden meegenomen die anders buiten de analyse zouden vallen. Wanneer een analyse rekening houdt met een langetermijnperiode zouden bijvoorbeeld verschillende fases in de economische cyclus in kaart gebracht kunnen worden. Onderzoek heeft echter aangetoond dat er geen sprake is van een afnemende waardering van duurzaamheid in een periode van economische neergang (Eichholtz et al., 2010).

## 2.3 MESONIVEAU: LOCATIE & OMGEVING

### 2.3.1 Introductie

*“There are three things that matter in property: location, location, location.”*

*- Lord Harold Samuel 1944-*

In deze paragraaf wordt het mesoniveau locatie en omgeving nader toegelicht. De locatie van een gebouw is volgens vrijwel alle vastgoedkundigen de belangrijkste waardebepalende factor van een kantoorgebouw (Glascock et al., 1993). De effecten van locatie op commerciële huurprijzen zijn uitgebreid onderzocht en bekend is dat voornamelijk de toegankelijkheid en bereikbaarheid voor gebruikers, klanten en diensten in de nabije omgeving van het kantoorgebouw van belang zijn (Fuerst, 2007).

### 2.3.2 Onderzoek naar de bereikbaarheid van kantoorlocaties

Clapp (1980) was één van de eersten die een hedonisch regressiemodel ontwikkelde om de invloed van locatie op de variatie in huurprijzen voor de kantorenmarkt te verklaren. Clapps onderzoek analyseerde de variatie van de gebouwkenmerken en locatievariabelen, afstand tot een central business district (CBD), gemiddelde pendeltijd van werknemers en vierkante meters kantoorruimte binnen een specifieke straal. Clapp (1980) heeft aangetoond dat deze locatievariabelen allemaal significant zijn, hoewel het belang van de afstand tot CBD significant hoger was: hij concludeerde dat bedrijven bereid zijn om een huurpremium te betalen voor face-to-face contacten binnen het CBD.

Nitsch (2006) analyseerde de invloed van locatie op huurwaarden binnen de kantoormarkt in München, met name gericht op de afstand tot de luchthaven en de toegang tot het openbaar vervoer. Hoewel deze variabelen zeer significant zijn, toont het onderzoek van Nitch aan dat variaties in huurwaarden meestal een resultaat zijn van de verschillen in sub-markten.

De invloed van locatie op de huurwaarden is ook geanalyseerd binnen de Nederlandse markt; Jennen en Brounen (2009) onderzochten de Amsterdamse kantoormarkt tussen 2000 en 2005. Hun voornaamste doel was om de effecten van clustering op kantoorhuren te analyseren. Jennen en Brounen (2009) concluderen dat clusters zeer significant zijn en een positief effect hebben op het huurprijsniveau, ongeacht de heersende marktomstandigheden. Huurprijzen stijgen met 4,5% wanneer de lokale kantoormarkt verdubbeld is. Deze auteurs stellen dat dit wordt veroorzaakt door locatie-externaliteiten en agglomeratie-effecten.

Een andere belangrijke invloed op de huurwaarden is de leegstand in de directe omgeving van een kantoorgebouw. Onderzoek in de Verenigde Staten toonde een statistisch significant verband tussen leegstand en het huuraanpassingsproces (Shilling, Sirmans, & Corgel, 1987; Wheaton & Torto, 1994). Vergelijkbare resultaten zijn gevonden in een analyse van de Nederlandse markt (Keeris & Koppels, 2006).

### 2.3.3 De Randstad

Dit onderzoek richt zich alleen op de Randstad. De Randstad is een conurbatie in Nederland bestaande uit een ring van verstedelijking rondom een meer landelijk gebied: het Groene Hart. Uit onderzoek van Vink & Verlaak (2004) blijkt dat de huurprijzen van kantoorlocaties in de Randstad voor 40% verklaard kunnen worden vanuit locatiekwaliteit. Buiten de Randstad is dit zelfs 80%. Vanwege dit hoge percentage buiten de Randstad zal dit onderzoek zich richten op kantoorlocaties binnen de Randstad, zodat de invloed van locatie op de huurprijs beperkt blijft.

### 2.3.4 Kantoorlocaties in de Randstad

Kantoorlocaties in de Randstad worden gekenmerkt door de aanwezigheid van multifunctionele knooppuntlocaties die zowel via snelwegen als met openbaar vervoer bereikbaar zijn. Naast optimale bereikbaarheid beschikken deze locaties over een hoog voorzieningenniveau en uitstekende energie-efficiënte en duurzame gebouwen. Tevens hebben enkele locaties een sterk internationaal imago, zoals de Zuidas in Amsterdam. Om inzicht te bieden in de omvang en specifieke kenmerken van de vier belangrijkste kantoorlocaties van de Randstad, zijn deze kort beschreven, in een volgorde van groot naar klein (Van der Neut & Brands, 2018). Daarnaast zijn in tabel 1 de specifieke eigenschappen van de kantorenmarkten per stad uiteengezet.

Tabel 1: Eigenschappen kantoorlocaties (Bak, 2015; Eigen bewerking)

Kantoren Locatie		Amsterdam	Den Haag	Rotterdam	Utrecht
Opnamevolume	Omvang	469.100 m <sup>2</sup>	120.450 m <sup>2</sup>	139.100 m <sup>2</sup>	151.950 m <sup>2</sup>
	Toename t.o.v. vorig jaar	4%	4%	20%	25%
Aanbodvolume	Omvang	1.019.300 m <sup>2</sup>	674.950 m <sup>2</sup>	758.150 m <sup>2</sup>	498.050 m <sup>2</sup>
	Daling t.o.v. vorig jaar	43%	40%	26%	28%
Kantoormarkttratio	Waarde afgelopen jaar	46%	18%	18%	31%
	Waarde vorig jaar	39%	18%	12%	19%
Transacties	Aantal	330	116	119	135
	Gemiddelde metrage	1.420 m <sup>2</sup>	1.042 m <sup>2</sup>	1.170 m <sup>2</sup>	1.125 m <sup>2</sup>

De Amsterdamse kantorenmarkt is sterk verbonden met de internationale kantorenmarkten in Londen, Parijs en Frankfurt. De huidige marktdynamiek op de Amsterdamse kantorenmarkt maakt dat de huurprijzen sterk opwaarts onder druk staan (Van der Neut & Brands, 2018). De huurprijzen op de Amsterdamse Zuidas, het Central Business District van Amsterdam, liggen inmiddels op een niveau van €350,- tot €450,- per vierkante meter per jaar.

Den Haag is qua voorraad de tweede kantorenstad van Nederland, mede door de nationale en internationale overheidsorganen die er gevestigd zijn. Daarnaast is er een grote commerciële kantorenmarkt (JLL, 2017). Den Haag kende over de periode 2005-2017 de laagste kantorenleegstand ten opzichte van de andere drie steden.

Rotterdam is de derde kantorenmarkt van Nederland en van oudsher sterk gerelateerd aan de haven, de verzekeringsbranche en de zakelijke dienstverlening (JLL, 2017). Enkele grote Nederlandse multinationals, zoals Shell en Unilever, hebben hier hun hoofdkantoor. Sinds 2014 hebben beleggers weer vertrouwen in de Rotterdamse kantorenmarkt, waardoor het beleggingsvolume in kantoren sindsdien verviervoudigd is (JLL, 2017).

De Utrechtse kantorenmarkt is de vierde markt van Nederland. Utrecht fungeert in sterke mate als substituut voor de krappe en dure kantorenmarkt in Amsterdam (Dynamics, 2017). Daarom hebben enkele kantoorgebruikers gekozen voor een (hoofd)vestiging in Utrecht. Als gevolg daarvan kende de Utrechtse kantorenmarkt het afgelopen jaar een aanzienlijk hogere dynamiek dan in voorgaande jaren, mede gestimuleerd door de oplevering van het nieuwe Centraal Station, het grootste treinstation van Nederland (Dynamics, 2017).

### **2.3.5 Kantoorlocatietypes**

In vergelijking met andere landen, waar meestal slechts enkele concentratiepunten zijn, is in Nederland sprake van een relatief grote spreiding van kantoren over het land (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2013). Als gevolg van deze ruimtelijke spreiding zijn in de twintigste eeuw diverse kantoorlocaties ontstaan in Nederland. Bak (2015) definieert vier verschillende locatietypes: kantorenwijk, centrum, woonwijk en bedrijventerrein. Het 'central business district' (CBD), of zakendistrict, wordt hieraan toegevoegd als vijfde type. Van alle kantoorgebouwen in Nederland staat ruim een derde in kantorenwijken, een kwart in stadscentra, een vijfde in woonwijken en een zesde op bedrijventerreinen. De helft van de totale kantoorvoorraad staat in Noord-Holland en Zuid-Holland en een derde van de totale voorraad staat in de vier grootste steden.

Volgens Vink & Verlaat (2004) vormen de volgende vijf locatiekenmerken de grootste meerwaarde voor een locatie: ligging, voorzieningenniveau, representativiteit, parkeergelegenheid en

autobereikbaarheid. Deze top vijf van locatiekenmerken worden bevestigd door Van der Erve (2011) De hiërarchie blijkt echter sterk te verschillen. Uit het onderzoek van Vink & Verlaat (2004) blijkt dat de bereikbaarheid van de locatie per auto veel minder ten grondslag ligt aan de verklaring van het verschil in huurprijsniveau. Daarentegen blijkt het voorzieningenniveau van aanzienlijk groter belang te zijn dan men voorheen dacht. Tabel 2 geeft een overzicht eergegeven van de kenmerken per type kantoorlocatie.

Tabel 2: Kantoorlocatie beoordeling (Bak, 2015; Eigen bewerking)

	<b>Kantoorlocatie types</b>				
	Woonwijk	Kantorenwijk	Industrieterrein	Stedelijk	CBD (Zuidas)
Auto Bereikbaarheid	+/-	+	+	-	+
OV Bereikbaarheid	+/-	+/-	-	+	+
Parkeren	-	+	+	-	+
Voorzieningen	-	+/-	-	+	+
Uitstraling	+/-	+/-	-	+	+

### 2.3.6 Huurbepalende variabelen op locatieniveau

Op het gebied van onroerend goed is een veelgehoorde stelling dat het huurniveau van kantoorgebouwen wordt bepaald door 'locatie, locatie en locatie' (Statler, 1912). Daarmee bedoelde Statler dat de locatie met voorkeurskenmerken de *willingness-to-pay*, uitgedrukt in huurniveau, het sterkst beïnvloedt (Koppels et al., 2009). Het bestuderen van de locatie van het kantoorgebouw kan op verschillende abstractieniveaus. Ten eerste kan de locatie worden bestudeerd vanuit een fysiek oogpunt, zoals het locatietype en de directe omgeving. Ten tweede kan men het niveau van abstractie verhogen en strikt kijken naar de geografische locatie en bereikbaarheid. Het succes van kantoorlocaties in de Randstad wordt zo met name verklaard door de aanwezigheid van multifunctionele knooppuntlocaties die goed bereikbaar zijn via zowel snelwegen als verschillende openbaar vervoersmodaliteiten zoals intercitytreinen, de metro en hoogwaardig openbaar vervoer (JLL, 2014). Naast optimale bereikbaarheid beschikken deze locaties over een mix aan functies en een hoog voorzieningenniveau, uitstekende en duurzame gebouwen en een sterk internationaal imago. Gezien de veelzijdige invloed die de locatie van een kantoor kan hebben op de huurprijs is ervoor gekozen om kantoorlocatie te definiëren in termen van verschillende huurprijsbepalende factoren, die apart worden geanalyseerd. Deze factoren worden hieronder toegelicht:

#### **Walk Score**

De beloopbaarheid van een kantoorgebouw wordt gemeten middels de Walk Score. Deze score wordt gegeven op een schaal van 1 tot 100. Hoe hoger de score, hoe beter de beloopbaarheid. Bij het toekennen van de score wordt gekeken naar de afstand tot faciliteiten zoals winkels, restaurants en scholen. De validiteit van deze methodiek is onderzocht en bevestigd (Carr, 2011). Uit onderzoek van Pivo & Fisher (2011) is gebleken dat beleggers bereid zijn om een 'beloopbaarheidspremie' te

betalen voor vastgoed met een hoge Walk Score. Ook Kok et al. (2012) vonden een positief verband tussen de huurprijs en de Walk Score. Deze invloed van de Walk Score wordt in Nederland niet altijd gevonden: wanneer dit niet het geval was, ging het om centrum-locaties. Als mogelijke verklaring hiervoor gaf De Heus (2014) aan dat op centrum-locaties toch al een hoog voorzieningenniveau geldt. Verwacht wordt dat er in de toekomst meer aandacht zal komen voor de beloopbaarheid van locaties (Pivo & Fisher, 2011) als resultaat van algehele verdichting, urbanisatie en toenemende verkeersdruk (Myers et al., 2001), maar ook vanwege de toenemende aandacht voor milieuvervuiling, uitstoot en duurzaamheid in het algemeen (Shiller, 2007).

### **Reistijd naar een intercity treinstation**

In Nederland is met wisselende uitkomsten onderzoek gedaan naar de invloed van de reistijd van een kantoor tot een treinstation; intuïtief lijkt het waarschijnlijk dat een locatie dichtbij een station een positief effect heeft op een huurprijs, dit is dan ook de conclusie van zowel De Heus (2014) als van Kok et al. (2012), hoewel in het laatstgenoemde onderzoek de afstand, en niet de looptijd, werd onderzocht. Ziermans (2015) stelde echter, in een onderzoek waarbij werd gekeken naar de loopafstand en niet naar de looptijd, vast dat in Amsterdam een positief verband bestaat tussen de afstand tot een station en de kantoorhuurprijs. Ziermans (2015) concludeerde dat dit komt door de populariteit van binnenstedelijke locaties in deze stad, waar andere soorten openbaar vervoer relevanter zijn.

### **Reistijd tot de oprit van een snelweg**

De Heus (2014) heeft vastgesteld dat de reistijd per auto vanaf het kantoor tot aan de oprit van een snelweg een positieve invloed heeft op de te realiseren huurprijs. Ziermans (2015) vond echter juist een negatieve invloed, mogelijk doordat populaire binnenstedelijke gebieden juist ver van de snelweg(oprit) afliggen.

### **Reistijd tot de luchthaven**

De reistijd tot de luchthaven heeft volgens Nitsch (2006) een positieve invloed op de te realiseren huurwaarde. Nitsch (2006) stelde een negatieve samenhang vast tussen de reisafstand naar Munich Airport en kantoorgebouwen, gecontroleerd op overige gebouwkenmerken, naburige faciliteiten en toegankelijkheid van andere manieren van transport.



## **2.4 MICRONIVEAU (I): GEBOUWKENMERKEN**

### **2.4.1 Introductie**

Een kantoor is een heterogeen goed; de waarde ervan is afhankelijk van diverse kenmerken. Vastgoedwaardering heeft betrekking op de identificatie, analyse en kwantificering van deze kenmerken (Dunse & Jones, 1998). In deze paragraaf wordt ingegaan op de belangrijkste huurbepalende en kenmerkende factoren van een kantoorgebouw. Verschillende onderzoeken hebben geprobeerd te bepalen welke fysieke bouwkenmerken invloed hebben op de financiële prestaties van een kantoorgebouw. De meeste onderzoeken hebben gekeken naar fysieke gebouweigenschappen in relatie tot de huurprijs. Öven & Pekdemir (2006) hebben een aantal relevante fysieke bouwkenmerken gevonden, te weten (op volgorde van afnemende invloed): ouderdom van het gebouw, percentage leegstand kantoor, totale vloeroppervlakte, aantal verdiepingen en het percentage gemeenschappelijke ruimte in het gebouw.

### **2.4.2 Huurbepalende variabelen op kantoorgebouwniveau**

Over het algemeen zijn oppervlakte, bouwjaar en het aantal verdiepingen de variabelen waar in ieder geval op gecontroleerd dient te worden. Deze studie tracht echter zo nauwkeurig en volledig mogelijk te controleren op de algehele gebouwkenmerken. De in dit onderzoek gebruikte kantoorgebouwvariabelen zijn gebaseerd op de literatuur: hoewel een variabele misschien theoretisch relevant lijkt, is het praktische gebruik ervan grotendeels afhankelijk van de beschikbaarheid van informatie. Een synthese van zowel theoretische relevantie als praktische beperkingen heeft geleid tot de volgende reeks variabelen:

### **2.4.3 Oppervlakte**

De huurprijs van het gebouw is positief gerelateerd aan de oppervlakte van het gebouw en de oppervlakte van de footprint (Fuerst et al., 2011), onder andere omdat de gelegenheid voor persoonlijke interactie tussen mensen afhankelijk is van de ruimte (Clapp, 1980; Fuerst, 2007; Fuerst et al., 2011). Clapp (1980) bevestigt het belang van persoonlijke interactie bij het nemen van (management)beslissingen op diverse niveaus in de organisatie. Gat (1998) heeft aangetoond dat de waarde van persoonlijke communicatie nog steeds groot is, ondanks de wijdverbreide beschikbaarheid van informatie- en communicatietechnologie. Met name multinationals zijn vaak bereid om een huurpremium te betalen voor omvangrijke aaneengesloten kantoorruimte, omdat het hun medewerkers in staat stelt tot persoonlijke interactie (Fuerst et al., 2011). Hiermee kan het presteren van de organisatie worden geoptimaliseerd.

#### **2.4.4 Bouwjaar**

Uit de onderzoeken van Bollinger et al. (1998) en Dunse et al. (2003) blijkt dat de huurprijs van een kantoorgebouw een significante relatie heeft met het bouwjaar. In beide studies wordt het bouwjaar uitgedrukt als gebouwjaar, waarbij een renovatie een recentere gebouwjaar tot gevolg heeft. Een recentere gebouwjaar heeft vervolgens een positieve invloed op de huurprijs (Bollinger et al., 1998; Dunse et al., 2003). De leeftijd of het bouwjaar van een gebouw is een aanwijzing voor de kwaliteit van de technologische infrastructuur, de geschiktheid van de vloerlay-out en de mate van energiezuinigheid. Het bouwjaar van een kantoor is in diverse onderzoeken een significante determinant van de huurprijs gebleken (Bollinger, Ihlanfeldt & Bowes, 1998; Slade, 2000; Dunse et al., 2003). In dit onderzoek wordt de bouwleeftijd uitgedrukt als het bouwjaar, waarbij de aanname is dat een recentere bouwjaar een positieve impact heeft op de huurprijs. Over het algemeen is het bouwjaar een goede indicator van de kwaliteit van een gebouw. De kwaliteit van een gebouw is namelijk onderhevig aan steeds strengere eisen vanuit het Bouwbesluit, zoals de verplichting van het label per 1 januari 2008 en de in 2015 aangescherpte EPC-eis voor kantoren tot 0,8 (RVO, 2019).

#### **2.4.5 Aantal verdiepingen**

Het aantal verdiepingen in een gebouw duidt veelal op de aanwezigheid van geavanceerde liftsystemen, het bieden van panoramische uitzichten en potentiële iconische waarde. Dit betekent dat de hoogte van een gebouw invloed heeft op de huurprijs (Fuerst, 2007). Shilton en Zaccaria (1994) vonden een significante relatie tussen de gebouwhoogte en de huurprijs van kantoren in Manhattan. In de literatuur wordt het aantal verdiepingen van een kantoorgebouw meermaals genoemd als onafhankelijke variabele die invloed is op de huurprijs van een kantoor. Fuerst en McAllister (2011) toonden een significante correlatie aan tussen de huurprijs en het aantal verdiepingen van een gebouw. Van Assendelft (2017) heeft aangetoond dat het aantal verdiepingen, en vooral de verdieping van het gehuurde, een positief verband heeft met de huurprijs.

#### **2.4.6 Parkeervoorzieningen**

Naast het verhuurbaar vloeroppervlakte, (ge)bouwjaar en aantal verdiepingen worden parkeervoorzieningen in meerdere studies genoemd als relevant pandkenmerk (Atilla Öven & Pekdemir, 2006; Dunse & Jones, 1998). Een hoge parkeerratio, d.w.z. weinig parkeerplaatsen in verhouding tot het totaal verhuurbaar vloeroppervlakte, heeft volgens Nitsch (2006) een significant negatieve invloed op de huurprijs.

#### **2.4.7 Vloeroppervlakte**

Omdat kantoorgebouwen met een groter gemiddeld vloeroppervlak de mogelijkheden voor face-to-face contact vergroten, wordt verwacht dat het kantooroppervlak positief gecorreleerd is met huurprijs. In een waarderingsraamwerk hebben Shilton en Zaccaria (1994) geconstateerd dat de voetafdrukvariabele positief en significant is. Ze suggereren dat gebouwen met een grotere footprint

meer flexibiliteit bieden voor het implementeren van nieuwe technologie, waardoor ze een hogere waarde hebben dan gebouwen met een kleinere footprint. Bollinger, Ihlanfeldt en Bowes (1998) vonden de gemiddelde variabele en significante determinanten van het vloeroppervlak in zowel lineaire als log-lineaire modellen. In hun analyse was de parameter op de gemiddelde vloeroppervlakte-variabele groter dan nul, maar kleiner dan één. Dit suggereert dat huurprijzen met een afnemend percentage stijgen ten opzichte van het gemiddelde vloeroppervlak. De voorgaande studies suggereren dat de huurprijzen naar verwachting een concave relatie vertonen met betrekking tot het gemiddelde vloeroppervlak.

#### **2.4.8 Kantoorgebouw typologie**

Kantoorgebouwen zijn de afgelopen 500 jaar aanzienlijk veranderd (Remøy, 2010). De eerste kantoorgebouwen werden ontwikkeld om het beheer van industriële bedrijven mogelijk te maken en werden meestal gebouwd voor een eigenaar-gebruiker (Van Meel 2000). In de loop van de tijd nam de werkgelegenheid toe; bedrijven investeren eerder geld in hun kernactiviteiten dan in hun gebouwen; flexibiliteit was nodig en kantoorgebouwen waren gestandaardiseerd om aan de eisen van standaard kantoororganisaties te voldoen (Remøy, 2010).

Volgens Gijsselaar (2009), Van der Erve (2011) en Kuypers (2014) heeft de kantoortypologie significante invloed op de huurprijs van een kantoorgebouw. Daarom zijn in dit onderzoek zes verschillende gebouwtypologieën opgenomen. De eerste typologie is 'hoogbouw'. Hoogbouw wordt gedefinieerd als een gebouw met ten minste negen verdiepingen (Kuypers, 2014). De tweede typologie is 'complex', dit is een kantoorgebouw dat uit meerdere individuele volumes bestaat. Verder bestaat de gebouwtypologie 'kantoorpaviljoen'. Een kantoorpaviljoen is een klein, vrijstaand gebouw met maximaal drie verdiepingen dat wordt bewoond door één huurder (Kuypers, 2014). Daarnaast kunnen kantoren ook als 'stedelijk' worden gekarakteriseerd. Stadskantoren zijn genest in het normale straatbeeld en kunnen moeilijk te identificeren zijn. Daarnaast bestaan er monumentale kantoorgebouwen. Tot slot is er een zesde gebouwtypologie namelijk de 'standaard' kantoorgroep geïdentificeerd. Standaard kantoren komen niet overeen met een van de vorige typologieën. Dergelijke kantoren zijn meestal vier of vijf verdiepingen hoog en vrijstaand.

## **2.5 MICRONIVEAU (II): ENERGIEZUINIGHEID EN DUURZAAMHEID**

### **2.5.1 Introductie**

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op energiezuinigheid en duurzaamheid in de commerciële vastgoedsector en de effecten daarvan op de huurprijs en daarmee de waarde van een kantoorgebouw. Een vastgoedobject wordt erkend als duurzaam aan de hand van een toetsing aan ten minste een erkend duurzaamheidslabel. Duurzaamheid labels dienen ter herkenning, meting en vergelijking van de duurzaamheid. In Nederland wordt het energielabel voor kantoren het meest gebruikt om de mate van duurzaamheid en energiezuinigheid te meten. Het doel van deze paragraaf is om meer inzicht te geven in het begrip duurzaamheid en het effect van energiezuinigheid op de financiële prestatie van commercieel vastgoed.

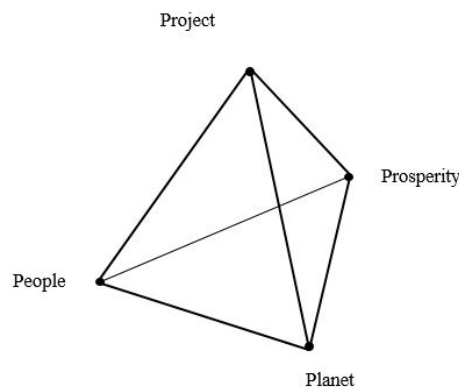
### **2.5.2 De invloed van de gebouwde omgeving op het klimaat**

De klimaatverandering op aarde is te verklaren door de algehele temperatuurstijging. Deze temperatuurstijging is grotendeels te verklaren door de toenemende hoeveelheid broeikasgassen als CO<sub>2</sub>. Kibert (2006) heeft aangetoond dat de gebouwde omgeving meer dan enige andere factor direct impact heeft op het ecosysteem: uit een onderzoek van het Milieuprogramma van de Verenigde Naties (2009) blijkt dat gebouwen verantwoordelijk zijn voor ten minste 40% van de mondiale broeikasgasemissies. Volgens Robichaud en Anantamula (2010) heeft de gebouwde omgeving het grootste potentieel om de uitstoot van broeikasgassen aanzienlijk te verminderen. Met het gebruik van bewezen technologieën kan het energieverbruik in gebouwen met naar schatting 30-80% worden verlaagd tijdens de levenscyclus van een gebouw (UNEP, 2009). Het afgelopen decennium groeit het besef van de impact van de gebouwde omgeving op het milieu en daarmee op de klimaatveranderingen (Robichaud & Anantamula, 2010). Als gevolg hiervan implementeren overheden meer en meer duurzame normen en verordeningen om de implementatie van duurzaamheid in de praktijk te stimuleren. Meerdere onderzoeken hebben aangetoond dat duurzame bouwmethoden het energieverbruik en de broeikasgasemissies van de gebouwde omgeving aanzienlijk kunnen verminderen: Kats (2003) toonde onder zestig LEED-gecertificeerde commerciële gebouwen aan dat gecertificeerde duurzame gebouwen gemiddeld 25-30% minder energie verbruiken dan niet-gecertificeerde conventionele gebouwen. Watson (2009) bij bevestigt dat LEED-gecertificeerde commerciële gebouwen 25% minder energie verbruiken tijdens de operationele periode van een gebouw dan niet-gecertificeerde gebouwen. Volgens Robichaud en Anantamula (2010) verbruiken duurzame gebouwen 42-52% minder energie.

### 2.5.3 Duurzaamheid

Duurzaam zijn is meer dan alleen het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en het besparen van energie. Duurzaamheid betreft "Een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie, zonder het vermogen van toekomstige generaties in gevaar te brengen om in hun eigen behoeftes te voorzien" (Brundtland, 1987). Deze definitie bestaat uit twee belangrijke componenten: het vervullen van menselijke behoeften en ethische verantwoordelijkheid tussen generaties. Daarnaast is volgens Dyllick en Hockerts (2002) duurzaamheid gericht op een evenwicht tussen economische groei, sociale verantwoordelijkheid en de capaciteit van natuurlijke hulpbronnen. Volgens Meadows et al. (1972) dient er een evenwicht tussen deze elementen gecreëerd te worden omdat ze met elkaar verweven zijn en elkaar beïnvloeden. De harmonisatie van deze drie doelstellingen is opgenomen in de Triple Bottom Line-theorie van Elkington (2004). Volgens hem is duurzaamheid het creëren van financiële waarde voor de organisatie, terwijl gezorgd wordt voor de werknemers, stakeholders en de maatschappij, waarbij geen schade aan het milieu ontstaat (Elkington, 2013). De Triple Bottom Line-theorie verwijst naar de drie P's: People, Planet, Profit (Brundtland, 1987). Tijdens een VN-conferentie in 2002 is profit vervangen door prosperity. Prosperity omvat meer dan alleen winst en benadrukt tevens de welvaart van individuele landen. Daarnaast is in 2002 tijdens een conferentie over duurzaam bouwen in Oslo besloten om de Triple P-theorie te verbreden met een ruimtelijke dimensie. Sindsdien maakt 'Project' als vierde P deel uit van het model (figuur 12). De vier aspecten staan voor de volgende zaken:

- People: het welzijn van de mensheid en de sociale kwaliteiten. Hier staan aspecten centraal als gezondheid, sociale cohesie, vrijheid en veiligheid.
- Planet: milieukwaliteit. Hier staan aspecten centraal als energie, water en materialen.
- Prosperity: voor het economische welzijn van bedrijven, individuen en landen. Hier staan aspecten centraal als winst, welvaart en betaalbaarheid.
- Project: de relatie met de omgeving, visuele kwaliteit, ruimtelijke opbouw en structuur.



Figuur 14: The tetrahedron of sustainable construction (Van Dorst & Duijvestein, 2004)

Hiermee is het tetraëder model van duurzaam bouwen ontstaan (figuur 12) (Hooimeijer et al., g.d.). De tetraëder kan gebruikt worden om het belang van de verschillende P's en hun onderlinge relatie aan te duiden.

#### **2.5.4 Energielabels**

Energielabels kunnen worden geïnterpreteerd als een milieukeur (Fuerst & McAllister, 2011). In het afgelopen decennium zijn diverse milieukeurenmerken geïntroduceerd in de commerciële vastgoedsector. Binnen nationale vastgoedmarkten kan er een mix van verplichte en vrijwillige milieukeuren zijn. Aangezien steeds meer lokale regelgevende instanties het verkrijgen van een vrijwillig milieulabel vereisen, worden labels zoals BREEAM en LEED bijna verplicht, omdat het onderscheid tussen vrijwillig en verplicht is vervaagd (Fuerst & McAllister, 2011).

Het meten van het energieverbruik in nieuwe en bestaande gebouwen is verplicht geworden volgens de EU-richtlijn Energy Performance Building Directive (EPBD) die is vastgesteld in 2002 en per 2003 in werking is getreden. Het doel van deze richtlijn is het stimuleren van een verbeterde energieprestatie voor gebouwen binnen de Europese Unie. De EPBD eist onder meer dat gebouweigenaren bij verhuur- of verkoopmomenten moeten beschikken over een EPA-U label. Het EPA-U label geeft de energieprestatie van een gebouw weer, inclusief een opsomming van mogelijke energiebesparende maatregelen. Utiliteitsgebouwen (waaronder kantoorgebouwen) vallen onder het regime van het Energie Prestatie Advies Utiliteit (EPA-U). Het EPA-U label, ofwel het energielabel, heeft een klasse-indeling van zeven opeenvolgende labelscores van A-G. Hierbij worden de gebouwen met energielabel A-B-C gerekend tot de energiezuinige gebouwen (Eichholtz et al., 2009). Meer dan de helft van de utiliteitsgebouwen voldoet op dit moment niet aan de minimumeis van energielabel C. De huidige voorraad kantoorgebouwen telt volgens het rapport 'Verplicht Energielabel voor kantoren' van het EIB en ECN ruim 67.000 gebouwen met ruim 85 miljoen vierkante meter bruto vloeroppervlakte. De Energieprestatie-Index op het energielabel heeft als primaire doel om de energieprestatie van gebouwen onder gelijke omstandigheden met elkaar te kunnen vergelijken. Het energielabel heeft dus niets met het daadwerkelijke energieverbruik van een specifiek gebouw te maken (tabel 3).

Tabel 3: Energieklassen voor utiliteitsgebouwen (RVO, 2018; Eigen bewerking)

Energie Label	Grenswaarden Energie-Index (EI)	
	Van:	Tot:
A++	Kleiner of gelijk aan 0,50	
A+	0,51	0,70
A	0,71	1,05
B	1,06	1,15
C	1,16	1,30
D	1,31	1,45
E	1,46	1,60
F	1,61	1,75
G	Groter dan 1,75	






### 2.5.5 Energielabel C-verplichting

In het Energieakkoord is het streven opgenomen dat de gebouwde omgeving per 2050 energieneutraal dient te zijn. Daarom wordt per 1 januari 2023 energielabel-C de minimumeis (RVO, 2018). Deze energielabel C-verplichting geldt voor zowel publieke als private gebouwen die volgens de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) een kantoorfunctie hebben. Voor de gebouwgroote is een ondergrens ingesteld van 100 m<sup>2</sup> BVO. De energielabel C-verplichting komt neer op een Energie Index van maximaal 1,3. Vooralsnog zijn monumenten uitgezonderd. Daarnaast is de ambitie geformuleerd dat gebouwen in 2030 minstens een energielabel klasse A hebben. De kosten voor het verbeteren van de panden die niet aan energielabel C voldoen, worden geraamd op € 860 miljoen (EIB, 2016). Omdat met de verbetering van de energieprestatie het energieverbruik teruggedrongen wordt, levert de investering een financiële besparing op. De maatregelen voor het verbeteren van de gebouwen verdienen zichzelf daardoor terug binnen drie tot zeven jaar.

### 2.5.6 Instrumenten voor duurzaamheid en energiebeoordeling

Hoewel er consensus bestaat over aspecten die duurzame gebouwen vormen, bestaat er geen universeel geaccepteerde methode of systematiek om duurzame gebouwen te kwalificeren en te vergelijken. Er bestaan wel methoden die duurzaamheidsprestaties van gebouwen beoordelen en op basis daarvan classificeren in verschillende categorieën. De opkomst en snelle groei van vrijwillige certificeringssystemen zoals BREEAM en LEED weerspiegelen een paradigmaverschuiving naar meer milieubewustzijn in de commerciële vastgoedsector (Reichardt, 2013). Het hoofddoel van deze vrijwillige certificeringen is het inzichtelijk maken van de energiezuinigheid en duurzaamheid van gebouwen voor zowel de kantoorgebruikers als ontwikkelaars en beleggers. In alle duurzaamheidsbeoordelingsinstrumenten wordt de beoordeling uitgevoerd door geautoriseerde professionals die zijn aangesteld door de groene bouwraden, zoals in Nederland de Dutch Green Building Council. Daarnaast is de World Green Building Council is opgericht om de verschillende groene bouwraden in de wereld te coördineren. Tabel 4 geeft een overzicht met veel gebruikte duurzaamheidsbeoordelingsinstrumenten op de Nederlandse kantorenmarkt.

Tabel 4: Overzicht en Toetsingsinstrumenten van duurzaamheidscertificeringen (Eigen illustratie, gebaseerd op Steenkamp 2018)

DUURZAAMHEID LABELS		BREEAM	LEED	GreenCalc+	GPR Gebouw	Energie label
Algemeen	Logo					
	Organisatie	Building Research Establishment (BRE)	United States Green Building Council (USGBC)	Stichting Sureac (Rijksgebouwendienst)	W/E adviseurs (Gemeente Tilburg)	EPBD (Energy Performance of Building Directive)
	Oprichting jaar	1990	1998	1996	1995	2008
	Land van herkomst	Verenigd Koninkrijk	Verenigde Staten	Nederland	Nederland	Europa
	Beschrijving	Prestatiemethodiek waarmee een standaard voor een duurzaam gebouw wordt gesteld.	Prestatiemethodiek waarmee een standaard voor een duurzaam gebouw wordt gesteld	Prestatie instrument voor het meetbaar en bespreekbaar maken van de duurzaamheid van vooral gebouwen	Prestatie instrument voor het meetbaar en bespreekbaar maken van duurzaam bouwen	Prestatie instrument voor het meetbaar en bespreekbaar maken energieverbruik.
Schaalniveau	Gebied	✓	✓	✓	X	X
	Gebouw	✓	✓	✓	✓	✓
Breedte	Energie	✓	✓	✓	✓	✓
	Duurzaamheid	✓	✓	✓	✓	X
Energieposten	Gebouw	✓	✓	✓	✓	✓
	Gebruik	X	✓	✓	X	X
	Materiaal	✓	✓	✓	✓	X
Norm	Norm	X	X	X	X	✓
	Keurmerk	✓	✓	X	X	X
Categorie	Management	✓	✓	X	X	X
	Energie	✓	✓	✓	✓	✓
	Gezondheid	✓	✓	X	✓	X
	Vervuiling	✓	✓	X	✓	X
	Transport	✓	✓	✓	✓	X
	Ecologie	✓	✓	X	X	X
	Water	✓	✓	✓	✓	X
	Afval	✓	✓	✓	✓	X
Beoordeling	Niveaus	Outstanding Excellent Very Good Good Pass	Platinum Gold Silver Certified	***** **** *** ** *	Milieu-index	A++ A+ A B C D E F G
Kosten	Certificering	Hoog	Hoog	Gemiddeld	Gemiddeld	Laag

### 2.5.7 De redenen voor de huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen

Huurders van duurzame en energiezuinig kantoorgebouwen profiteren van de volgende voordelen: lagere energiekosten, hogere productiviteitretentie van werknemers, minder verzuim van werknemers, imago- en reputatieverhoging (Fuerst & McAllister, 2011; Eichholtz et al., 2010). Duurzaamheid kan gedurende de gehele levensduur van een gebouw het energieverbruik, afval en



gebruik van water verminderen. Tevens zijn duurzame gebouwen vaak gerelateerd aan innovatie en een kwalitatief hoogwaardig binnenklimaat, wat de prestaties van de werknemers ten goede komt.

### **Lagere energiekosten**

Het meest directe voordeel van duurzame en energie-efficiënte kantoorgebouwen is het lagere energieverbruik, waardoor de totale energiekosten aanzienlijk worden gereduceerd (Reichardt, 2015). Kats (2003) vergelijkt zestig LEED-gecertificeerde kantoorgebouwen met soortgelijke conventionele gebouwen, waarbij is aangetoond dat LEED gecertificeerde gebouwen gemiddeld 25-30% minder energie gebruiken dan conventionele gebouwen. Ook andere onderzoekers toonden aan dat gebouwen die LEED-gecertificeerd zijn aanzienlijk minder energie verbruiken dan conventionele gebouwen (Turner & Frankel, 2008; Fowler & Rauch, 2008). In 2009 zijn diverse studies verricht op basis van de analyse van Kats (2003). Newsham et al. (2009) vergeleken honderd LEED-gecertificeerde gebouwen met vergelijkbare, traditioneel gebouwde, gebouwen en vonden dat de LEED-gebouwen tussen 18-39% minder energie verbruiken. In vervolgonderzoek heeft Kats (2010) de bestaande dataset uitgebreid naar honderdvijftig groene gebouwen verdeeld over elf verschillende landen, en aangetoond dat duurzame gebouwen profiteren van een derde minder energieverbruik en een daling van 40% in het watergebruik. Pivo en Fischer (2010) tonen aan dat de nutsvoorzieningen in Energy Star-gebouwen 12,9% lager zijn per vierkante meter per jaar.

### **2.5.8 Energiezuinige huurbepalende variabele**

Veel vastgoedliteratuur heeft vaak betrekking hebben op de relatie tussen energiezuinigheid en de huurprijs van kantoorgebouwen. Energie-efficiëntie kan waarde toevoegen aan gebouwen wat kan leiden tot een hogere huurprijs, omdat energiezuinigheid aansluit op de nieuwe maatschappelijke vraag, de wetgeving en de maatschappelijke verantwoordelijkheid (CSR) van een bedrijf.

### **EPI-index**

De Energieprestatie-index (EPI) in geeft de totale energie die in een gebouw wordt verbruikt kWh/m<sup>2</sup>/jaar. De EPI wordt beschouwd als de eenvoudigste en relevantste indicator voor het kwalificeren van een gebouw als energie-efficiënt.

### **Energielabel**

Het energielabel moet volgens verschillende Europese richtlijnen (92/75/CEE, 94/2/CE, 95/12/CE, 96/89/CE, 2003/66/CE) worden meegeleverd bij de verkoop of verhuur van gebouwen. De labels variëren van A+++ tot en met G.

## **2.6 MICRO (III): ESTHETISCHE GEVEL KWALITEIT**

### **2.6.1 Introductie**

Eerdere hedonische prijsstudies hebben niet veel aandacht besteed aan de architectonische waarde en esthetische gevelkwaliteit van het gebouwde mogelijk omdat het moeilijk is om een kader te scheppen voor het definiëren en meten van esthetiek. De meeste studies spreken van ‘uiterlijk’ en operationaliseren dit als het onderhoudsniveau van de façade, de technische staat ervan of de kwaliteit van de materialisatie (Muijderman, 2010). De architectonische waarde en fysieke gebouwattributen zijn moeilijk te kwantificeren, waardoor de ruimtemarkt sterk is gesegmenteerd. Deze paragraaf maakt gevelattributen kwantificeerbaar, zodat deze kunnen worden opgenomen in een hedonische prijsanalyse en schept de mogelijkheid om ook de esthetische/architectonische kwaliteit te controleren. Tot op heden is de impact van ‘architecturale kwaliteit’ op een objectpotentieel altijd onderwerp van discussie geweest. Talloze studies hebben geprobeerd tastbare voordelen aan te tonen van een gebouw met een hoge architectonische kwaliteit (Geltner et al., 2007; Lusht, 2012; Lim et al., 2013). De grote kritiek op dergelijke studies is de wijze waarop de mate waarin architectonische kwaliteit of bouwethiek bepaald is en hoe dit in de huurprijs is verwerkt.

### **2.6.2 Verwante empirische studies**

Koppels, Remøy en De Jonge (2009) hebben het belang van het bouwen van beeld- en wijkkenmerken voor kantoorbedrijven geanalyseerd. De gebruikte dataset bestond uit 127 huurtransacties in Amsterdam. Zowel het imago van het gebouw als de buurt waarin het staat hadden een significante en positieve invloed op de huurprijzen. De aanwezigheid van waterlopen had een positieve invloed op de huurwaarde, hetgeen verband hield met het historische centrum van Amsterdam. Significante gebouwspecifieke kenmerken waren de aanwezigheid van een bedrijfslogo op de gevel, parkeerfaciliteiten rond het gebouw en de grootte van de receptie: een grotere gemeenschappelijke ruimte geeft een prestigieuzer kantoorgebouw aan.

Verder is er in Nederland tot op heden geen grootschalig onderzoek gedaan naar de relatie tussen de bouwstijlen, ontwerpkenmerken en de huurprijzen van kantoorgebouwen. In een aantal internationale studies (Hough en Kratz, 1982; Buitenlaar et al., 2014) is de relatie tussen architectuur en prijzen binnen de kantorenvastgoedmarkt wel bekeken. Deze studies richten zich met name op de verschillende meetbare aspecten van de architectuur of de architecturale kwaliteit in een stad en richten zich bijvoorbeeld op de bouwstijl en het aantal façades met een historische of architecturale kwaliteit.

Vandell en Lane (1989) gebruikten belevingsgegevens van een reeks kantoorgebouwen van Klasse-A in Boston en Cambridge om de bijdrage van de architectonische kwaliteit aan de waarde van een

gebouw te kunnen meten: zij vonden dat de huurprijs van gebouwen -qua esthetiek in het hoogste kwintiel beoordeeld- 22% hoger lag dan die van gebouwen in het laagste kwintiel, gerectificeerd voor verschillen in locatie, aantal verdiepingen, etc.

Als onderdeel van een breder onderzoek naar de vaststelling van kantoorhuur in Tel Aviv, gebruikte Gat (1998) verschillende architecten om vijftig individuele gebouwen op een schaal van 1-10 te rangschikken op de kwaliteit van de architectuur zonder verdere uitleg over de gebruikte criteria. Het onderzoek resulteert in een marginale bijdrage van 5,4% aan de huurprijs voor de architectonische kwaliteit van een kantoorgebouw. Hiermee heeft Gatt (1998) aangetoond dat huurders bereid zijn te betalen voor architectonische kwaliteit.

### **2.6.3 Huurbepalende variabelen op façade niveau**

Kwaliteit, vertaald naar de verschijningen van gebouwen, lijkt een invloedrijke factor te zijn voor de bereidheid te betalen van een huurder (Ozus, 2009). Vanwege de prominente positie van de huurder binnen de kantorenmarkt en het diverse uitgebreide aanbod van kantoren, moeten beleggers hun gebouwen op een positieve manier van elkaar onderscheiden, waardoor ze op de voorgrond treden met een aantrekkelijk uiterlijk (Voordt & Poppe, 2009). De esthetische gebouwkwaliteit wordt gekwantificeerd en in kaart gebracht door diverse façadekenmerken die hieronder worden beschreven.

Doordat mensen persoonlijke en uiteenlopende voorkeuren, interesses en achtergronden hebben is het lastig om de architectonische/esthetische kwaliteit van een gebouw te bepalen. De beoordeling van de kwaliteit van een ontwerp en/of gebouw wordt daarmee veelal gezien als een subjectieve beoordeling (Van der Voordt, 2009). Wanneer de architectonische kwaliteit echter als indicator dient voor de esthetische waarde van een gebouw, dienen objectieve indicatoren ter ondersteuning te worden gebruikt om de kwaliteit van het architectonische ontwerp te beoordelen.

Uit voorgaande hedonische studies is gebleken dat het effect van façadekenmerken eigenlijk verwaarloosbaar is. Daarom is ervoor gekozen alleen de volgende façadekenmerken te beschrijven op basis van Gijselaar (2009), Van der Erve (2011), Kuypers (2014) en Muijderman (2014).

#### **Materiaal:**

De materialisatie van de façade kan van significante invloed zijn op de esthetische kwaliteit en de algehele uitstraling van een kantoorgebouw. In totaal zijn zes verschillende materialen in de dataset geïdentificeerd: glas, baksteen, panelen, natuursteen, beton en metaal. Daarnaast is er een categorie voor gevels waarbij een mix van materialen is toegepast.

## **Daglicht**

Daglichttoetreding in kantoorgebouwen wordt algemeen erkend als een belangrijk energiebesparend aspect in de ontwerpstrategie en vereist een zorgvuldig architecturaal ontwerp om er zo veel mogelijk profijt van te kunnen hebben (Johnson et al., 1985). De hoeveelheid daglicht die een gebouw binnenkomt wordt voornamelijk bepaald door het aantal en de grootte van raamopeningen. Raamopeningen hebben een dubbele functie: het toelaten van natuurlijk daglicht en het mensen in staat stellen visueel contact te houden met de buitenwereld (Li & Tsang, 2008). Het is algemeen bekend dat het elektriciteitsverbruik kan worden verminderd door een strategie voor daglichttoetreding toe te passen en daarom is er een toenemende vraag naar het ontwerpen van gebouwen met daglichtefficiëntie.

## **Grid**

De gevel wordt grotendeels beheerst door ofwel een grid (een rechthoekig rooster) ofwel een mengsel van rechthoekige roosters door aaneenschakeling en/of interliniëren. Het grid bepaalt daarmee de flexibiliteit en complexiteit van een gevel.

## **Entree**

Bij het beoordelen van de esthetische kwaliteit is ook het charisma van de entree van een gebouw beoordeeld (Gijsselaar, 2009). Bij de beoordeling van de ingang aan de buitenkant is vooral aandacht besteed aan de aantrekkelijkheid, de bereikbaarheid per auto/te voet en de mate waarin de ingang uitnodigend was. De variabele is onderverdeeld in drie categorieën: aantrekkelijk, gemiddeld aantrekkelijk en onaantrekkelijk.

## **Logo**

Een gebouw kan als bedrijfslogo of als merk dienen, waardoor een sterke bedrijfsidentiteit ontstaat die de waarde voor de aandeelhouders verhoogt. Een logo biedt permanente publiciteit en communiceert de identiteit van een organisatie.

## **Complexiteit**

De complexiteit van de gevel wordt gevormd op basis van het aantal volumes waaruit de compositie van de gevel is samengesteld (Muiderman, 2010).

## **Orde**

Volgens Muiderman (2010) kan de orde van de gevel gedefinieerd worden als het patroon, dat een reeks herhaalbare, identieke elementen binnen een beperkt kader weergeeft. Het kwantificeren van orde binnen een gevel gaat om het meten van het niveau van herhaling van de elementen waaruit de compositie van de gevel bestaat (Muiderman, 2010).



# HOOFDSTUK III | METHODOLOGIE



## HOOFDSTUK III

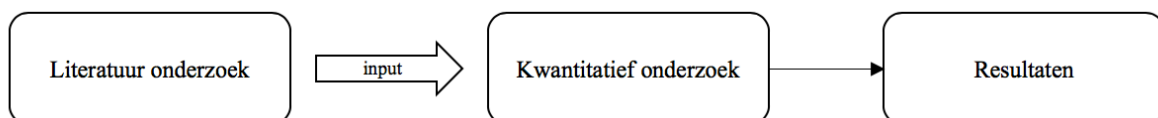
### METHODOLOGIE

#### 3.1 Introductie

In dit hoofdstuk wordt de methodologie van dit onderzoek beschreven. In paragraaf 1.2 – de onderzoeksstrategie – wordt ingegaan op de overwegingen die zijn gemaakt bij het kiezen van de juiste methode. Vervolgens worden in paragraaf 1.3 de datasets besproken die in dit onderzoek zijn gebruikt en in paragraaf 1.4 worden de gebruikte softwareprogramma's toegelicht. Daarna wordt in paragraaf 1.5 het hedonische prijsmodel beschreven dat in essentie vergelijkbaar is met een multi-pele regressie. In paragraaf 1.6 worden de randvoorwaarden van het onderzoek besproken: representativiteit, betrouwbaarheid en validiteit. In paragraaf 1.7 wordt operationalisering van de verschillende factoren die in dit onderzoek zijn meegenomen besproken en wordt uitgelegd hoe deze factoren zijn geoperationaliseerd tot variabelen voor de statistische analyse. Dit hoofdstuk wordt in Paragraaf 1.8 afgesloten met beschrijvende statistieken, waarin de belangrijkste kenmerken van de kwantitatieve dataset worden samengevat, geïnterpreteerd en gepresenteerd.

#### 3.2 Onderzoeksstrategie

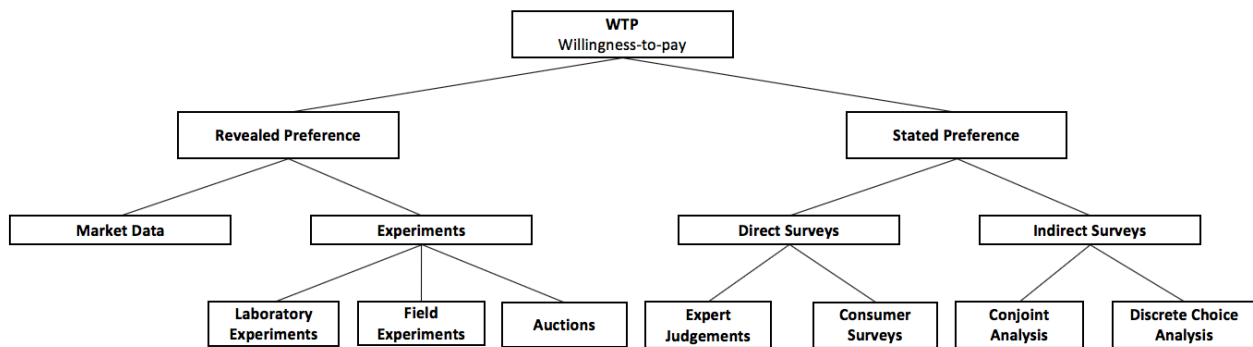
Het onderzoek is kwantitatief van aard, voornamelijk omdat door middel van een kwantitatieve data-analyse veel meer waarnemingen kunnen worden onderzocht dan met kwalitatieve methodes zoals casestudies en of interviews. Kwantitatief onderzoek leent zich meer voor het generaliseren van de uitkomsten op regioniveau, wat van belang is voor de doelstelling van dit onderzoek. Er wordt immers getracht uitspraken te doen met betrekking tot de kantorenmarkt van de gehele Randstad. Verder is het onderzoek deductief. Aan de hand van eerder gedane wetenschappelijke studies, die in het theoretisch kader zijn beschreven, zijn hypothesen opgesteld. Tevens zijn de afhankelijke en onafhankelijke variabelen gebaseerd op reeds uitgevoerde onderzoeken. Daarmee vormt het theoretisch kader (deskresearch) de input voor het kwantitatieve onderzoek. Vervolgens zijn aan de hand van de gevonden data deze hypothesen getoetst op juistheid. Dit zijn kenmerken van deductief onderzoek (Bryman, 2015). Het onderzoeksmodel is gebaseerd op Brymans (2015) waarbij de variabelen voor het kwantitatieve onderzoek wordt geformuleerd in de literatuurstudie. Figuur 13 is een weergave van het onderzoeksmodel.



*Figuur 15: Exploratory sequential design (Hoekstra, 2018; Bryman, 2015)*



De bereidheid om te betalen, de *willingness-to-pay* (WTP), is het belangrijkste concept in het onderzoek. Kennis van de WTP is essentieel om de ‘beste prijs’ voor een product te kunnen bepalen. De ‘beste prijs’ is de prijs die zowel de producent als de consument tevreden zal stellen wanneer het goed of de dienst naar de markt gaat. In figuur 14 is het classificatiekader weergegeven van de verschillende onderzoeksmethoden die gebruikt kunnen worden om WTP te meten (Breidert et al., 2006).



Figuur 16: Classificatiekader van onderzoeksmethoden om WTP te meten (Breidert et al., 2006)

Er bestaan twee hoofdmethoden om de WTP te bepalen: de vermelde betalingsbereidheid (stated preference) en de bepaalde betalingsbereidheid (revealed preference). In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van huurtransactiepreizen, waarmee wordt uitgegaan van de bepaalde betalingsbereidheid op basis van market data.

### 3.3 Hypothesis

Op basis van het theoretische kader zijn drie hypothesen opgesteld. In deze paragraaf worden de drie hypothesen geformuleerd. Deze hypothesen vormen de fundering voor de statistische analyse.

- **H<sub>1</sub>:** Energiezuinige kantoorgebouwen hebben een hogere huurwaarde dan niet-energiezuinige kantoorgebouwen wanneer er gecontroleerd wordt voor alle locatie-, gebouw- en gevelkenmerken.
- **H<sub>2</sub>:** De huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen is lager indien er naast de controle voor economische, locatie-omgeving en gebouwkenmerken, ook voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken wordt gecontroleerd.
- **H<sub>3</sub>:** Het grootste verschil in betalingsbereidheid van huurders voor energiezuinigheid is te vinden tussen energielabels C en D. Dit markeert immers de grens tussen energiezuinige en niet-energiezuinige gebouwen.

## **3.4 DATA**

### **3.4.1 Data bij hedonische regressieanalyses**

Bij een hedonische regressieanalyse is het type data leidend, aangezien het type data het type regressie bepaalt. Janssen (1992) onderscheidt drie procedurestappen die voorafgaande aan de modellering genomen dienen te worden: 1) het selecteren van objectkenmerken (units), 2) het selecteren van transacties en 3) het tegengaan van statistische complicaties, door te toetsen voor de aannames van de regressieanalyse om te zorgen dat de regressie leidt tot valide uitkomsten die generaliseerbaar zijn.

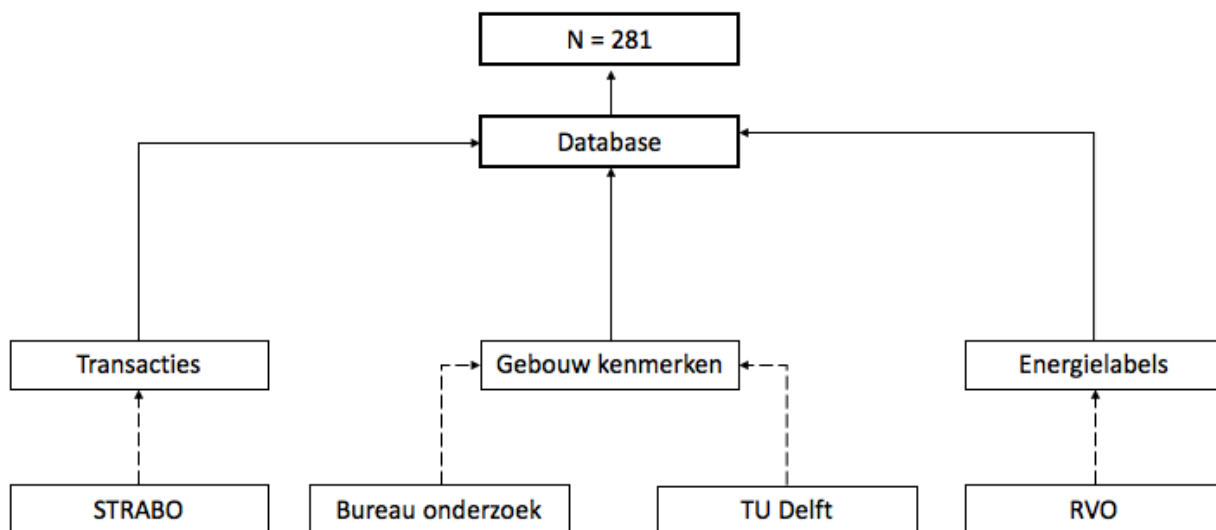
### **3.4.2 Datasets en dataverzameling**

In deze paragraaf worden de datasets besproken die in dit onderzoek zijn gebruikt. Deze zijn weergegeven in tabel 5 met een korte omschrijving van de inhoud, de geraadpleegde dataset en de bijbehorende bron. Het gebruik van diverse datasets draagt bij aan een gespreid en divers beeld van de data op meerdere niveaus. Omdat in Nederland data met betrekking tot de kantorenmarkt moeilijk te verkrijgen zijn, is een groot deel van de gebouw- en geveleigenschappen door middel van veldonderzoek (Google Street View) in kaart gebracht. In paragraaf 3.8.3 wordt dieper ingegaan op de operationalisering van deze variabele.

De geoperationaliseerde dataset binnen dit onderzoek is gevormd op basis van gegevens uit drie hoofddatabases (zie figuur 15). De fundering van de dataset is gevormd aan de hand van gegevens uit de kantorendatabase van de TU Delft. Deze database bestaat uit data van 220 verschillende kantoorgebouwen in de Randstad en is vervolgens geüpdatet en uitgebreid met relevante variabelen zoals toevoegingen op het niveau van locatie-gebouw en gevelkenmerken. Deze toevoegingen worden in die in paragraaf 3.5 nader toegelicht.

De kantoorgebouwen database van de TU Delft is eerst gekoppeld aan de herziende energielabel- en indexdatabase van de RVO (2018). Opvallend is dat sommige gebouwen over meerdere energielabels beschikken. Dit kan verklaard worden doordat bijvoorbeeld renovaties hebben plaatsgevonden. Bij de koppeling van de kantorendatabase en energiedatabase is er rekening mee gehouden dat een kantoorgebouw over meerdere energielabels en indexen kan beschikken. Het is van belang dat de periode waarin een energielabel geldig is wordt afgebakend, zodat bij de koppeling van de huurtransacties het juiste energielabel aan de transactie gekoppeld wordt. Na het koppelen van de nieuwe energielabels zijn de huurtransacties aan de gebouwen (units) gekoppeld. Deze huurtransacties komen uit de VTIS-transactiedatabase van STRABO (2018).





Figuur 17: Opbouw database (Eigen illustratie)

Tabel 5: Dataset en bronnen (Eigen illustratie)

Type data	Omschrijving inhoud	Dataset	Bron
<b>Transactie</b>	Transactie huurprijs (€)	VTIS	STRABO (2018)
	Transactiedatum	VTIS	STRABO (2018)
	Oppervlakte transactie (m <sup>2</sup> )	VTIS	STRABO (2018)
<b>Locatie</b>	Adresgegevens	TU Delft	TU Delft (2018)
<b>Omgeving</b>	Typologie	Veldwerk	Google Maps (2018)
	Voorzieningsniveau	Walk Score	Walk Score (2018)
	Afstand oprit snelweg	Veldwerk	Google Maps (2018)
	Verbinding Openbaar vervoer (ic)	Veldwerk	9292 OV (2018)
	Afstand en tijd tot Schiphol	Veldwerk	Google Maps (2018)
	Afstand en tijd fiets tot centrum	Veldwerk	Google Maps (2018)
<b>Gebouw</b>	Bouwjaar	TU Delft	BAG (2018)
	Renovatie jaar	TU Delft	BAG (2018)
	Oppervlakte	TU Delft	BAG (2018)
	Verdiepingen	Veldwerk	Street View (2018)
	Typologie	Veldwerk	Street View (2018)
	Parkeren	Veldwerk	Street View (2018)
	Oppervlakte footprint	BAG	Kadaster (2018)
Vorm footprint	Veldwerk	Kadaster (2018)	
<b>Gevel</b>	Materiaal	Veldwerk	Street View (2018)
	Transparantie	Veldwerk	Street View (2018)
	Grid	Veldwerk	Street View (2018)
	Entree	Veldwerk	Street View (2018)
	Bedrijfslogo	Veldwerk	Street View (2018)
<b>Energie</b>	Energie index	RVO	RVO (2018)
	Energie label	RVO	RVO (2018)

### 3.5 Hiërarchische regressieanalyse

Regressieanalyse is een statistische methode die de relatie evalueert van een of meer onafhankelijke variabelen tot een enkele continue variabele (Field, 2013). Daarmee is regressieanalyse, met name in de vorm van een hedonische prijsanalyse, de geschikte methode voor dit onderzoek. Het sluit aan bij de insteek van het onderzoek om de invloed van energiezuinigheid en duurzaamheid te testen op de huurprijs van kantoorgebouwen in de Randstad. Volgens Fuerst en McAllister (2011) zijn hedonische regressiemodellerings de standaardmethode voor het onderzoeken van prijs- of waardebepalende factoren in vastgoedonderzoek. Rosen (1974) wordt gezien als de grondlegger van de ‘hedonic pricing model’-theorie. Rosen (1974) stelt dat het hedonistische model "een model van productdifferentiatie is, gebaseerd op de hedonische hypothese dat goederen worden gewaardeerd om hun nuttige kenmerken of karakteristieken". Deze kenmerken zijn bij een kantoorgebouw bijvoorbeeld locatiekenmerken, zoals de stad of de verbinding van het openbaar vervoer, of gebouwkenmerken, zoals oppervlakte of energietransitie. Het hedonistische prijsmodel is in theorie een wiskundige formule, die op de meest eenvoudige manier als volgt wordt beschreven:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad [1]$$

Waarin:  $Y_i$  = de voorspelde waard.  $\beta_0$  = een constante,  $X_1$  onafhankelijke variabelen,  $\varepsilon_i$  = het residu, het onverklaarde deel in het model dat gevormd kan worden door ontbrekende waardebepalende onafhankelijke variabelen, verkeerde specificaties in het model of fouten in de variabelen (Field, 2013). Om te corrigeren voor scheefheid en om procentuele veranderingen van de huurprijs vast te kunnen stellen, is de huurprijs getransformeerd met een ln transformatie. Daarmee kan de formule als volgt worden beschreven:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad [2]$$

In de uiteindelijke analyse zijn zes verschillende niveaus meegenomen. De uiteindelijke formule kan als volgt worden beschreven:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \beta_2 L_i + \beta_3 O_i + \beta_4 G_i + \beta_5 F_i + \beta_6 E_i + \varepsilon_i \quad [3]$$

Hierin is  $\ln Y_i$  is de getransformeerde afhankelijke variabele die de huurprijs per vierkante meter aangeeft.  $\beta_0$ - $\beta_6$  zijn de regressiecoëfficiënten die door het uiteindelijke model worden bepaald.  $T_i$  geeft de transactie specifieke variabelen aan, in dit geval het transactiejaar.  $L_i$  en  $O_i$  betreffen de locatie (stad) en de omgeving specifieke variabelen.  $G_i$  geeft de gebouwspecifieke variabelen aan en  $F_i$  de façade (gevel) specifieke variabelen. Tot slot geeft  $E_i$  de energie variabelen weer. In dit geval worden dummy-variabele toegevoegd aan de gebouwen, bestaande uit een EPC-beoordeling variërend van labels A-C en van labels D-G.

## **3.6 Representativiteit, betrouwbaarheid en validiteit**

Representativiteit, betrouwbaarheid en validiteit zijn belangrijke voorwaarden voor een gedegen onderzoek. In de volgende paragrafen worden deze voorwaarden een voor een behandeld.

### **3.6.1 Representativiteit**

In deze paragraaf wordt de populatievaliditeit, ofwel de mate van representativiteit, besproken. De doelpopulatie in dit onderzoek betreft kantoorgebouwen in de G4-steden in de Randstad (Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht) in de jaren 2007-2018. In de VTIS-database (Vastgoed Transactie Informatie Systeem) van STRABO staan circa 11.500 huurtransacties geregistreerd met betrekking tot de G4-steden in de periode 2007-2018. In totaal zijn 678 huurtransacties gevonden die gekoppeld kunnen worden aan de kantoorgebouwen in de dataset. Deze koppeling is door middel van het Pand ID (BAG) gelegd in het Microsoft Accesbestand. Gebleken is dat niet alle transacties beschikken over een huurprijs, mogelijk omdat makelaars en/of eigenaars niet willen vrijgeven voor welke prijs een kantoor verhuurd is. Transactiedata van commercieel vastgoed in Nederland zijn notoir moeilijk te verkrijgen, omdat Nederland niet beschikt over een coherente database zoals de Costar-database (Kok & Jennen, 2010). Uiteindelijk zijn 281 relevante huurtransacties gevonden voor dit onderzoek. In vergelijkbare studies varieert het aantal cases tussen 74 (Baas, 2013), 176 (Van der Erve, 2011) en 1.072 (Kok & Jennen, 2012). Op basis van deze eerdere studies kan worden geconcludeerd dat het aantal cases voldoende is.

### **3.6.2 Betrouwbaarheid**

Volgens (Boeije et al., 2009) wordt de betrouwbaarheid van een onderzoek bepaald door de mate waarin zich toevallige fouten kunnen voordoen. Bij andere datasets is het moeilijk om na te gaan of er fouten zijn gemaakt in het verzamelproces, maar aangezien de gebruikte data over het algemeen afkomstig zijn van gerenommeerde onderzoeksinstituten (STRABO, RVO en TU Delft) die deze data niet zonder controle ter beschikking stellen, kan men ervan uitgaan dat deze redelijk betrouwbaar zijn.

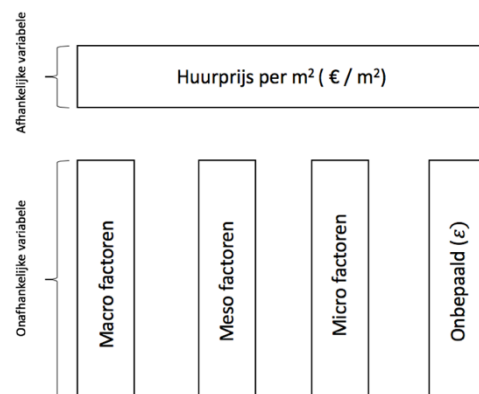
### **3.6.3 Validiteit**

Naast de betrouwbaarheid van het onderzoek is ook de validiteit van belang. De validiteit wordt bepaald door de mate waarin systematische meetfouten zich voordoen, die kunnen leiden tot een systematische vertekening van de onderzoeksresultaten (Boeije et al., 2009). Bij een onderzoek is het van belang om te weten in hoeverre de onderzoeksresultaten gegeneraliseerd kunnen worden. Doordat dit onderzoek gebruik maakt van een relatief kleine database (N=281), vanwege de beperkte beschikbaarheid van transacties op de Nederlandse kantorenmarkt, is het lastig om harde conclusies te trekken voor heel de Nederlandse kantorenmarkt. Tevens zijn alleen huurtransacties zijn meegenomen in de periode 2007-2018 van de VTIS-transactiedatabase in de G4-steden in de

Randstad. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen dus niet worden geprojecteerd op gehele Nederlandse kantorenmarkt. Tevens zijn alleen huurtransacties meegenomen en worden kantoren die in bezit zijn van eigenaar-gebruiker buitenbeschouwing gelaten. De validiteit van dit onderzoek wordt gewaarborgd door gebruik te maken van operationalisering die aan de hand van de literatuur zijn gecontroleerd en geaccepteerd. In het theoretisch kader van dit onderzoek is de bestaande literatuur omtrent het onderwerp energiezuinigheid en commercieel vastgoed in kaart gebracht. Bij de onderzoeksopzet zijn toegepaste methoden van de bestaande studies uit het buitenland naar de relatie tussen energiezuinigheid en de huurprijs in acht genomen.

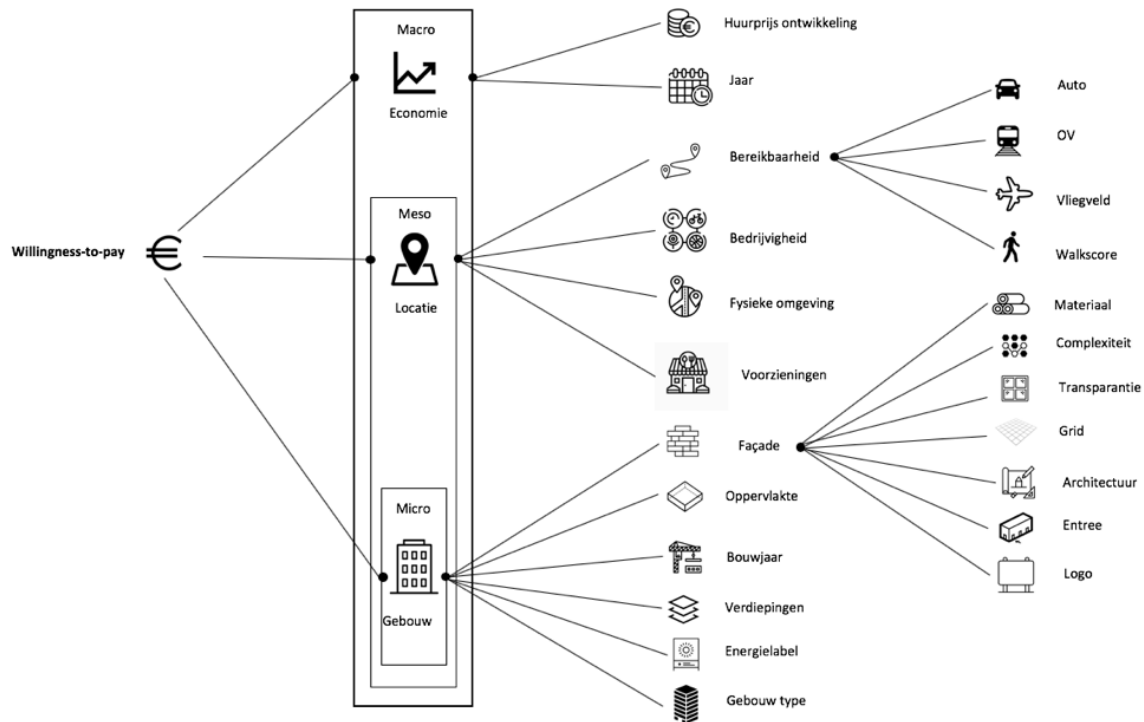
### 3.7 Operationalisering van de variabelen

Deze paragraaf gaat dieper in op de operationalisering van de variabelen binnen de regressieanalyse. Het eerste deel gaat in op de afhankelijke variabele. Het tweede deel bespreekt de onafhankelijke en dummy-variabelen. In het theoretisch kader is uitgebreid beschreven welke factoren en sub-factoren van invloed zijn op de totstandkoming van de huurprijs van een kantoorgebouw op de verschillende schaalniveaus. Figuur 16 is een schematische weergave van de afhankelijke en onafhankelijke variabelen, waarbij de huurprijs van een kantoorgebouw verklaard wordt door de drie factorgroepen: macro-, meso- en microfactoren (gebouweigenschappen, gevelkenmerken en energielabels).



Figuur 18: Factorgroepen die van invloed zijn op de huurprijs (Eigen illustratie)

De geselecteerde variabelen kunnen onderverdeeld worden in de volgende zes niveau: 'Tijd', 'Locatie', 'Omgeving', 'Gebouw', 'Gevel', en 'Energie'. Waarbij energiezuinigheid het toets niveau is en de overige 5 niveaus de controle variabelen bevatten. In figuur 17 zijn de verschillende niveaus en variabele schematisch weergegeven. Het grote aantal variabelen maakt het hedonische model complex en de kans op multicollineariteit neemt daardoor toe.



Figuur 19: Bereidheid te betalen voor een kantoor (Eigen illustratie)

### 3.7.1 De afhankelijke variabele

De afhankelijk variabele in deze studie is de huurprijs van een kantoor-unit (tabel 6). De huurprijs wordt geoperationaliseerd als transactiehuurprijs per vierkante meter per jaar (Strabo, 2018). De huurtransactie is in tegenstelling tot het huur aanbod een representatieve weergaven van de huurprijs, omdat aanbodprijzen gemiddeld gezien 7% hoger dan transactieprijsen (Brounen & Jennen, 2009). Daarnaast, gebruiken vergelijkbare onderzoeken van Kok en Jennen (2012) en Koppels et. al. (2011) ook de transactiehuurprijs per vierkante meter per jaar als afhankelijke variabele. De afhankelijke variabele is getransformeerde met behulp van een LN-log-transformatie. De transformatie van gegevens wordt vaak gebruikt binnen statistisch onderzoek dat veel functies binnen de analyse kan dienen. De transformatie biedt voordelen bij het interpreteren van de resultaten, zoals geminimaliseerde relatieve standaarddeviatie in plaats van absolute standaarddeviatie en fouttermen die dichter bij normaliteit liggen (Francke, 2015).

Tabel 6: Afhankelijke variabele (Eigen illustratie)

Variabele naam	Vorm	Sig	Omschrijving	Bron
Transactie huurprijs	Lineair	+	De huurprijs van een unit per m <sup>2</sup>	STRABO
Transactie huurprijs	Ln	+	Getransformeerde huurprijs per m <sup>2</sup>	STRABO

### 3.7.2 De onafhankelijke variabele en dummy variabelen

De onafhankelijke variabelen die zijn afgeleid van de theoretische analyse zijn geoperationaliseerd en weergegeven in tabel 7. Naast een beschrijving van de variabele, beschrijft de tabel de vorm en de bronnen.

Tabel 7: Overzicht onafhankelijke en dummy variabelen (Eigen illustratie)








Level	Variabele naam	Vorm	Omschrijving	Bron
<b>Tijd</b>	Transactie periode 2007-2010	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy, periode 2007-2010	STRABO
	Transactie periode 2011-2014	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy, periode 2011-2014	STRABO
	Transactie periode 2015-2018	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy, periode 2015-2018	STRABO
<b>Locatie</b>	Stad: 's-Gravenhage	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy, 's-Gravenhage	STRABO
	Stad: Amsterdam	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy, Amsterdam	STRABO
	Stad: Rotterdam	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy, Rotterdam	STRABO
	Stad: Utrecht	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy, Utrecht	STRABO
<b>Omgeving</b>	Verbinding openbaar vervoer	Ln	Afstand tot dichtstbijzijnde ic-station	Google Maps
	Afstand tot snelweg	Ln	Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg op/afrit	Google Maps
	Afstand fiets centrumstad	Ln	Afstand tot stadscentrum	Google Maps
	Afstand tot Schiphol	Ln	Afstand tot Schiphol	Google Maps
	GoogleWalkscore	Lineair	Walkscore beoordeling 1-100	Walkscore
	Locatietyperologie Bedrijventerrein	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Bedrijventerrein	Veldwerk
	Locatietyperologie Binnenstad	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Binnenstad	Veldwerk
	Locatietyperologie CBD	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Internationaal CBD	Veldwerk
	Locatietyperologie Kantorenwijk	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Kantorenwijk	Veldwerk
Locatietyperologie Woonwijk	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Woonwijk	Veldwerk	
<b>Gebouw</b>	Oppervlakte	Ln	Totale gebouw oppervlakte in m <sup>2</sup>	STRABO
	Oppervlakte	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: 10.000 m <sup>2</sup>	STRABO
	Leeftijd	Ln	De leeftijd van het gebouw	TU Delft
	Verdiepingen	Ln	Het aantal verdiepingen	Google Streetview
	Typologie Complex	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Complex	Google Streetview
	Typologie Hoogbouw	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Hoogbouw	Google Streetview
	Typologie Monumentaal	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Monumentaal	Google Streetview
	Typologie Paviljoen	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Paviljoen	Google Streetview
	Typologie Standaard	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Standaard	Google Streetview
	Typologie Stedelijk	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Stedelijk	Google Streetview
	Parkeren	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Inpandig	Google Streetview
	Footprint	Ln	Totaaloppervlakte footprint	BAG Viewer
	Unit vierkante meter	Ln	Unit vierkante meter	STRABO
<b>Gevel</b>	Materiaal Baksteen	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Baksteen	Google Streetview
	Materiaal Beton	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Beton	Google Streetview
	Materiaal Glas	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Glas	Google Streetview
	Materiaal Metaal	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Metaal	Google Streetview
	Materiaal Mix	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Mix	Google Streetview
	Materiaal Natuursteen	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Natuursteen	Google Streetview
	Materiaal Panelen	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Panelen	Google Streetview
	Transparantie laag	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: 25-50%	Google Streetview
	Transparantie medium	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: 50-75%	Google Streetview
	Transparantie hoog	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: 75-100%	Google Streetview
	Grid 1.20 meter	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: >1.20	Google Streetview
	Entree Prominent	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Hoog prominent	Google Streetview
	Logo	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: bedrijfslogo	Google Streetview
<b>Energie</b>	Energie index	Ln	Energie index schaal 0.00 – 2.66	RVO
	Energie label A	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Energie label A	RVO
	Energie label B	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Energie label B	RVO
	Energie label C	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Energie label C	RVO
	Energie label D	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Energie label D	RVO
	Energie label E	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Energie label E	RVO
	Energie label F	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Energie label F	RVO
	Energie label G	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Energie label G	RVO
Duurzaamheid (label A-C)	Dummy	1 = ja, 0=nee, dummy: Niet duurzaam	RVO	




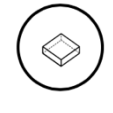

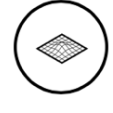


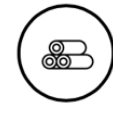
### 3.7.3 De onafhankelijke variabele en dummy variabelen

In tabel 8 worden de onafhankelijke variabelen uitgebreid geoperationaliseerd en nader omschreven.










De variabelen zijn gecategoriseerd per level. Op deze volgorde zullen de variabelen ook worden opgenomen in de hiërarchische multiple regressie: ‘Tijd’(Macro), ‘Locatie’(Meso), ‘Omgeving’ (Meso), ‘Gebouw’(Micro), ‘Gevel’ (Micro), en ‘Energie’ (Micro).

Tabel 8: overzicht van de operationalisering van de onafhankelijke variabele (Eigen illustratie)

Level 1 Tijd				
Icoon	Variabele	Niveau	Waardes	Meetniveau
	Transactieperiode	Macro	2007-2010 2010-2014 2015-2018	Ordinaal
Level 2 Locatie				
Icoon	Variabele	Niveau	Waardes	Meetniveau
	Stad	Meso	Den Haag Amsterdam Rotterdam Utrecht	Nominaal
Level 3 Omgeving				
Icoon	Variabele	Niveau	Waardes	Meetniveau
	Locatietypologie	Meso	Kantorenwijk Bedrijventerrein Woonwijk Binnenstad Centraal zakelijk district (CBD)	Nominaal
	Google Walkscore (1)	Meso	De Google Walkscore is een waarde tussen: 1-100	Ratio
	Google Walkscore (2)	Meso	Walker's Paradise (90-100) Very Walkable (70-89) Somewhat Walkable (50-69) Car-Dependent (25-49) Car-Dependent (0-24)	Ordinaal
	Tijd ic-station	Meso	Reistijd in minuten van gebouw tot dichtstbijzijnde intercity trein station (waargenomen op 28-01-2019 om 08:30)	Ratio
	Afstand ic-station	Meso	Afstand in kilometers van kantoorgebouw tot dichtstbijzijnde intercity trein station	Ratio
	Tijd oprit snelweg	Meso	Reistijd in minuten van gebouw tot dichtstbijzijnde snelweg oprit (waargenomen op 28-01-2019 om 08:30)	Ratio
	Afstand oprit snelweg	Meso	Afstand in kilometers van kantoorgebouw tot dichtstbijzijnde snelweg oprit	Ratio
	Tijd tot Schiphol	Meso	Reistijd in minuten van gebouw tot luchthaven Schiphol (waargenomen op 28-01-2019 om 08:30)	Ratio
	Afstand tot Schiphol	Meso	Afstand in kilometers van kantoorgebouw luchthaven Schiphol	Ratio

	Tijd fiets centrum	Meso	Reistijd in minuten van gebouw tot het centrum van de binnenstad (waargenomen op 28-01-2019 om 08:30)	Ratio
	Afstand fiets centrum	Meso	Afstand in kilometers van kantoorgebouw tot het centrum van de binnenstad	Ratio
<b>Level 4 Gebouw</b>				
Icoon	Variabele	Niveau	Waardes	Meetniveau
	Gebouweleeftijd	Micro	De leeftijd van het gebouw wordt is gemeten in 2019, waarbij rekening is gehouden met grootschalige renovaties.	Ratio
	Bouwperiode	Micro	Bouwperiode: 1850-1945 Bouwperiode: 1945-1955 Bouwperiode: 1955-1965 Bouwperiode: 1965-1975 Bouwperiode: 1975-1985 Bouwperiode: 1985-1995 Bouwperiode: 1995-2020	Nominal
	Oppervlakte	Micro	Het oppervlakte van het gebouw is bepaald aan de hand van de BAG en betreft het totaal verhuurbaar vloeroppervlakte (vvo) van het kantoorgebouw.	Ratio
	Verdiepingen	Micro	Het aantal verdiepingen van het kantoorgebouw is in kaart gebracht aan de hand van Google Street View.	Ratio
	Footprint	Micro	De footprint betreft het verhuurbaar vloeroppervlakte begane grond, gebaseerd op de BAG.	Ratio
	Typologie	Micro	Hoogbouw Complex Paviljoen Stedelijk Standaard Monumentaal	Nominal
	Parkeertypologie	Micro	De parkeer typologie bestaat uit twee waardes; inpandig parkeren en niet inpandig parkeren.	Nominal
<b>Level 5 Gevel</b>				
Icoon	Variabele	Niveau	Waardes	Meetniveau
	Materiaal	Micro	Baksteen Beton Glas Mix Natuursteen Panelen	Noninaal



	Transparantie	Micro	De transparantie bestaat uit twee waarden: 0-50% en 50-100%. Deze waarden zijn bepaald aan de hand van Google Street view.	Ordinaal
	Gevel grid	Micro	Het gevel grid bestaat uit twee waarden: <1.20. en >1.20m. Deze waarden zijn bepaald aan de hand van Google Street view.	Ordinaal
	Complexiteit	Micro	De complexiteit van de gevel bestaat uit drie waarden: hoge, medium en lage complexiteit. Deze waarden zijn bepaald aan de hand van Google Street view en gebaseerd op de methode van Muiderman (2010)	Noninaal
	Orde	Micro	De orde van de gevel bestaat uit twee waarden: hoge en lage orde. Deze waarden zijn bepaald aan de hand van Google Street view en gebaseerd op de methode van Muiderman (2010)	Noninaal
	Entree	Micro	De prominentie van de entree bestaat uit drie waarden: hoge, medium en lage prominentie. Deze waarden zijn bepaald aan de hand van Google Street view en gebaseerd op de methode van Gijselaar (2009) en Kuyper (2014)	Noninaal
	Bedrijfslogo	Micro	Bedrijfslogo bestaat uit twee waarden: aanwezig of afwezig. Deze waarden zijn bepaald aan de hand van Google Street view.	Noninaal
<b>Level 6 Energie</b>				
<b>Icoon</b>	<b>Variabele</b>	<b>Niveau</b>	<b>Waarden</b>	<b>Meetniveau</b>
	Energie-index	Micro	De energie-index is een waarde op een schaal van 0.00-3.00.	Ratio
	Energie label	Micro	A-label (tot 1.05) B-label (1.06-1.15) C-label (1.16-1.130) D-label (1.31-1.45) E-label (1.46-1.60) F-label (1.61-1.75) G-label (groter 1.75)	Ordinaal
	Duurzaamheid	Micro	Energie label A-C (duurzaam) Energie label D-G (niet duurzaam)	Nominaal

### 3.8 Beschrijvende statistieken

Dit onderzoek bestaat uit een steekproef van 281 cases. In tabel 9 zijn de beschrijvende statistieken van de continue variabelen op het ratio meetniveau opgenomen. De variabele op een ordinaal en of nominaal niveau zijn opgenomen in bijlage. Uit tabel 9 blijkt dat de gemiddelde gewogen transactiehurprijs per vierkante meter (afhankelijke variabele) € 181,38 is. Daarnaast is de gewogen gemiddelde energie index 1,26. Daarmee is het gemiddelde energielabel in de dataset energielabel B (index  $1,2 < 1,3$ ). De gemiddelde leeftijd van een gebouw is circa 21 jaar. De oppervlaktes van de kantoorgebouwen liggen ongeveer tussen de 650 en 37.000 vierkante meter, waarbij het gemiddelde kantoorgebouw in de dataset een oppervlakte heeft van circa 1.200 vierkante meter. Het aantal verdiepingen varieert van minimaal 2 tot maximaal 32. Voor de overige gemiddelden wordt verwezen naar tabel 9.

Tabel 9: Beschrijvende statistieken continue variabele (Eigen illustratie)

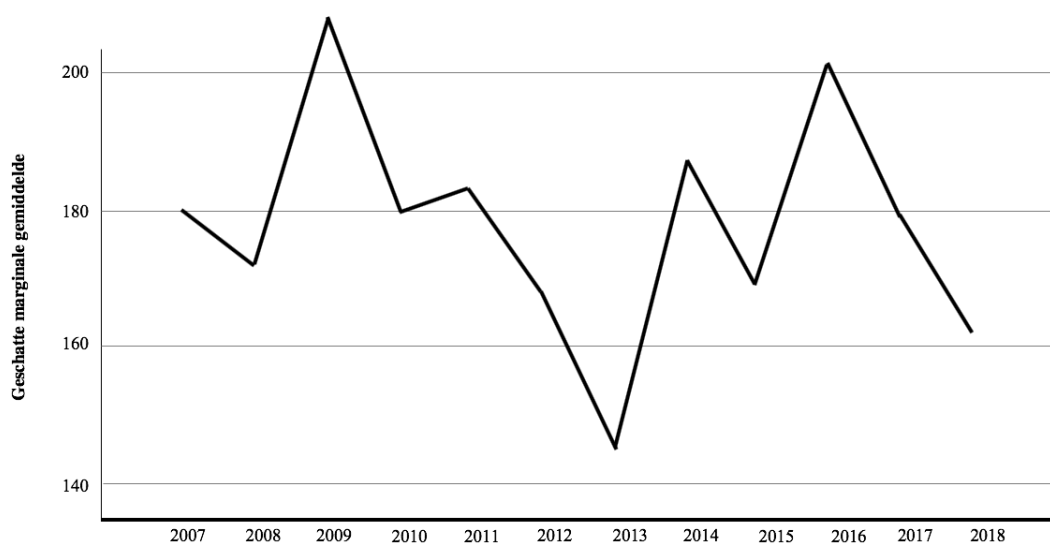
Variabelen	N	Gemiddelde	Mediaan	Min	Max	Skewness	Kurtosis
Huurprijs	281	181,38	170,00	64,00	360,00	1,04	1,06
Energie index	281	1,26	1,15	0,48	2,66	0,85	0,34
Leeftijd gebouw	281	21,11	19,00	8,00	30,00	-0,15	-1,42
Oppervlakte	281	12253,25	10240,00	636,00	37053,00	1,02	0,32
Verdiepingen	281	9,76	7,00	2,00	32,00	1,17	0,52
Footprint	281	2567,84	1420,00	363,00	18636,00	3,39	2,26
Google Walkscore	281	78,81	82,00	37,00	100,00	-0,82	0,07
Afstand snelweg	281	1402,36	1188,00	126,00	4499,00	1,13	1,24
Tijd Schiphol	281	46,10	40,00	20,00	80,00	0,38	-1,09
Afstand Schiphol	281	30688,26	21300,00	1800,00	68500,00	0,41	-1,11
OV-verbindingen	281	11,61	10,00	1,00	32,00	0,71	0,53
Tijd fiets centrum	281	18,70	18,00	2,00	36,00	0,04	-1,02
Afstand fiets centrum	281	5391,10	4800,00	550,00	11400,00	0,26	-1,10
Transactie m2	281	1032,91	522,00	30,00	11000,00	3,48	15,18

#### 3.8.1 Transactie prijzen

In tabel 9 zijn de gemiddelde huurprijzen per transactiejaar weergegeven. Uit tabel 10 blijkt dat het aantal opgenomen transacties aanzienlijk verschilt per transactiejaar. In 2018 zijn de minste huurtransacties opgenomen, omdat de dataverzameling plaats heeft gevonden halverwege dat jaar, waardoor slechts een beperkt aantal transacties van dat jaar beschikbaar waren. Het grootste aantal transacties (47) is waargenomen in 2015. Verder blijkt dat de gemiddelde transactie prijzen het laagste zijn in 2013, namelijk gemiddeld € 145,35, en in 2009 het hoogst, met een gemiddelde van € 209,11. Figuur 18 laat goed zien dat de gemiddelde transactie prijzen een cyclisch verloop vertonen. In de jaren tussen 2009-2013 zijn de effecten van de kredietcrisis goed zichtbaar. De gemiddelde transactieprijs is gedurende deze periode sterk gedaald. In de jaren 2013-2016 is economische herstel zichtbaar, waarbij de gemiddelde transactie prijzen weer toenemen.

Tabel 10: Beschrijvende statistieken gemiddelde huurprijs per transactiejaar (Eigen illustratie)

Variabelen	N	Mean	Median	Std. deviatie	Min	Max
Transactiejaar 2007	7	180,14	140,00	64,56	133	300
Transactiejaar 2008	22	172,32	175,00	44,34	88	290
Transactiejaar 2009	19	209,11	193,00	61,67	147	360
Transactiejaar 2010	16	180,19	170,00	66,93	110	356
Transactiejaar 2011	34	183,24	200,00	51,02	90	325
Transactiejaar 2012	21	168,43	175,00	41,67	92	250
Transactiejaar 2013	17	145,35	147,00	39,26	64	229
Transactiejaar 2014	20	187,65	175,00	61,46	102	335
Transactiejaar 2015	47	169,81	155,00	62,73	65	355
Transactiejaar 2016	51	201,63	195,00	69,34	100	350
Transactiejaar 2017	25	179,24	155,00	65,07	98	350
Transactiejaar 2018	2	162,50	162,50	53,03	125	200



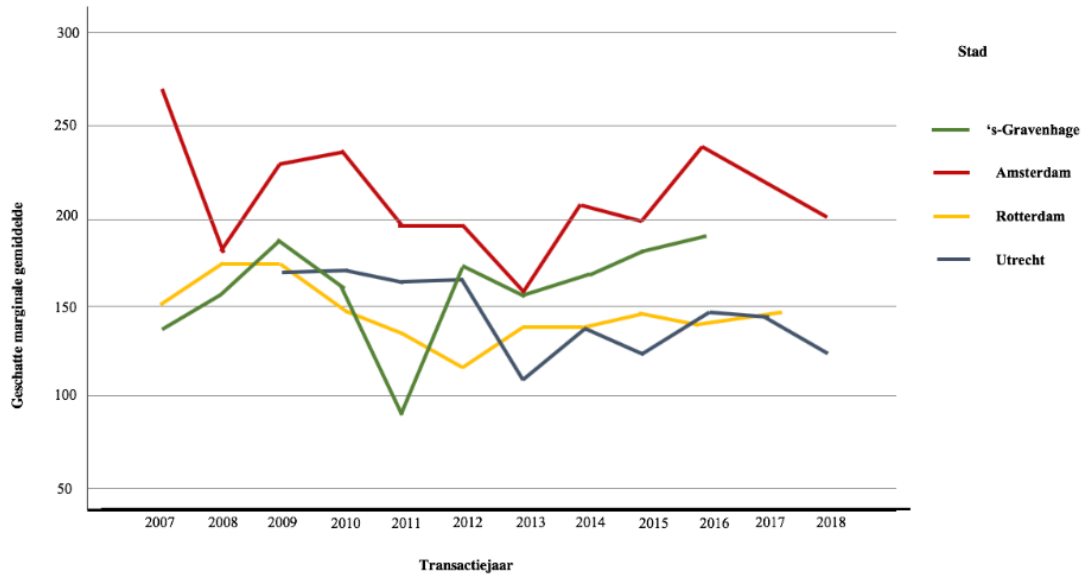
Figuur 20: Gemiddelde huurprijs per transactiejaar (Eigen illustratie)

### 3.8.2 Transacties per stad

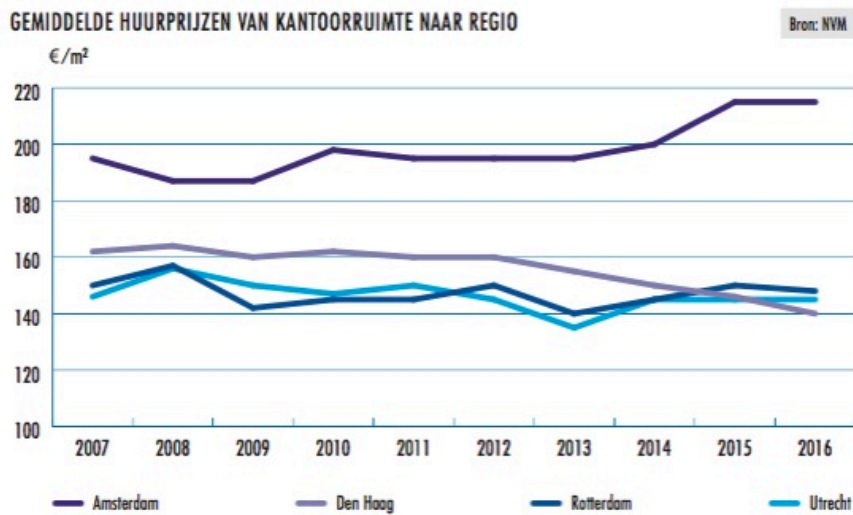
Tabel 11 geeft de gemiddelde huurprijzen weer tussen 2007-2018 verdeeld over de vier opgenomen steden. Uit tabel 13 blijkt dat de hoogst gemiddelde huurprijs wordt waargenomen in Amsterdam ( $M = 207.95$ ,  $SD = 64.223$ ). Verder blijkt ook dat de hoogste huurtransactie van € 360 in Amsterdam plaats heeft gevonden. De gemiddelden van de overige drie steden zijn vergelijkbaar; Rotterdam ( $M = 164.57$ ,  $SD = 165.00$ ), Den Haag ( $M = 135.29$ ,  $SD = 32.172$ ), Utrecht ( $M = 146.59$ ,  $SD = 28.576$ ). Figuur 19 geeft de gemiddelde huurprijzen per stad per jaar binnen de dataset. Figuur 20 geeft de gemiddelden zoals geregistreerd door de NVM (2018). Hieruit blijkt dat de opgenomen huurtransacties een relatief goed beeld geven van de markt, aangezien de waardes van de steden vergelijkbaar zijn.

Tabel 11: Beschrijvende statistieken gemiddelde huurprijzen per stad (Eigen illustratie)

Variabelen	N	Gemiddelde	Median	Std. deviatie	Min	Max
's-Gravenhage	35	135,29	145,00	32,17	64	175
Amsterdam	157	207,95	200,00	64,22	88	360
Rotterdam	30	164,57	165,00	29,22	90	236
Utrecht	59	146,59	147,00	28,58	92	227



Figuur 21: Gemiddelde huurprijzen per stad (Eigen illustratie)



Figuur 22: Gemiddelde huurprijzen per stad (NVM, 2017)

### 3.8.3 Energie labels

Om een beeld te schetsen wat huurder gemiddeld betalen per energielabel zijn in tabel 12 de gemiddelde huurprijzen per energielabel weergegeven. Energielabel A gaat gepaard met de hoogste gemiddelde huurprijs. Opvallend is dat de huurprijzen van C-transacties gemiddeld hoger zijn dan de gemiddelde huurprijzen van B-transacties. Daarnaast is opvallend dat energielabel G hogere gemiddelde huurprijzen genereert ten opzichte van de labels D, E en F. Dit verband is al eerder aangetoond in het onderzoek van Van der Erve (2011): zij concludeerde dat de hogere huurprijs van energie label G valt te verklaren door de aanwezigheid van gebouwen die of op een A-locatie staan of die met een monumentale uitstraling.

Tabel 12: Gemiddelde transactiepreizen per energielabel (Eigen illustratie)

Variabelen	N	Gemiddelde	Mediaan	Std. deviatie	Min	Max
Energie label A	112	207,75	200,00	66,05	98	355
Energie label B	35	164,40	155,00	41,16	92	275
Energie label C	35	181,03	168,00	42,25	110	300
Energie label D	14	167,64	168,00	45,90	95	295
Energie label E	28	141,39	152,50	47,18	64	215
Energie label F	18	148,67	125,00	64,07	88	360
Energie label G	39	169,97	155,00	50,33	102	356

### 3.8.4 Energie labels Amsterdam in vergelijking tot de overige steden

In de vorige paragraaf zijn de huurprijs van de labels onderling vergeleken. In tabel 13 zijn alle gemiddelde huurprijzen van energie labels van de overige steden ( $N = 124$ ) samengevoegd in vergelijking tot die van Amsterdam ( $N = 157$ ). Opvallend is dat de prijzen met betrekking tot energielabel D vergelijkbaar zijn met die van Amsterdam, terwijl voor de overige energie labels Amsterdam een hoge huurprijs genereren.

Tabel 13: Gemiddelde transactiepreizen per label Amsterdam vs Overige steden (Eigen illustratie)

Variabelen	Stad	N	Gemiddelde	Mediaan	Std. deviatie	Min	Max
Label A	Overige steden	35	156,94	145,00	26,59	115	236
	Amsterdam	77	230,84	225,00	65,77	98	355
Label B	Overige steden	14	139,86	151,00	24,95	92	175
	Amsterdam	21	180,76	175,00	42,11	125	275
Label C	Overige steden	14	154,79	155,00	19,00	110	198
	Amsterdam	21	198,52	193,00	44,69	115	300
Label D	Overige steden	8	167,63	168,00	20,34	135	205
	Amsterdam	6	167,67	163,00	69,99	95	295
Label E	Overige steden	19	125,84	125,00	46,55	64	185
	Amsterdam	9	174,22	170,00	29,18	125	215
Label F	Overige steden	6	117,33	115,00	18,50	94	148
	Amsterdam	12	164,33	137,50	73,39	88	360
Label G	Overige steden	28	152,39	142,50	25,77	102	227
	Amsterdam	11	214,73	200,00	69,02	145	356

### 3.8.5 Huurprijs per locatie en gebouw typologie

In deze paragraaf wordt kort ingegaan op de huurprijzen per locatie en gebouw typologie. In tabel 14 zijn de gemiddelde huurprijzen per soort locatie weergegeven. Uit tabel 16 blijkt dat de cases met betrekking tot de locatie typologie redelijk gespreid zijn, waarbij de typologie kantorenwijk (N=126) het meeste voorkomt. Verder kan geconcludeerd worden dat huurder het meest bereid is te betalen voor kantoorgebouwen die gelegen zijn in het CBD van een stad. Gemiddeld betalen huurders hier € 313. Verder komt duidelijk naar voren dat huurders het minst betalen voor een kantoor gelegen op bedrijventerreinen. De overige huurprijzen van de locatie typologieën binnenstad, kantorenwijk en woonwijk komen redelijk overeen.

Tabel 14: Beschrijvende statistieken transactieprijs per locatie typologie (Eigen illustratie)

Variabelen	N	Gemiddelde	Mediaan	Std. deviatie	Min	Max
Bedrijventerrein	35	122,43	120,00	35,97	64	198
Binnenstad	46	180,63	161,50	51,43	110	356
Internationaal CBD	20	313,85	335,00	42,56	200	360
Kantorenwijk	126	183,86	175,00	48,60	90	355
Woonwijk	54	165,41	157,50	26,04	115	200

Naast de gemiddelden per locatie typologie zijn de gemiddelden per gebouwtypologie weergegeven in tabel 15. Opvallend is dat huurders het meest bereid zijn te betalen voor monumentale panden. Er zijn echter maar vijf monumentale waarnemingen opgenomen in de dataset, waardoor de standaardafwijking bij monumentale gebouwen ook verreweg het grootst is. Huurders zijn bereid het minst te betalen voor de gebouw typologie standaard.

Tabel 15: Beschrijvende statistieken huurprijs per gebouw typologie (Eigen illustratie)

Variabelen	N	Mean	Median	Std. deviatie	Min	Max
Complex	22	173,36	157,5	61,193	102	300
Hoogbouw	111	208,51	193	64,023	98	360
Monumentaal	5	256,6	235	71,058	170	356
Paviljoen	21	161,67	145	62,007	94	355
Standaard	106	157,43	151	41,425	64	275
Stedelijk	16	165,25	155	40,414	125	236





# HOOFDSTUK IV | RESULTATEN



## HOOFDSTUK IV

### RESULTATEN

#### 4.1 Introductie

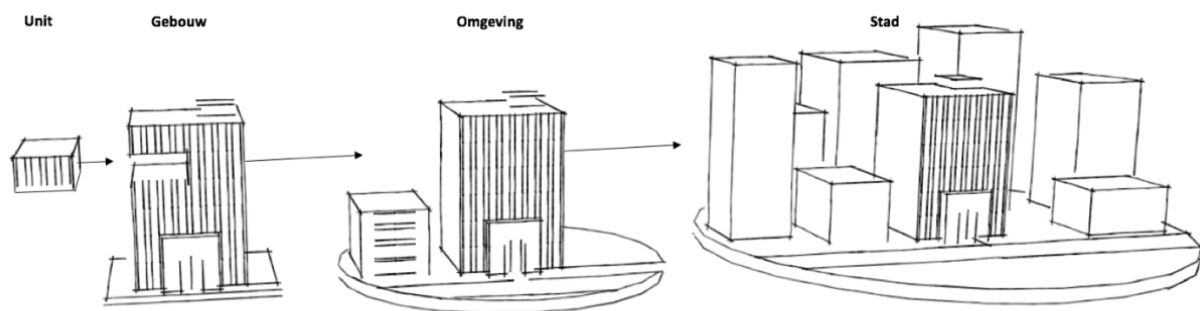
In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek beschreven. Doel van het onderzoek was om vast te stellen in hoeverre er een positief verband was tussen energiezuinigheid en de huurprijs van kantoorgebouwen in de Randstad. Allereerst wordt in Paragraaf 4.2 ingegaan op de kenmerken van de steekproef en de meeteenheid van de analyse. In Paragraaf 4.3 wordt de beschrijvende statistiek van de afhankelijke en onafhankelijke variabelen gepresenteerd. Daarna worden in Paragraaf 4.4 de correlaties geïnventariseerd, met het oog om te voorkomen dat multicollineariteit optreedt te kunnen vaststellen. Vervolgens wordt in Paragraaf 4.5 beschreven in hoeverre aan de aannames van het uitvoeren van een regressieanalyse wordt voldaan. Het gaat daarbij om normaliteit, homoscedasticiteit, multicollineariteit en het uitsluiten van uitbijters. De regressiemodellen worden in Paragraaf 4.6 geanalyseerd en geëvalueerd. Daarna worden de hypothesen in Paragraaf 4.7 getoetst. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een samenvattend overzicht van de resultaten, die in Hoofdstuk 5 worden besproken en bediscussieerd.

#### 4.2 Kenmerken van de steekproef

De dataverzameling en koppeling van de kantoorgebouwen en huurtransacties hebben geleid tot een bruto steekproef van 678 kantoor-unit transacties verspreid over de jaren 2007-2018. Meer dan de helft van data over deze transacties bleek incompleet, waardoor een netto steekproef van 281 relevante huurtransacties is overgebleven (41,4% van de bruto steekproef). De voornaamste reden van het ontbreken van data is dat makelaars en/of eigenaren hun prijzen niet willen vrijgeven, waarbij transacties wel worden geregistreerd in de VTIS-transactiedatabase van STRABO (281), echter zonder toevoeging van de daadwerkelijke transactieprijs. Gezien het hoge aantal ontbrekende transacties is getoetst of dit niet tot gestructureerde vertekening van het type transacties in de dataset heeft geleid (Non-response bias). Er bleek geen voorspelbare structuur aanwezig te zijn in het ontbreken van de transactieprijs, zowel grote als kleine units of zowel A als niet A-locaties zijn opgenomen in de database. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat de steekproef representatief is voor de doelpopulatie. In vergelijkbare studies varieerde het aantal geanalyseerde transacties van units (cases) tussen 74 (Baas, 2013), 176 (Van der Erve, 2011), 333 (Cox, 2017) en 1.072 (Kok & Jennen, 2012). Op basis hiervan kan gesteld worden dat het aantal cases van de huidige studie vergelijkbaar is met eerder onderzoek.



Omdat veel kantoorgebouwen meerdere huurders huisvesten, verdeeld over verschillende kantoorunits, is het niet mogelijk om de kantoorgebouwen zelf als meeteenheid te nemen. Daarom worden de kantoorunits als meeteenheid in de analyse opgenomen. Daarmee bestaat een case (meeteenheid) uit de transactie van een verhandelde kantoor-unit op een bepaalde datum met een geregisseerde huurprijs per vierkante meter. Units waar geen huurtransactie voor beschikbaar was zijn uitgesloten van de analyse. Daarnaast is er gekozen om de huurtransactie van kantoorunits te gebruiken in plaats van het huuraanbod omdat de huurtransactie in tegenstelling tot het huuraanbod een representatieve weergave van de huurprijs. Aanbodprijzen liggen namelijk gemiddeld gezien 7% hoger dan transactieprijsen (Brounen & Jennen, 2009). De clustering van meerdere kantoorunits vormt gezamenlijk een kantoorgebouw. Elk kantoorgebouw is onderdeel van een directe omgeving. De clustering van meerdere omgevingen vormt uiteindelijk een stad. De opbouw van de verschillende niveaus is weergegeven in Figuur 21.



Figuur 23: Levels dataset (Eigen illustratie)

### 4.3 Beschrijvende statistiek en opbouw analyse

De afhankelijke variabele bestaat uit de huurprijs per vierkante meter van een kantoor-unit. De gemiddelde huurprijs per vierkante meter van de 281 geïnccludeerde transacties is € 181,- met een standaarddeviatie van € 60.23 ( $M = 181.38$ ,  $SD = 60.23$ , Minimum = 64 en Maximum = 360). Vervolgens is de afhankelijke variabele ten behoeve van de analyses logaritmisches getransformeerd, omdat dit in vergelijkbare onderzoek ook is toegepast. Indien in de volgende secties wordt gesproken over de afhankelijke variabele ‘huurprijs’, dan gaat het te allen tijde over de logaritmisches getransformeerde variabele. De verdeling van de log-getransformeerde huurprijs is als volgt: ( $M = 5.15$ ,  $SD = 0.32$ , Minimum = 4.16 en Maximum = 5.89).

Er zijn relatief weinig de uitbijters in de verdeling van huurprijs. Er is voor gekozen om outliers niet te verwijderen omdat deze uitbijters legitieme en waardevolle informatie bevatten en het weglaten de externe validiteit van het onderzoek zou schaden. Op basis van het criterium dat een outlier een waarde is die meer dan drie standaarddeviaties van het gemiddelde zit, zijn in vijf cases aan te merken als een uitbijter. Het betreft in alle gevallen waardes die meer dan drie standaarddeviaties onder het

gemiddelde scores. Aan de hand van de boxplots zijn echter ook enkele outliers aan de bovenkant van de verdeling aan te tonen, waardoor er nog acht outliers bij kunnen komen. Geconcludeerd wordt dat maximaal 13 outliers aanwezig zijn. Dit is 4.63% van het totaal van 281 cases. In bijlage zijn de boxplots weergegeven waarop de outliers kunnen worden gezien. Verder leiden de outliers niet tot extreme skewness en kurtosis van de opgenomen continue variabelen. Dit is ook in overeenstemming met het beeld dat de aannames van de regressie niet worden geschonden (Paragraaf 4.5).

Tabel 16: Beschrijvende statistieken (continue variabele) (Eigen illustratie)

Variabele	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>IQR</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>
Ln Huurprijs m <sup>2</sup>	5,15	0,32	0,32	-0,05	0,72
Ln Ov-verbinding	2,30	0,61	0,83	-1,13	2,17
Ln Fiets centrum	2,79	0,60	0,83	-1,29	1,94
Ln Afstand Schiphol	10,11	0,76	0,97	-1,26	2,70
Ln Leeftijd	2,97	0,41	0,76	-0,57	-0,89
Ln Transactie m <sup>2</sup>	6,39	1,02	1,34	0,02	0,18

De beschrijving van de onafhankelijke continue variabelen staat in Tabel 16. Skewness en kurtosis (scheefheid en gepiekttheid) van de getransformeerde variabelen vallen binnen de bandbreedte van -2 en 2, behalve kurtosis van afstand Schiphol, en ov-verbinding. Als echter een minder conservatief criterium wordt gebruikt dan is de scheefheid nog steeds binnen de bandbreedte van -4 en 4. die boven de twee maar onder de 4 liggen, en daarmee niet problematisch afwijken (Hair, 2010) Het log-transformeren van de variabelen leidt tot een normale verdeling tevens ligt het in lijn met voorgaand onderzoek (Fuerst & McAllister, 2011; Van der Erve, 2011).

#### 4.4 Correlaties

Alvorens de aannames van de regressie worden beschreven in Paragraaf 4.5 worden eerst de correlaties van de onafhankelijke variabelen met de afhankelijke variabele (huurprijs) besproken. Daarnaast is het van belang om de onderlinge relatie van de onafhankelijke variabelen in kaart te brengen. Volgens Dohoo et al. (1997) impliceert een correlatiecoëfficiënt van  $r=0.9$  of hoger multicollineariteit. Dit onderzoek maakt gebruik van een minder conservatieve grens als aanduiding van multicollineariteit. Het onderzoek hanteert een bandbreedte van problematische correlatiecoëfficiënt van 0.5 tot 0.8, waarbij 0.8 de absolute bovengrens is van de correlatiecoëfficiënt (Field, 2013). Om die reden wordt in het huidige onderzoek multicollineariteit vastgesteld als twee variabelen sterker dan  $r=0.8$  met elkaar correleren. Ook bij de afhankelijke variabele zijn geen te hoge correlaties te zien die zouden duiden op te weinig discriminatie tussen afhankelijke en onafhankelijke variabelen. De afhankelijke variabele correleert het hoogst met de log-transformatie van de leeftijd van het gebouw ( $r = .40, p < .001$ ).

Tabel 17: Correlatiematrix (Eigen illustratie)

Variabele	M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Huurprijs m <sup>2</sup>	5.15	.322	(-)											
2. Energie index	.188	.296	-.364**	(-)										
3. OV-verbinding	2.29	.614	-.267**	0,077	(-)									
4. Afstand snelweg	7.07	.616	0,052	.244**	-.211**	(-)								
5. Fiets centrum	2.78	.600	-0,017	-.155**	.144*	-.352**	(-)							
6. Afstand Schiphol	10.1	.758	-.389**	.237**	.118*	.148*	-.456**	(-)						
7. Oppervlakte	9.09	.855	.265**	-.209**	-.242**	-0,003	-0,026	-.220**	(-)					
8. Leeftijd	2.97	.407	-.400**	.566**	-0,002	0,111	-0,100	.231**	-.204**	(-)				
9. Verdiepingen	2.09	.609	.350**	-0,096	-.280**	0,032	0,084	-.341**	.700**	-0,085	(-)			
10. Footprint	7.42	.819	0,087	-.162**	-0,057	0,050	-0,055	-0,022	.662**	-0,117	.196**	(-)		
11. Walk Score	78.8	14.9	.273**	0,061	-.458**	.489**	-.439**	-0,079	.308**	0,046	.297**	.158**	(-)	
12. Transactie m <sup>2</sup>	6.39	1.01	.157**	-0,046	-0,047	0,008	0,006	-.145*	.197**	-.172**	0,084	.162**	-0,035	(-)

Notitie. N = 281. \*p < .05 \*\*p < .01 \*\*\*p < .001 (two-tailed)

In tabel 17 wordt de correlatiematrix (Pearson) weergegeven. Geen van de onafhankelijke variabelen onderling hebben een correlatiecoëfficiënt van 0.9 of hoger. Hiermee wordt aan de eis van Dohoo et al. (1997) omtrent multicollineariteit voldaan. Daarnaast zijn er drie correlatiecoëfficiënten die binnen de problematische bandbreedte van Field (2013) vallen: oppervlakte en verdiepingen ( $r = .70$ ,  $p < .001$ ) oppervlakte en footprint ( $r = .66$ ,  $p < .001$ ) en energie-index en leeftijd ( $r = .57$ ,  $p < .001$ ). Deze variabelen correleren significant ( $p < .001$ ) met elkaar. Deze variabelen worden hieronder nader toegelicht.

Op het niveau van de buurt correleren de volgende variabelen significant met elkaar de afstand tot de oprit van de snelweg ( $r = -.35$ ,  $p < .001$ ). Verder correleren afstand fiets centrum en de afstand Schiphol met elkaar ( $r = -.46$ ,  $p < .001$ ). Opvallend is dat Google Walkscore met meerdere variabelen, waaronder OV-verbindingen ( $r = -.46$ ,  $p < .001$ ), afstand snelweg ( $r = -.49$ ,  $p < .001$ ) en fiets centrum ( $r = -.44$ ,  $p < .001$ ) correleert. Echter leidt de opname van de Google walkscore niet tot problematische waardes.

Op het structurele gebouwniveau correleren oppervlakte en verdiepingen sterk met elkaar ( $r = 0.70$ ,  $p < .001$ ). Daarnaast correleren de oppervlakte en footprint ook sterk met elkaar op gebouwniveau ( $r = -0.66$ ,  $p < .001$ ). Beide correlaties zijn significant. Om multicollineariteit tegen te gaan is ervoor

gekozen om oppervlakte te clusteren in units onder de 10.000 en gelijk of meer dan 10.000 vloeroppervlakte.

Naast het omgeving- en gebouwniveau correlaties is er een significante positieve correlatie tussen log-getransformeerde energie-index en log-getransformeerde leeftijd ( $r = 0.57, p < .001$ ). Dit houdt in dat naarmate een kantoorgebouw ouder is, de energie-index stijgt. Een hogere energie-index betekent een minder duurzaam kantoorgebouw. Deze relatie wordt medebepaald door de steeds strengere EPC-normen, waardoor nieuwere gebouwen in veel gevallen een lagere energie-index hebben. Opvallend is dat een aantal oude kantoorgebouwen wel een lage energie-index heeft. Dit kan verklaard worden door grootschalige verbouwing/ renovaties. Om multicollineariteit tegen te gaan is een dummy-codering gehanteerd voor de energielabels.

In de volgende paragraaf, Paragraaf 4.5, zal het tegen gaan van multicollineariteit verder worden omschreven in het kader van de aannames voor het uitvoeren van de hiërarchische regressie.

#### **4.5 Aannames en randvoorwaarden bij de statistische toetsen**

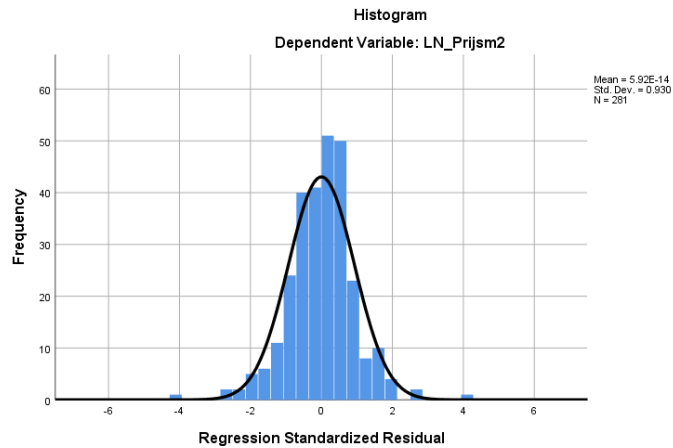
Bij multiple regressie zijn de drie belangrijkste aannames als volgt: de residuen moeten normaal verdeeld zijn (normaliteit), de varianties niet heterogeen (homoscedasticiteit) en er mag geen sprake zijn van multicollineariteit. Om de validiteit van het regressiemodel te kunnen beoordelen is gekeken of aan de aannames met betrekking tot deze analysetechniek wordt voldaan.

Los van de hierboven genoemde aannames is het van belang dat het aantal cases in een goede verhouding staat tot het aantal variabelen dat wordt meegenomen in de regressie. De grootte van de steekproef is echter afhankelijk van het aantal onafhankelijke variabelen. Als vuistregel is een steekproef van acht keer het aantal variabelen binnen de analyse nodig om de betrouwbaarheid van de analyse te waarborgen, met een minimale steekproefgrootte van 50 (Green, 1991). Het aantal cases in het onderzoek betreft 281, wat inhoudt dat er maximaal 35 onafhankelijke variabelen meegenomen mogen worden in het regressie model. Het model bevat 32 onafhankelijke variabelen, waardoor er aan deze voorwaarde van Green (1991) wordt voldaan.

De gestelde hypothesen zijn gebaseerd op reeds uitgevoerde onderzoeken, die in het theoretisch kader zijn beschreven. De onafhankelijke variabelen komen voort uit het theoretisch kader en zijn gebaseerd op reeds uitgevoerde wetenschappelijk studies. Hiermee kan geconcludeerd worden dat wordt voldaan aan de voorwaarde van theoretische causaliteit. De volgende paragrafen toetsen de statistische aannames en randvoorwaarden.

### 4.5.1 Multivariate normale verdeling

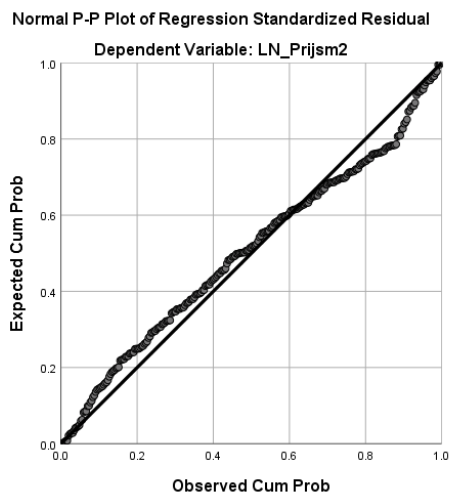
Een belangrijke aanname voor multiële regressieanalyse dat de residuen van het regressiemodel normaal verdeeld zijn. Bij benadering is sprake van een normale verdeling van deze errortermen, zoals te zien is in het histogram van de residuen van de log-getransformeerde predictoren in Figuur 22. De Ln-transformatie heeft geleid tot een sterkere normaliteit van de data (zie bijlage voor vergelijk).



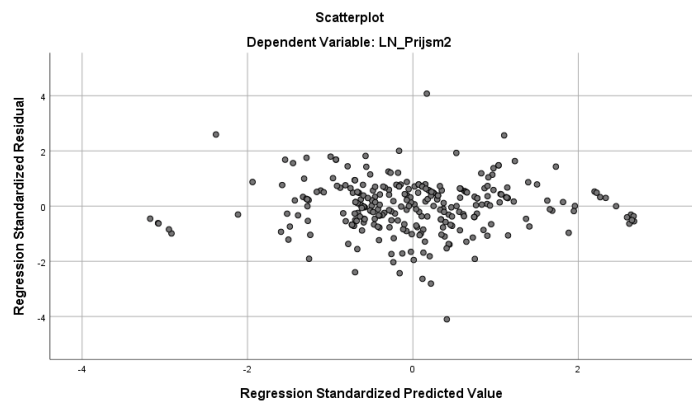
Figuur 24: Histogram Ln huurprijs (Eigen illustratie)

### 4.5.2 Homoscedasticiteit

Naast normaliteit is het van belang om de aanname van homoscedasticiteit te waarborgen. Deze aanname houdt in dat de varianties van de residuen van de gecombineerde predictoren bij benadering homogeen zijn. Figuur 23 en 24 geven inzicht in de homoscedasticiteit van de residuen. Bij benadering is sprake van homoscedasticiteit. In Figuur 21 wordt een P-P plot weergegeven. In Figuur 23 dienen de stippen op de lijn de diagonaal te benaderen. Dat is ook tot op zekere hoogte het geval. Bij de scatterplot van voorspelde waarden tegenover gestandaardiseerde residuen in Figuur 24 mag er geen sprake zijn van toetervorming, en dat is ook niet het geval. Daarmee kan geconcludeerd worden dat aan de aanname van homoscedasticiteit wordt voldaan.



Figuur 26: Normal-probability plot (Eigen illustratie)



Figuur 25: Spreidingsdiagram residuen (Eigen illustratie)

### 4.5.3 Multicollineariteit

Tot slot is het -na het vaststellen van de aanname omtrent normaliteit van de residuen en homogeniteit van de varianties- belangrijk om te toetsen op de multicollineariteit. Er is al rekening gehouden in de correlatieanalyse om multicollineariteit te voorkomen zoals beschreven in paragraaf 1.4. Multicollineariteit ontstaat door de opname van sterk gecorreleerde onafhankelijke variabelen (Dohoo et al., 1997). Geen van de onafhankelijke variabelen heeft een correlatiecoëfficiënt van 0.9 of hoger. Hiermee wordt aan de eis van Dohoo et al. (1997) omtrent multicollineariteit voldaan. Verder worden de VIF-waardes van de regressie gebruikt ter verificatie. Alle VIF-waarden in de huidige studie waren onder de 10 (O'Brien, 2007), wat ook geen blijk geeft van de aanwezigheid van multicollineariteit. Een kanttekening dient geplaatst te worden voor de modellen met interactie-effecten. Hierbij is aannemelijk dat de VIF-waardes boven de 10 liggen en dat er enige sprake kan zijn van multicollineariteit. Een hoge VIF wordt in de literatuur als acceptabel gezien in de context van een interactiemodel en tast zodoende niet de validiteit van de uitkomsten aan.

## 4.6 Regressie resultaten

### 4.6.1 Opbouw Regressie model

In de vorige sectie is de validiteit van de hiërarchische regressie vastgesteld. De opbouw van de uiteindelijke regressie is gebaseerd op zes verschillende niveaus in de dataset (zie tabel 18). Zoals beschreven in paragraaf 3.1.4 zijn deze niveaus gebruikt om het uiteindelijke model systematisch op te bouwen.

Tabel 18: Hiërarchische niveaus binnen de analyse (Eigen illustratie)

Datatype	Geclusterde data	
	Niveaus (6)	
Hiërarchisch niveau	Niveau 1	Macro variabelen
	Niveau 2	Stad variabelen
	Niveau 3	Buurt variabelen
	Niveau 4	Structurele gebouw variabelen
	Niveau 5	Esthetische gebouw variabelen
	Niveau 6	Energie variabelen

### 4.6.2 Interpretatie van de regressie resultaten

Om de effecten van de verschillende geclusterde variabele per niveau op de verklaringskracht van het model te onderzoeken, zijn de verschillende typen variabelen per niveau toegevoegd aan het uiteindelijke model. Het model met alle zes de niveaus wordt gepresenteerd in tabel 19 (model 6). De overige modellen 1-5 zijn ook opgenomen in tabel 19. Tabel 19 geeft de mogelijkheid de modellen te vergelijken op basis van significantie, verklaringskracht en verbanden tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabele. Uit tabel 19 blijkt dat in model (6) 74% van de variantie in

de afhankelijke variabele wordt verklaard door de variantie in de opgenomen onafhankelijke (Adjusted  $R^2 = .738$ ,  $p < .001$ ). Dit betekent dat bijna driekwart van de variantie van de huurprijzen verklaard kan worden aan de hand van het model.

Alle modellen zijn significant. Verder valt op dat de levels stad (28,8%) en omgeving (32,9%) de meeste verklarende kracht hebben toegevoegd. Dat sluit goed aan op bevindingen in het theoretische kader, waarin locatie en omgeving als de belangrijkste determinant wordt gezien van de prijs. De toevoeging van level 6 ‘energiezuinigheid’ levert een significante toevoeging op en levert circa 1% extra verklarende kracht op. De overige variabelen niveaus macro, gebouw structureel (6,9%) en gebouw esthetisch (7,0%) zijn gezamenlijk goed voor significante toenames in de verklarende kracht. Opvallend is dat het niveau gebouw esthetisch relatief veel verklarende kracht toevoegt aan het level gebouw. Deze bevinding ondertekent het belang van het controleren voor gevelaspecten.

#### **4.6.3 Interpretatie van individuele effecten per niveau**

In deze paragraaf worden de resultaten van de regressie besproken. Dat de constante van het model significant is ( $a = 6.601$ ,  $p < .001$ ) duidt dat erop dat ook overige factoren een rol spelen die niet in het model zijn opgenomen: 23% van de variantie in prijs kan het model niet verklaren, die 23% kan mogelijk verklaard worden door andere factoren mee te nemen. De significantie van de constante dat het onverklaarbare deel gestructureerd is en niet random. De volgende paragrafen gaan in op de individuele effecten per niveau van het uiteindelijke model (model 6, tabel 19). Deze zijn stap voor stap verklaard en beschreven.

##### **1. Macro variabelen**

Het hoogste en eerste level wordt gevormd door de controle voor economische factoren. Dit level bestaat uit de geclusterde jaar dummy's in periode dummy's. Er zijn in totaal drie periodes gedefinieerd, waarbij periodes 2011-2014 en 2015-2018 worden vergeleken met de referentieperiode 2007-2010. Door te periodiseren wordt meer verklarende kracht bereikt dan door een dummy per jaar in het model te stoppen. De periodes dummy's voor 2011-2014 ( $B = -.072$ ,  $p < .050$ ) en 2015-2018 ( $B = -.090$ ,  $p < .001$ ) laten significant lagere huurprijzen zien dan de referentieperiode 2007-2010, als gecontroleerd wordt voor alle andere niveaus. Bij benadering voorspelt het model dat huurders over het algemeen 7,2% (periode 2011-2014) en 5,5% (periode 2015-2018) minder betalen voor kantoor-units dan in de periode 2007-2010.

##### **2. Stad variabelen**

Het tweede level wordt gevormd door de G4 steden uit de Randstad met elkaar te vergelijken. Rotterdam, Den Haag en Utrecht zijn als dummy's in het model meegenomen, waarbij Amsterdam als referentie optreedt. Te zien is dat alle overige steden (Rotterdam, Den Haag en Utrecht)

significant lager scores ten opzichte van Amsterdam. In de Den Haag ligt de huurprijs 38% lager ( $B = -.380, p < .001$ ), in Rotterdam 25% lager ( $B = -.245, p < .001$ ) en Utrecht 11% lager ( $B = -.105, p < .050$ ) als er wordt gecontroleert voor de andere 5 niveaus. Op basis van het model kan geconcludeerd worden dat het grootste prijsverschil in huurprijs bestaat tussen Den Haag en Amsterdam.

### 3. Buurt variabelen

Het derde level betreft de omgeving/buurt variabelen. Het gaat om variabele zoals de omgevingskenmerken en de bereikbaarheid van de gebouwen. In paragraaf 1.6.2 is aangetoond dat dit level de grootste toename (32,9%) in verklaringskracht toevoegt aan het model. De afstand tot ov-verbindingen ( $B = -.032, p = .119$ ) en de afstand van een kantoorgebouw tot Schiphol ( $B = -.014, p = .596$ ) zijn in het model niet significant bevonden, indien er wordt gecontroleerd voor de overige omgevingsfactoren en factoren van de overige levels. Het effect van de fietstijd tot het centrum van de binnenstad heeft daarentegen wel een significant effect op de huurprijs ( $B = -.170, p < .001$ ). Dit geeft aan dat hoe langer het fietsen is van het gebouw tot het centrum van de binnenstad, hoe lager de huurprijs wordt.

De locatie typologie bedrijventerrein heeft het grootste negatieve effect op de huurprijs ten opzichte van de referentie typologie 'Central Business District' ( $B = -.565, p < .001$ ). In de meeste gevallen heeft de locatietypologie bedrijventerrein ook de hoogste fietstijd tot het centrum van de stad. Verder zijn de overige locatie typologieën kantorenwijk ( $B = -.278, p < .001$ ), woonwijk ( $B = -.295, p < .001$ ) en binnenstad ( $B = -.167, p = .020$ ) ook negatief ten opzichte van de locatie typologie Central Business District.

### 4. Structurele gebouw variabelen

Het vierde level bestaat uit de structurele gebouw variabelen. De leeftijd van het gebouw blijkt een significant en negatief effect te hebben op de huurprijs ( $B = -.109, p < .001$ ). Hoe ouder een kantoorgebouw is, hoe minder een huurder bereid is om te betalen voor de kantoorunit. Hierbij is rekening gehouden met grootschalige renovaties en de maximale gebouw leeftijd van 30 jaar. Naast de leeftijd van het gebouw heeft de oppervlakte van het kantoorgebouw een positief verband met de huurprijs. ( $B = .058, p = .060$ ). Op basis hiervan kan gesteld worden dat huurders bereid zijn meer te betalen voor kantoor-units in gebouwen boven de 10.000 vierkante meter dan in kleinere gebouwen. Inpandig parkeren ( $B = -.033, p = .356$ ) en de grootte van de huurtransactie ( $B = -.017, p = .126$ ) zijn beide daarentegen niet significant. Er zijn zes gebouw typologieën in het model opgenomen, waarbij de typologie hoogbouw als referentie fungeert. Gebouwen die vallen onder de typologieën paviljoen ( $B = -.167, p < .050$ ) en stedelijk ( $B = -.125, p < .10$ ) hebben een significant lagere huurprijs dan een gebouw met de typologie hoogbouw. De overige typen scoren alle een lagere huurprijs dan hoogbouw, de verschillen zijn niet significant verschillend ten opzichte van hoogbouw:



complex ( $B = -.015$ ,  $p = .780$ ), monumentaal ( $B = -.036$ ,  $p = .714$ ), standaard ( $B = -.019$ ,  $p = .621$ ), verschillen niet substantieel van de referentie categorie hoogbouw.

### **5. Esthetische gebouw variabelen**

Het vijfde level betreft de esthetische gebouw variabele, ook wel de gevelkenmerken van de kantoorgebouwen. Binnen deze studie wordt dit level beschouwd als een zeer belangrijke toevoeging, omdat vergelijkbare studies niet tot relatief weinig controleren voor esthetische en architectonische kwaliteit. De aanwezigheid van een bedrijfslogo op de gevel van het kantoorgebouw heeft geen significant effect op de prijs ( $B = .000$ ,  $p = .987$ ), als er wordt gecontroleerd voor de overige levels en andere variabelen betreffende de gevel. De verschillen in de variabelen transparantie ( $B = .065$ ,  $p < .050$ ) en complexiteit ( $B = -.075$ ,  $p < .050$ ) van de gevel zijn beide significant, maar de transparantie heeft echter een positief en complexiteit een negatief effect. Hoe transparanter de gevel, hoe meer een huurder bereid is te betalen voor de kantoorunit.

In het model zijn complexe gevels vergeleken met zeer eenvoudige, waaruit is gebleken dat huurders bereid zijn te meer betalen voor complexe gevels dan voor kantoorunits met standaard kantoorgevels ( $B = -.075$ ,  $p < .05$ ). Hierbij dient de kanttekening geplaatst te worden dat de kwantificering van deze variabele enigszins subjectief is. De kwantificering is echter gebaseerd op de methode van Muiderman (2010) en zodoende zoveel mogelijk geobjectiveerd. Los van de complexiteit van de gevel zijn huurders bereid te betalen voor gevels met een hoge orde ( $B = .084$ ,  $p = .011$ ) en gebouwen met een prominente entree ( $B = .121$ ,  $p < .001$ ). De verschillende gevelmaterialiseringen zijn vergeleken met de referentie categorie gevelpanelen, waaruit is gebleken dat huurders significant hogere huurprijzen betalen voor gebouwen met een bakstenen ( $B = .096$ ,  $p = .010$ ) of betonnen gevel ( $B = .0163$ ,  $p < .001$ ) of gevel met een mix van materialen ( $B = .229$ ,  $p = .008$ ). De overige materialen natuursteen ( $B = .030$ ,  $p = .496$ ) en glas ( $B = -.001$ ,  $p = .977$ ) zorgen niet voor een significant andere huurprijs dan bij gevelpanelen.

### **6. Energie variabelen**

Zoals beschreven in paragraaf 4.6.2 is de toevoeging van het level energie significant en levert circa 1% extra verklarende kracht ten opzichte van de overige vijf levels. Energiezuinigheid is in deze studie gedefinieerd als het bezit van energielabel van A tot en met C. Op basis van het coëfficiënten in het regressiemodel waarin alle zes levels zijn opgenomen (model 6, tabel 19) kan geconcludeerd worden dat huurders bereid zijn 8,4% meer te betalen voor duurzame gebouwen dan voor niet duurzame gebouwen ( $B = .084$ ,  $p = .008$ ). In de volgende paragraaf wordt verder ingegaan op de effecten van duurzaamheid in relatie tot de toetsing van de hypotheses.

Tabel 19: Regressie model energiezuinigheid (eigen illustratie)

*Hierarchische regressieanalyse met Ln huurprijs als afhankelijke variabele*

Niveau	Variabele	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	
		B	B	B	B	B	B	
	(Constant)	5,181 ***	5,346 ***	6,322 ***	6,942 ***	6,723 ***	6,601 ***	
<b>Macro</b>	Periode 2007-2010	-	-	-	-	-	-	
	Periode 2011-2014	-0,065	-0,117 **	-0,064 *	-0,097 ***	-0,067 **	-0,072 **	
	Periode 2015-2018	-0,024	-0,026	-0,054	-0,075 **	-0,054 *	-0,090 ***	
<b>Stad</b>	Stad: %-Gravenhage	-	-0,437 ***	-0,492 ***	-0,397 ***	-0,368 ***	-0,380 ***	
	Stad: Amsterdam	-	-	-	-	-	-	
	Stad: Rotterdam	-	-0,215 ***	-0,264 ***	-0,272 ***	-0,261 ***	-0,245 ***	
	Stad: Utrecht	-	-0,334 ***	-0,196 ***	-0,152 ***	-0,102 **	-0,105 **	
<b>Buurt</b>	Ln OV-verbinding	-	-	-0,022	-0,011	-0,030	-0,032	
	Ln Tijd fiets centrum	-	-	-0,135 ***	-0,144 ***	-0,174 ***	-0,170 ***	
	Ln Afstand Schiphol	-	-	-0,009	-0,005	-0,015	-0,014	
	Locatie typologie bedrijventerrein	-	-	-0,779 ***	-0,766 ***	-0,548 ***	-0,565 ***	
	Locatie typologie CBD	-	-	-	-	-	-	
	Locatie typologie binnenstad	-	-	-0,392 ***	-0,317 ***	-0,155 **	-0,167 **	
	Locatie typologie kantorenwijk	-	-	-0,480 ***	-0,440 ***	-0,264 ***	-0,278 ***	
	Locatie typologie woonwijk	-	-	-0,518 ***	-0,503 ***	-0,276 ***	-0,295 ***	
	Ln Leef tijd	-	-	-	-0,178 ***	-0,148 ***	-0,109 ***	
<b>Gebouw structureel</b>	Parkeren in pandig (ref. niet in pandig parkeren)	-	-	-	-0,030	-0,047	-0,033	
	Oppervlakte > 10.000m2 (ref. Oppervlakte < 10.000m2)	-	-	-	0,034	0,052 *	0,058 *	
	Gebouw typologie Complex	-	-	-	-0,121 **	0,011	-0,015	
	Gebouw typologie Monumentaal	-	-	-	-0,003	-0,081	-0,036	
	Gebouw typologie Hoogbouw	-	-	-	-	-	-	
	Gebouw typologie Paviljoen	-	-	-	0,102 *	0,179 ***	0,167 ***	
	Gebouw typologie Standaard	-	-	-	-0,087 ***	-0,007	-0,019	
	Gebouw typologie Stedelijk	-	-	-	-0,194 ***	-0,103	-0,125 *	
	Ln Kantoortransactie m2	-	-	-	-0,020	-0,016	-0,017	
	<b>Gebouw esthetisch</b>	Logo aanwezig (ref. geen logo)	-	-	-	-	-0,017	0,000
		Materiaal Baksteen	-	-	-	-	0,105 ***	0,096 ***
		Materiaal Beton	-	-	-	-	0,169 ***	0,163 ***
		Materiaal Mix	-	-	-	-	0,249 ***	0,229 ***
Materiaal Natuursteen		-	-	-	-	0,047	0,030	
Materiaal Glas		-	-	-	-	0,018	-0,001	
Materiaal Panelen		-	-	-	-	-	-	
Transparantie > 50% (ref. Transparantie < 50%)		-	-	-	-	0,082 ***	0,065 **	
Orde hoog (ref. Orde laag)		-	-	-	-	0,096 ***	0,084 **	
Grid > 1.20 (ref. Grid < 1.20)		-	-	-	-	-0,135 ***	-0,142 ***	
<b>Gebouw energie</b>	Complexiteit laag (ref. Complexiteit hoog)	-	-	-	-	-0,094 ***	-0,075 ***	
	Entrée prominent (ref. entrée niet prominent)	-	-	-	-	0,159 ***	0,121 ***	
	Energielabels A-C (ref. Energielabels D-G)	-	-	-	-	-	0,084 ***	
	$R^2$	.006	.294	.623	.692	.762	.768	
	Adjusted $R^2$	-.001	.281	.606	.667	.731	.737	
	$R^2$ Changes	.006	.288	.329	.069	.070	.007	
	df 1	2	3	7	9	11	1	
	F-value	.087	22.93	36.87	27.71	24.76	24.84	

Notitie N = 281. \*  $p < .10$  \*\*  $p < .05$  \*\*\*  $p < .01$  (two-tailed)

## 4.7 Hypotheses

Het regressie model in tabel 19 is gebruikt in paragraaf 4.6 om de regressie opbouw te verklaren. Daarmee is de regressie in tabel 19 verkennend, omdat het niet beoogd hypotheses te beantwoorden maar om de effecten te duiden. In aanvulling op het regressie model in tabel 19 worden hier enkele modellen toegevoegd om gericht de hypotheses te kunnen beantwoorden.

### 4.7.1 Hypotheses 1

**H<sub>1</sub>:** Energiezuinige kantoorgebouwen hebben een hogere huurwaarde dan niet-energiezuinige kantoorgebouwen wanneer er gecontroleerd wordt voor alle locatie-, gebouw- en gevelkenmerken.

In paragraaf 3.8.3 in tabel 14 zijn de gemiddelde huurprijzen per energielabel weergegeven. Hieruit is gebleken dat huurders gemiddeld de hoogste huur betalen voor kantoorgebouwen met een energielabel A. Echter wordt hier niet gecontroleerd voor de economische, locatie, gebouw en gevel specifieke kenmerken van de gebouwen. Om hypothese 1 te kunnen toetsen worden de resultaten van de regressiemodellen uit tabel 20 gebruikt. Deze regressie controleren in tegenstelling tot de analyse die gerapporteerd is in tabel 14 wel voor economische, locatie, gebouw en gevel specifieke kenmerken van de gebouwen. In tabel 20 zijn drie regressies weergegeven:

- Model 1: energie-index als onafhankelijke variabele;
- Model 2: energielabels als onafhankelijke variabele;
- Model 3: energie-efficiëntie als onafhankelijke variabele.

De resultaten van model 1 (energie-index) zijn niet significant, waardoor het mogelijk is dat deze resultaten op toeval berusten. De resultaten suggereren dat er naar mate de energie-index hoger is de betaling bereidheid van de huurder voor het kantoorgebouw afneemt.

In tegenstelling tot model 1 (energie-index) toont model 2 (energielabels) wel significante resultaten. Model 2 (energielabels) toont aan dat er significant hogere huurprijzen worden betaald voor kantoorgebouwen met een energielabel B ( $B = 0.099, p < .05$ ) en energielabel C ( $B = 0.074, p < .1$ ) ten opzichte van energielabel A. Energielabel E ( $B = -.136, p < .001$ ) wijkt daarentegen significant en negatief af ten opzichte van A. De overige energielabels D, F en G zijn niet significant afwijkend van A.

Model 3 (energie-efficiëntie) maakt het mogelijk om de huurprijs premium van energie-efficiënte gebouwen (A-C) te vergelijken met energie-inefficiënte gebouwen (D-G). Uit het model blijkt dat energie-efficiënte kantoor-units significant hogere prijzen generen dan energie-inefficiënte kantoor-units ( $B = 0.084, p < .001$ ). Het model voorspeld dat huurders 8,4% meer bereid zijn te betalen voor energie-efficiënte gebouwen. Hiermee wordt hypothese 1 bevestigd.

Tabel 20: Regressie modellen energiezuinigheid (Eigen illustratie)

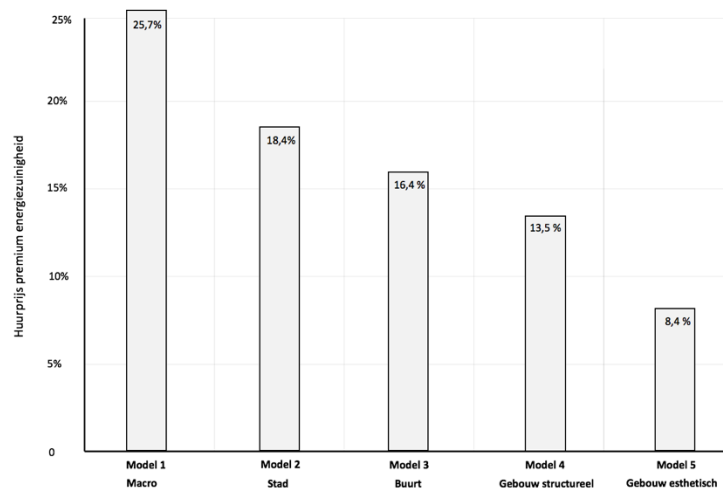
<i>Hierarchische regressieanalyse met Ln huurprijs als afhankelijke variabele</i>								
Niveau		Model 1		Model 2		Model 3		
		Energie-index		Energie-labels		Energiezuinigheid		
		B		B		B		
	(Constant)	6,869	***	7,657	***	6,818	***	
<b>Macro</b>	Periode 2007-2010	-		-		-		
	Periode 2011-2014	-0,066	**	-0,032		-0,068	**	
	Periode 2015-2018	-0,064	*	-0,064	*	-0,088	***	
<b>Stad</b>	Stad: 's-Gravenhage	-0,376	***	-0,332	***	-0,383	***	
	Stad: Amsterdam	-		-		-		
	Stad: Rotterdam	-0,271	***	-0,252	***	-0,254	***	
	Stad: Utrecht	-0,128	**	-0,155	***	-0,130	**	
<b>Buurt</b>	Ln OV-verbinding	-0,034		-0,039	*	-0,038	*	
	Ln Tijd fiets centrum	-0,192	***	-0,234	***	-0,187	***	
	Ln Afstand Schiphol	-0,014		-0,043		-0,014		
	Locatie typologie bedrijventerrein	-0,556	***	-0,593	***	-0,577	***	
	Locatie typologie CBD	-		-		-		
	Locatie typologie binnenstad	-0,145	**	-0,154	**	-0,161	**	
	Locatie typologie kantorenwijk	-0,269	***	-0,306	***	-0,288	***	
	Locatie typologie woonwijk	-0,265	***	-0,306	***	-0,289	***	
	Google Walkscore	-0,001		-0,004	***	-0,002		
	Ln Leef tijd	-0,125	***	-0,138	***	-0,104	***	
<b>Gebouw structureel</b>	Parkeren inpandig (ref. niet inpandig parkeren)	-0,046		-0,003		-0,035		
	Oppervlakte > 10.000m2 (ref. Oppervlakte < 10.000m2)	0,051		0,065	**	0,058	*	
	Gebouw typologie Complex	-0,021		-0,101	*	-0,039		
	Gebouw typologie Monumentaal	-0,072		-0,034		-0,033		
	Gebouw typologie Hoogbouw	-		-		-		
	Gebouw typologie Paviljoen	0,167	***	0,136	**	0,161	***	
	Gebouw typologie Standaard	-0,025		-0,055		-0,032		
	Gebouw typologie Stedelijk	-0,124		-0,181	***	-0,133		
	Ln Kantoortransactie m2	-0,017		-0,024	**	-0,018		
	<b>Gebouw esthetisch</b>	Logo aanwezig (ref. geen logo)	-0,006		0,017		0,004	
		Materiaal Baksteen	0,098	***	0,074	**	0,087	**
		Materiaal Beton	0,172	***	0,194	***	0,167	***
		Materiaal Mix	0,209	**	0,144		0,199	**
		Materiaal Natuursteen	0,042		0,026		0,028	
		Materiaal Glas	0,022		0,022		0,004	
Materiaal Panelen		-		-		-		
Transparantie > 50% (ref. Transparantie < 50%)		0,080	***	0,074	**	0,068	**	
Orde hoog (ref. Orde laag)		0,088	***	0,064	*	0,078	**	
Grid > 1.20 (ref. Grid < 1.20)		-0,141	***	-0,180	***	-0,150	***	
<b>Gebouw energie</b>	Complexiteit laag (ref. Complexiteit hoog)	-0,093	***	-0,081	***	-0,078	***	
	Entrée prominent (ref. entrée niet prominent)	0,147	***	0,086	**	0,119	***	
	Ln Energie index	-0,048		-		-		
	Energie label A	-		-		-		
	Energie label B	-		0,099	**	-		
	Energie label C	-		0,074	*	-		
	Energie label D	-		0,066		-		
	Energie label E	-		-0,136	***	-		
	Energie label F	-		-0,096		-		
	Energie label G	-		0,038		-		
Energie labels A-C (ref. Energie labels D-G)	-		-		0,084	***		
<i>R<sup>2</sup></i>		.764		.79		.770		
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		.731		.75		.738		
<i>df</i>		34		39		34		
<i>F-value</i>		23.38		22.94		24.17		

Notitie N = 281. \* p < .10 \*\* p < .05 \*\*\* p < .01

## 4.7.2 Hypotheses 2

**H<sub>2</sub>:** De huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen is lager indien er naast de controle voor economische, locatie-omgeving en gebouwkenmerken, ook voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken wordt gecontroleerd.

Om deze hypothese te kunnen toetsen worden de regressie resultaten van tabel 21 gebruikt. Deze tabel bestaat uit vijf regressies, waarbij bij elk opvolgend model in de tabel een controle niveau wordt toegevoegd, om stapsgewijs het effect van energie-efficiency op de huurprijs in kaart te brengen (zie tabel 21). Model 1 controleert dus alleen voor de macro-economische factoren, waarbij model 5 dus voor alle controle niveaus controleert. Verder resulteert elk model in een huurprijs premium voor energie-efficiëntie kantoorgebouwen (zie figuur 25).



*Figuur 27: Controle niveaus (1-5) en de huurprijs premiums*

Uit figuur 25 blijkt de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoren afneemt naar mate de controle niveaus worden toegevoegd. Door het toevoegen van de verschillende niveaus wordt het mogelijk gemaakt het effect van energie-efficiënte op de huurprijs beter te isoleren. In hoofdstuk 1 is beschreven dat merendeel van de huidige studies niet tot nauwelijks controleert voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken. Uit figuur 25 blijkt dat de huurprijs premium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen 13,5% bedraagt wanneer deze kenmerken in beschouwing worden genomen. Echter blijkt dat als er wel wordt gecontroleerd voor esthetische gebouw- en gevel kenmerken de huurprijs premium 8,4% bedraagt. Het verschil komt daarmee op een circa 5% lagere betalingsbereidheid voor energiezuinigheid, indien gecontroleerd wordt voor esthetische gebouw- en gevelkenmerken. Hiermee wordt hypothese 2 bevestigd.

Tabel 21: Huurprijs premium regressies (Eigen illustratie)

*Hiërarchische regressieanalyse met Ln huurprijs als afhankelijke variabele*

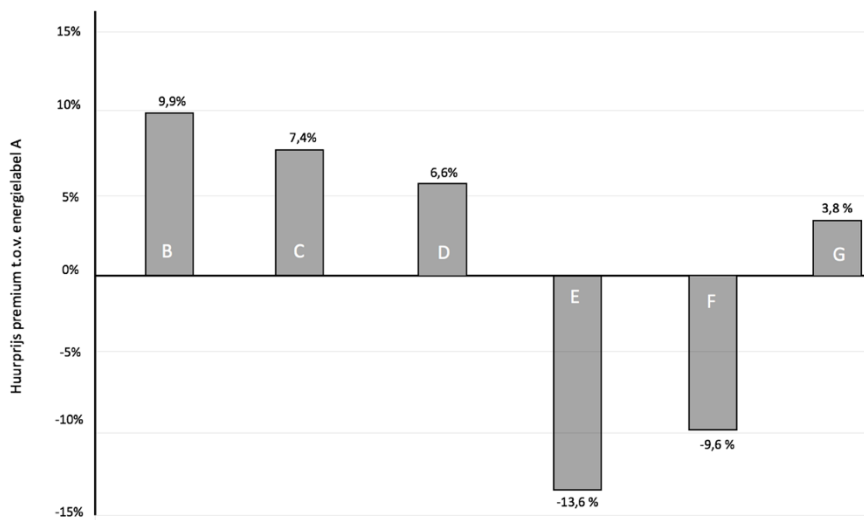
Niveau		Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5	
		B		B		B		B		B	
	(Constant)	5,077	***	5,243	***	6,265	***	6,989	***	6,818	***
Macro	Periode 2007-2010	-		-		-		-		-	
	Periode 2011-2014	-0,098	**	-0,129	***	-0,075	**	-0,101	***	-0,068	**
	Periode 2015-2018	-0,140	***	-0,098	**	-0,121	***	-0,129	***	-0,088	***
Stad	Stad: 's-Gravenhage	-		-0,402	***	-0,448	***	-0,385	***	-0,383	***
	Stad: Amsterdam	-		-		-		-		-	
	Stad: Rotterdam	-		-0,143	**	-0,178	***	-0,217	***	-0,254	***
	Stad: Utrecht	-		-0,297	***	-0,133	***	-0,154	***	-0,130	**
Buurt	Ln OV-verbinding	-		0,184	***	-0,024		-0,023		-0,038	*
	Ln Tijd fiets centrum	-		-		-0,126	***	-0,161	***	-0,187	***
	Ln Afstand Schiphol	-		-		-0,027	***	-0,019		-0,014	
	Locatie typologie bedrijventerrein	-		-		-0,729	***	-0,759	***	-0,577	***
	Locatie typologie CBD	-		-		-		-		-	
	Locatie typologie binnenstad	-		-		-0,366	***	-0,315	***	-0,161	**
	Locatie typologie kantorenwijk	-		-		-0,449	***	-0,445	***	-0,288	***
	Locatie typologie woonwijk	-		-		-0,499	***	-0,505	***	-0,289	***
	Google Walkscore	-		-		0,001		-0,001		-0,002	
	Ln Leeftijd	-		-		-		-0,102	***	-0,104	***
Gebouw structureel	Parkeren inpandig (ref. niet inpandig parkeren)	-		-		-		-0,033		-0,035	
	Oppervlakte > 10.000m2 (ref. Oppervlakte < 10.000m2)	-		-		-		0,051		0,058	*
	Gebouw typologie Complex	-		-		-		-0,134	**	-0,039	
	Gebouw typologie Monumentaal	-		-		-		0,036		-0,033	
	Gebouw typologie Hoogbouw	-		-		-		-		-	
	Gebouw typologie Paviljoen	-		-		-		0,111	**	0,161	***
	Gebouw typologie Standaard	-		-		-		-0,087	**	-0,032	
	Gebouw typologie Stedelijk	-		-		-		-0,190	***	-0,133	
	Ln Kantoortransactie m2	-		-		-		-		-0,018	
	Ln Kantoortransactie m2	-		-		-		-		-0,018	
Gebouw esthetisch	Logo aanwezig (ref. geen logo)	-		-		-		-		0,004	
	Materiaal Baksteen	-		-		-		-		0,087	**
	Materiaal Beton	-		-		-		-		0,167	***
	Materiaal Mix	-		-		-		-		0,199	**
	Materiaal Natuursteen	-		-		-		-		0,028	
	Materiaal Glas	-		-		-		-		0,004	
	Materiaal Panelen	-		-		-		-		-	
	Transparantie > 50% (ref. Transparantie < 50%)	-		-		-		-		0,068	**
	Orde hoog (ref. Orde laag)	-		-		-		-		0,078	**
	Grid > 1.20 (ref. Grid < 1.20)	-		-		-		-		-0,150	***
Gebouw energie	Complexiteit laag (ref. Complexiteit hoog)	-		-		-		-		-0,078	***
	Entrée prominent (ref. entrée niet prominent)	-		-		-		-		0,119	***
	Energielabels A-C (ref. Energielabels D-G)	0,257	***	0,184	***	0,164	***	0,135	***	0,084	***
	$R^2$	.128		.351		.666		.716		.770	
	Adjusted $R^2$	.119		.337		.648		.691		.738	
df	3		6		14		23		34		
F-value	13.58		24.75		37.87		28.22		24.17		

Notitie N = 281. \*  $p < .10$  \*\*  $p < .05$  \*\*\*  $p < .01$

### 4.7.3 Hypotheses 3

**H<sub>3</sub>:** Het grootste verschil in betalingsbereidheid van huurders voor energiezuinigheid is te vinden tussen energielabels C en D. Dit markeert immers de grens tussen energiezuinige en niet-energiezuinige gebouwen.

Om hypothese 3 te toetsten worden de resultaten van model 2 gebruikt (tabel 20). In dit model is de “energie-effect” opgesplitst in individuele labelklassen. Opvallend is dat er verschillen zijn in de betalingsbereidheid van huurders voor energielabels onderling. In figuur 26 is de huurprijs premium per energielabel uitgezet ten opzichte van energielabel A.



Figuur 28: Huurprijs premium t.o.v. energielabel A (Eigen illustratie)

In het model wijken enkele energielabels significant af van energielabel A. Dat is bijvoorbeeld het geval voor energielabel B ( $B = 0.099, p < .050$ ), energielabel C ( $B = .074, p < .1$ ) en energielabel E ( $B = -.136, p < .001$ ). Hierbij is gecontroleerd voor de alle overige 6 niveaus die ter controle in het regressiemodel zijn meegenomen. Energielabels B (+9,9%) en C (+7,4%) hebben een significant hogere huurprijs dan energielabel A en energielabel E (-13,6%) heeft een lagere huurprijs ten opzichte van energielabel A. Er is geen significant verschil te zien met energielabel A bij de energielabels D ( $B = .066, p = .259$ ), F ( $B = -.096, p = .122$ ) en G ( $B = .038, p = .432$ ).

Het verschil tussen energielabel C en D is qua premium ten opzichte van A circa 1%, terwijl het verschil tussen B en E qua premium ten opzichte van A meer dan 10% verschilt. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat het grootste verschil van de huurprijs premium per energielabel niet ligt tussen energie label C en D. Hypothese 3 wordt dus niet bevestigd.





# HOOFDSTUK V | CONCLUSIE



## HOOFDSTUK V

### Conclusies en discussie

In dit hoofdstuk worden conclusies getrokken na de beantwoording van de centrale onderzoeksvraag. Tevens bevat het een discussie over de interpretatie en vergelijking van de onderzoekresultaten. Aansluitend worden de beperken van het onderzoek beschreven. Tot slot worden aanbevelingen gedaan voor de praktijk en voor eventueel vervolgonderzoek.

#### 5.1 Conclusies

Dit onderzoek draagt bij aan de literatuur over de economie van energie-efficiënte kantoorgebouwen. Het belang van de transitie naar een energie-efficiënte gebouwde omgeving wordt onderschreven door de toenemende Nederlandse en Europese regelgeving omtrent energie-efficiëntie binnen de vastgoedmarkt. Als gevolg hiervan is de markt voor energieverantwoorde gebouwen de afgelopen jaren flink gegroeid, waardoor kantoorgebouwen in toenemende maten beschikken over diverse verplichte en vrijwillige energiecertificaten. In Nederland is het energielabel sinds 2008 de maat voor de energieprestatie van een kantoorgebouw en wordt daarom als toetseenheid meegenomen in deze studie.

Het doel van dit onderzoek was om de huurprijspremium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen te bepalen -op het niveau van een kantoorunit in de Randstad. Hierbij betreft de kantoorunit de kantoorruimte die in het huurcontract is opgenomen. Daarenboven was het in het bijzonder belangrijk om, behalve naar de economische, locatie- en gebouwkenmerken, in het bijzonder ook de esthetische gebouw en gevelkenmerken mee te nemen in de analyse. Een dergelijke controle ontbrak in vrijwel alle met dit onderzoek vergelijkbare studies. Verwacht werd dat door het controleren voor esthetische gebouw en gevelkenmerken de huurprijspremium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen minder hoog zou zijn, doordat in dit geval het effect van energiezuinigheid op de huurprijs beter geïsoleerd wordt.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidde als volgt:

---

*Wat is de huurprijs premium van energie-efficiënte kantoorgebouwen op de Nederlandse kantorenmarkt wanneer specifiek aandacht wordt besteed aan de controle voor de esthetische gebouw- en gevelkenmerken?*

---

Deze hoofdvraag is beantwoord aan de hand van een hedonische regressieanalyse. Het doel van de analyse was om het effect van energiezuinigheid te isoleren door naast de gebruikelijke controle niveaus ook te controleren voor de esthetische gebouw- en gevelkenmerken. Het toepassen van een

hedonische analyse maakt het mogelijk om de effecten van verschillende kenmerken op de huurprijs afzonderlijk te bepalen.

De belangrijkste bevindingen wijzen op de aanwezigheid van een positieve huurprijspremium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen. De schattingen van het voorspellende model wijzen op een huurprijs premium van 8,4% voor energie-efficiënte kantoorunits ten opzichte van energie-inefficiënte kantoorunits: met andere woorden huurders zijn gemiddeld gezien bereid circa 8% meer te betalen voor een energie-efficiënte kantoorruimte. Deze bevindingen zijn consistent voor alle energiemodellen. Een kantoorunits met energielabel A tot en met C is in dit onderzoek beschouwd als energie-efficiënt en niet energie-inefficiënte kantoorunits betreffen gebouwen met energielabel D tot en met G.

Verder heeft het onderzoek aangetoond dat, naast de bereidheid om te betalen voor energie-efficiënte kantoorgebouwen (A-C), er ook verschillen zijn in de bereidheid om te betalen voor energielabels onderling. Hierbij is het “energie-effect” gesplitst op de individuele labelklassen (A tot en met G). Kantoorgebouwen met energielabel A realiseren de absoluut gemiddelde hoogste huurprijs. Uit de regressie blijkt echter dat, wanneer er gecontroleerd wordt voor alle overige variabele met betrekking tot het macro-, meso- en microniveau, de huurders substantieel hogere huurprijzen betalen voor kantoorgebouwen met een B en of C label ten opzichte van label A. Verder betalen huurders substantieel lagere huurprijzen voor energielabel E dan voor energielabel A. Hiermee wordt bevestigd dat het verschil tussen energie-efficiënte (A-C) en energie-inefficiënte (D-G) niet enkel wordt gedreven door de energie-efficiënte kantoorgebouwen op de A locaties “energie-efficiënte parels”: het zijn vooral de kantoorgebouwen met energielabel B en C die een huurprijspremium voor energie-efficiënte verkrijgen ten opzichte van de energie-inefficiënte buurgebouwen. Bij de overige energielabels zijn geen substantiële verschillen aangetoond in huurprijs. Het gebrek aan significantie voor gebouwen met een D, F of G-label is wellicht het gevolg van een kleine steekproef, waarbij significante resultaten moeilijker te realiseren zijn.

Daarnaast ligt het grootste verschil in betaalbereidheid voor een energielabel niet (zoals verwacht) bij de sprong van energielabel C naar D die ook wel gedefinieerd wordt als de grens tussen energie-efficiënt en energie-inefficiënt. De grens van energie-efficiënte komt niet naar voren als een bepalende factor.

Verder heeft het onderzoek naast de gebruikelijke controle voor huurprijs bepalende economische, locatie- en gebouw factoren een controleniveau toegevoegd in de vorm van esthetische gebouw- en gevelkenmerken. Deze controle ontbrak in vrijwel alle vergelijkbare studies. Indien de controle voor esthetische gebouw en gevelkenmerken buiten beschouwing was gelaten, zou de huurprijspremium

voor energiezuinige kantoorgebouwen volgens de analyse 13,5% zijn. Dit percentage ligt circa 5% hoger dan de aangetoonde huurprijs premium van 8,4%. De toevoeging van het controleniveau met betrekking tot esthetische gebouw en gevelkenmerken heeft dus wel degelijk een aanzienlijk effect op de hoogte van de huurprijspremium. Daarmee zijn de verwachte resultaten in dit onderzoek bevestigd.

Het effect van energiezuinigheid op de huurprijs van kantoorgebouwen is positief, maar minder sterk dan dat uit eerdere onderzoeken was gebleken, doordat het effect van energiezuinigheid via de uitgebreide controle van esthetische gebouw en gevelkenmerken beter geïsoleerd wordt en daarmee nauwkeuriger bepaald kon worden.

Het onderzoek wijst verder uit dat in de periodes 2011-2014 en 2015-2018 de huurprijzen die huurders bereid zijn te betalen voor alle modellen significant zijn en lager zijn dan in de referentieperiode 2007-2010. Verder liggen de huurprijzen van Rotterdam, Utrecht en Den Haag, zoals verwacht, substantieel lager dan die in Amsterdam.

De resultaten werden geschat met behulp van een meervoudige regressieanalyse. Het gebruikte regressiemodel is opgebouwd binnen zes opeenvolgende niveaus, waarin energie-inefficiëntie het uiteindelijk toetsniveau omvat. De gebruikte database bestaat uit transacties, locatie en omgeving, gebouw en gevel eigenschappen van 220 kantoorgebouwen in de Randstad. Deze dataset is vervolgens verder verrijkt met informatie over de precieze energie-index en energielabel per gebouw per periode. Hierbij is het belangrijk dat de transactieperiode van de verhandelde kantoorunit gekoppeld wordt aan de energie-index van die periode, gezien een kantoorgebouw over meerdere energie-indexen kan beschikken in de tijd.

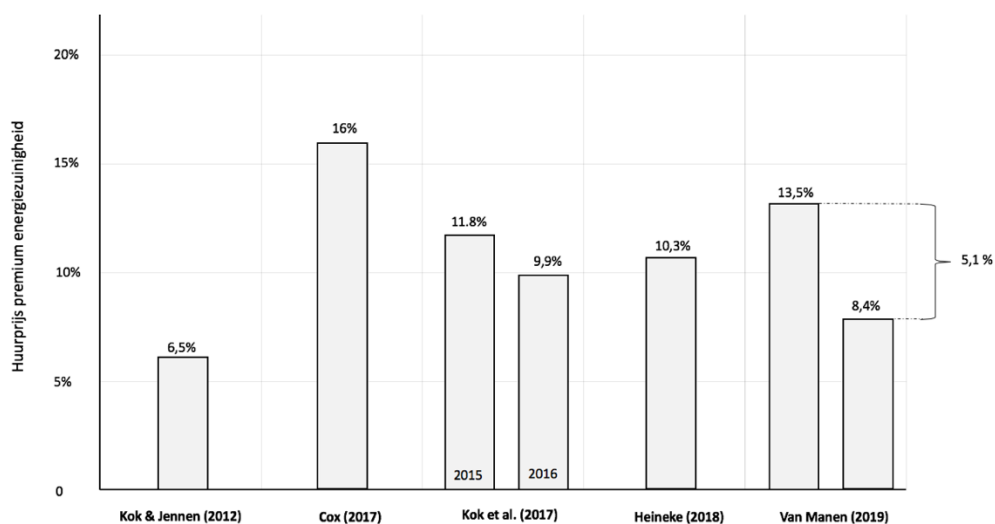
Dit onderzoek draagt bij aan de bestaande kennis van de huurprijs premium van energie-inefficiënte kantoorgebouwen binnen de vastgoedeconomie. Dit onderzoek heeft betrekking op eerder onderzoek naar de huurprijspremium van energiezuinigheid in de Nederlandse markt (Kok & Jennen, 2012; Dorst, 2017; Cox, 2017; Kok et al, 2017, Heineke, 2018). Het onderzoek onderscheidt zich door de analyse uit te breiden en een controleniveau van esthetische gebouw en gevelkenmerken toe te voegen. Daarmee biedt het nieuwe inzichten in het effect van energiezuinigheid op de huurprijs van kantoorgebouwen op de Nederlandse kantorenmarkt.

## **5.2 Discussie**

Het onderzoek van Kok & Jennen (2012) bood het eerste systematische inzicht in de huurprijspremium van energiezuinige kantoorgebouwen op de Nederlandse kantorenmarkt. Uit de

analyse van Kok & Jennen (2012) blijkt energie-efficiënte kantoorgebouwen (A-C) gemiddeld een 6.5% hogere huurprijs genereren dan vergelijkbare energie-inefficiënte kantoorgebouwen (D-G). Hierbij is gecontroleerd voor de belangrijkste huurprijs bepalende factoren van kantoorgebouwen zoals locatie, leeftijd en oppervlakte. Daarmee zijn de resultaten van het onderzoek in lijn met eerdere onderzoeksresultaten voor de Amerikaanse kantorenmarkt (Eichholtz, Kok & Quigley, 2010).

In Figuur 27 zijn de resultaten samengevat van onder andere het onderzoek van Kok & Jennen (2012) en andere eerdere onderzoeken naar de huurprijspremium van energie-efficiënte kantoorgebouwen vergeleken met de huurprijspremiums van dit onderzoek. Opvallend is dat de huurprijspremium van Kok & Jennen (2012) lager is dan de huurprijspremium uit dit onderzoek, terwijl verwacht werd dat de huurprijspremium van dit onderzoek lager zou zijn dan reeds was aangetoond binnen de Nederlandse vastgoedliteratuur. Het onderzoek van Kok & Jennen had een steekproef van 1.072 huurtransacties over de periode 2005-2010. In de periode 2005-2010 was het belang van energiezuinigheid minder zwaarwegend dan nu. Tevens bestaat de steekproef van Kok & Jennen (2012) uit huurtransacties binnen heel Nederland. Hierdoor is het lastig om hun resultaten te vergelijken met die uit dit onderzoek, omdat de huurprijzen van kantoren binnen de Randstad voor 40% verklaard worden door de kwaliteit van de locatie en buiten de Randstad bepaald de locatie 80% van de huurprijs (Vink & Verlaak, 2004). Hierdoor kan het zijn dat de huurprijspremium van Kok & Jennen (2012) leidt tot een onderschatting van de huidige huurprijspremium van energie-efficiënte kantoren binnen de Randstad.



Figuur 29: Vergelijkingen onderzoeksresultaten (Eigen illustratie)

Cox (2017), Heineke (2018) en Kok et al. (2017) hebben allen een hogere huurprijspremium voor energie-efficiënte kantoorgebouwen aangetoond dan die uit dit onderzoek, terwijl de onderzoeken in een vergelijkbare periode hebben plaatsgevonden. Deze onderzoeken hebben echter niet of zeer beperkt gecontroleerd voor esthetische gebouw en geveleigenschappen. Dit zou een van de redenen

kunnen zijn van de overschatting van de huurprijspremium van energiezuinige kantoorgebouwen. Kok et al (2017) controleerden in tegenstelling tot Cox (2017) en Heineke (2018) als enige voor gebouwkwaliteitskenmerken. De controle van Cox (2017) en Heineke (2018) omvat alleen variabele met betrekking tot de mark, locatie en gebouwfactoren zoals leeftijd en oppervlakte. De resultaten van het onderzoek van de Universiteit van Maastricht (UM) in samenwerking met ING Real Estate Finance komen het dichtst in de buurt van de resultaten van dit onderzoek (Kok et al., 2017). Volgens dat onderzoek genereerden energiezuinige kantoorgebouwen (met energielabel A-C) in 2015 circa 12% hogere huren dan niet-energiezuinige kantoorgebouwen (energielabel D-G) en in 2016 circa 10%. Het hier gepresenteerde onderzoek ligt daarmee enigszins in lijn met het onderzoek van ING/UM, door de relatief uitgebreide correctie voor gebouwkwaliteitskenmerken.

Uit dit onderzoek blijkt dat de huurprijspremium van energie-efficiënte gebouwen tussen de 13,5-8,4% ligt. Indien de controle voor esthetische gebouw en gevelkenmerkenbuiten beschouwing wordt gelaten betreft de huurprijspremium van energie-efficiënte gebouwen 13,5%. Indien de controle esthetische controle wel wordt meegenomen is deze huurprijspremium 8,4%.

### **5.3 Beperkingen**

Het onderzoek ging gepaard met enkele beperkingen: vanwege het gebrek aan data, tijd en transparantie konden bepaalde aspecten niet worden meegenomen. In de volgende paragraaf zullen deze aspecten nader worden besproken.

Dit onderzoek is uitgevoerd met verschillende beperkingen met betrekking tot de data. Transactiedata van commercieel vastgoed in Nederland zijn moeilijk te verkrijgen doordat makelaars bepaalde data niet vrijgeven en doordat het in Nederland ontbreekt aan een coherente database zoals de Costar database in Amerika. Daardoor is de data moeilijk te verkrijgen en dat maakt het complex om data te vergaren met voldoende reikwijdte. Hierdoor is een netto steekproef gebruikt van slechts 281 cases. Idealiter hadden er huurtransacties aan de steekproef toegevoegd moeten worden om de validiteit en betrouwbaarheid van de analyse te vergroten; daarom is een voorbehoud bij de empirische bevindingen dat de steekproefomvang voor deze studie relatief klein ten opzichte van die in buitenlandse studies.

Het onderzoek levert een bijdrage door meer op de Nederlandse context in te zoomen, dit zorgt er echter ook voor dat het moeilijk is een vergelijking te maken met eerder onderzoek. Doordat veel soortgelijke onderzoeken zijn verricht in het buitenland met een andere kwantificering van energieprestaties van kantoorgebouwen 'Energie Star' en 'Leed' is het moeilijk om de resultaten van dit onderzoek te vergelijken met andere studies.

Verder is in dit onderzoek getracht esthetische gebouw en gevelkenmerken te kwantificeren en zoveel mogelijk te objectiveren. Door de kwantificering te baseren op voorgaande studies, is getracht de subjectiviteit te beperken. Hoewel de methoden in de literatuur goed onderbouwd worden, is het kwantificeren van de variabele tevens gebaseerd op de interpretatie van de onderzoeker. Dit kan de kwaliteit van de data verlagen. Het kwantificeren en beoordelen van de gevelvariabelen is echter altijd onderhevig aan enige mate van subjectiviteit.

#### **5.4 Vervolgonderzoek en aanbevelingen voor de praktijk**

Op basis van de resultaten kunnen diverse aanbevelingen worden gedaan voor vervolgonderzoek naar de huurprijs premium van energiezuinige kantoorgebouwen.

Door de beperkte beschikbaarheid van data zijn de esthetische gebouw en gevelkenmerken gekwantificeerd door middel van bureauonderzoek aan de hand van Google Street View. Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen deze kwantificering en operationalisering van esthetische gebouw en gevelkenmerken uitbreiden door bijvoorbeeld een enquête te houden onder experts in de gebouwde omgeving (architecten, stedenbouwkundige en ontwikkelaars) met het doel gebouwen te beoordelen aan de hand van een vragenlijst gebaseerd op wetenschappelijke onderzoeken naar het kwantificeren van kwaliteit, esthetiek en architectonische waarde. Met behulp van een dergelijke enquête kunnen gebouw- en gevelkwaliteiten op een andere en mogelijk gedegener manier worden gekwantificeerd, waardoor de algehele controle voor gebouw en gevel kenmerken nog vollediger kan worden gemaakt.

Daarnaast is de impact van milieucertificaten zoals BREEAM op de financiële prestaties van de kantoorgebouwen buiten beschouwing gelaten. Aanbevolen wordt dit onderzoek te herhalen met de BREEAM-certificeren in plaats van met behulp van de energie-index of de energielabels, omdat het BREEAM meer categorieën omvat dan alleen de energieprestatie van gebouwen. Hierdoor wordt het mogelijk gebouwen beter te vergelijken op vlak van duurzaamheid in bredere zin.

Verder worden beleggers in kantorenvastgoed aanbevolen om het idee van 'locatie, locatie, locatie' achter zich te laten en het idee van 'locatie, gebouw, kwaliteit' te omarmen. De kwaliteit en eigenschappen van het kantoorgebouw op het structurele gebouw en esthetische gebouw niveau zijn in zekere mate van invloed op de betalingsbereidheid van huurders.





# HOOFDSTUK VI | REFLECTIE

## HOOFDSTUK VI

### 6 REFLECTIE

Dit is het reflectieverslag over de masterscriptie ‘Energiezuinige kantoorgebouwen: een empirisch onderzoek naar de bereidheid om te betalen voor energiezuinige kantoorgebouwen in de Randstad’. Het is een reflectie op de relevantie van het onderzoek, de methoden en de processen.

#### 5.5 Relevantie van het onderzoek

In deze paragraaf wordt de positie van het onderzoek met betrekking tot het bijbehorende afstudeerlaboratorium (‘Real Estate Economics’) besproken en wordt de wetenschappelijke en maatschappelijke relevantie van het onderzoek beschreven.

##### 5.5.1 Positie van onderzoek binnen afstudeerlaboratorium

Het onderzoek is uitgevoerd binnen het afstudeerlaboratorium ‘*Real Estate Economics*’. De focus van het onderzoek is gericht op ‘*Green Value*’ en ‘*Willingness-to-pay for sustainability*’. Daarmee bouwt het onderzoek voort op reeds uitgevoerde onderzoeken van Van der Erve (2011), Baas (2013), Fuerst en McAllister (2011) en Kok & Jennen (2011). In deze onderzoeken staat de bereidheid om te betalen, de ‘*willingness-to-pay*’ voor duurzaamheid centraal. Hierbij speelt het isoleren van het effect van duurzaamheid op de huurprijs van kantoorgebouwen een belangrijke rol.

Dit proefschrift gaat dieper in op de controle van de algehele gebouwkenmerken en in het bijzonder de esthetische gevel, omdat in vrijwel alle eerdere onderzoeken een dergelijke controle slechts beperkt tot zeer beperkt aanwezig is. Dit onderzoek beoogt het effect van duurzaamheid op de huurprijs volledig te isoleren. Dit onderzoek draagt daarmee bij aan de kennis over de economie van duurzame gebouwen.

##### 5.5.2 Wetenschappelijke relevantie

Er zijn diverse wetenschappelijke studies verricht over de relatie tussen energiezuinigheid van gebouwen en de huurprijs. Uit een vergelijking tussen Nederlandse en Amerikaanse studies is gebleken dat de Nederlandse studies die het effect van energiezuinigheid van gebouwen op de huurprijs bepalen vele malen opportunistischer zijn dan de Amerikaanse studies. Volgens Koppels (2018) is dit onder andere te verklaren omdat er minder Nederlandse data beschikbaar zijn, waardoor minder goed kan worden gecontroleerd op algehele gebouwkenmerken. Daarnaast zijn artikelen over energiezuinigheid en de *willingness-to-pay* deels verouderd, uitgevoerd in het buitenland of gericht op de woningmarkt of op andere kantoormarkten dan die van de Randstad. Deze studie voorziet in geactualiseerde data en geeft nieuwe inzichten in de invloed van energiezuinigheid op de huurprijs



en is daarmee realistischer. Tevens geeft het onderzoek inzicht in de invloed van duurzaamheid in de tijd: neemt de invloed toe of af, of stagneert deze invloed? Dit is interessant omdat de wetgeving in Europa en in Nederland steeds strenger wordt ten aanzien van de eisen waaraan kantoorgebouwen dienen te voldoen. De academische meerwaarde van dit onderzoek is – in vergelijking tot eerdere studies op dit gebied – de diepgaandere controle op de algehele kantoorgebouwenkenmerken. Dit maakt dat de huurprijs premium van duurzaamheid realistischer kan worden bepaald.

### **5.5.3 Maatschappelijke relevantie**

Op 1 oktober 2018 zijn nieuwe regelingen ingevoerd op het gebied van energieprestaties van gebouwen. De nieuwe wetgeving houdt onder meer in dat vanaf 1 januari 2023 alle kantoorgebouwen in Nederland voorzien moeten zijn van minimaal energielabel C. Verder heeft de regering aangekondigd dat per 1 januari 2030 energielabel A de standaard voor kantoorgebouwen wordt (Cramer, 2018). Op dit moment heeft naar schatting 48% van de kantooroppervlakte een energielabel C of hoger (RVO, 2017). De verplichting van energielabel C treft bijna 52% van de totale kantooroppervlakte in Nederland, wat betekent dat 43 miljoen m<sup>2</sup> binnen vijf jaar verbeterd dient te worden om zogenaamde *legal obsolescence* van het gebouw te voorkomen. Er moet daarom veel gebeuren om de voorraad te verduurzamen om te voldoen aan de nieuwe eis van minimaal energielabel C die per 2023 zal gelden.

## **5.6 Onderzoeksproces**

### **5.6.1 Literatuurstudie**

De literatuurstudie is een zeer belangrijk onderdeel van het schrijven van een scriptie. Die beperkt zich niet alleen tot het bieden van achtergrondinformatie en context, maar draagt ook bij aan het begrijpen van de methodologie. De focus van dit onderzoek was vanaf dag één duidelijk, maar de focus binnen de literatuurstudie was dat niet. De stappen die moesten worden genomen in het literatuuronderzoek waren niet duidelijk geformuleerd in het onderzoeksvoorstel, wat leidde tot een gebrek de juiste focus binnen het onderzoekdomein. Vanuit een lerend perspectief is het nuttig om een globaal alles te bestuderen, maar het is niet bevorderlijk voor het proces omdat de literatuurstudie verrijkt moest worden na de P2. Dit had voorkomen kunnen worden door een duidelijk onderzoeksplan te hebben in en de reikwijdte van de literatuurstudie verder in te perken. Tijdens de literatuurstudie begreep ik de hedonische prijsmethode niet tot zeer beperkt. Wanneer ik deze literatuur nu lees, begrijp ik de inhoud van en verklaringen in het onderzoek veel beter. Tevens is het lezen van vergelijkbare wetenschappelijke onderzoeken nu veel gemakkelijker geworden en zijn de methodes en analyses mij veel duidelijker geworden dan voorafgaand aan mijn daadwerkelijke analyse. Daarom kan gesteld worden dat het bijzonder belangrijk is om de onderzoeksmethodologie

goed in de vingers te hebben alvorens de dataverzameling van start gaat. Hierdoor kunnen uiteindelijk veel kostbare uren bespaard worden.

Verder is het zeer nuttig om in het proces niet alleen te focussen op het theoretische veld, maar om ook de methodologie uitgebreid te bestuderen. In dit onderzoek is dit niet het geval, omdat de methodologische kennis tot het einde van de dataverzamelingsfase ontbrak. Deze kennis zou nuttig zijn geweest bij zowel de literatuurstudie als in de dataverzamelingsfase. Dit is een van de aspecten die ik zou verbeteren als ik de kans zou krijgen om dit onderzoek opnieuw uit te voeren.

### **5.6.2 Dataverzameling**

In tegenstelling tot onderzoek binnen de residentiële vastgoedsector, wordt onderzoek binnen de commerciële vastgoedsector in Nederland belemmerd door de zeer beperkte beschikbaarheid van data. Om de bereidheid om te betalen voor duurzaamheid te bepalen, waren huurtransacties nodig van kantoor-units in de vier grote steden in de Randstad. Deze data zijn in Nederland niet vrij toegankelijk. De gegevens zijn grotendeels in handen van grote makelaars binnen de kantorenmarkt. Verder zijn de data versnipperd over de partijen op deze markt. Omdat mijn afstudeerproject niet bij een dergelijke grote makelaar is uitgevoerd, bleek de dataverzamelingsfase moeilijker te zijn dan verwacht, wat onder andere heeft geleid tot een verlenging van de onderzoekduur. Daarnaast had ik veel tijd kunnen besparen als ik van tevoren meer had geweten over en begrepen van de methodologie van het onderzoek. Dit had mij kunnen helpen bij het efficiënter zoeken naar en verzamelen van de benodigde data.

### **5.6.3 Empirische analyse en uitkomsten**

Het interpreteren van de resultaten was het moeilijkste deel van het onderzoeksproces. Het gebrek aan methodologische kennis ontmoedigde me om eerder met de analyse te starten. Een overlapping van de data verzamelingsfase met een vroegtijdige analyse van de gegevens had mogelijk in een vroeg stadium tot een beter begrip van zowel de methodiek als de data kunnen leiden en veel tijd kunnen besparen. Deze fase was behoorlijk hectisch, omdat het vergroten van mijn kennis van de methodologie en vervolgens het interpreteren van de resultaten in een nogal beperkt tijdsbestek moest gebeuren. Er zijn in korte tijd grote stappen gemaakt en de zaken begonnen duidelijk te worden in de laatste fase. De eindresultaten van het dit onderzoek zijn wel in lijn met het vooraf gestelde doel. De onderzoeksresultaten zijn binnen verschillende modellen betrouwbaar gebleken en tonen de consistentie aan van de ingezette maatregelen. Het onderzoek dient echter uitgebreid te worden met meer cases, waardoor de interne validiteit zal toenemen. Daarnaast dienen ook andere grote Nederlandse steden opgenomen te worden om de externe validiteit van het onderzoek te vergroten en om de resultaten uiteindelijk te kunnen generaliseren voor de gehele Nederlandse kantorenmarkt.

## **5.7 Persoonlijke reflectie**

Om op een gestructureerde manier op het persoonlijke proces te reflecteren worden de fases van het onderzoek een voor een beschreven en geanalyseerd.

### **5.7.1 Onderzoeksvoorstel (P1)**

Het thema voor dit onderzoek was snel gevonden. Het betreft namelijk de combinatie van de drie aspecten die ik interessant vind: 1) de commerciële vastgoedmarkt en in het bijzonder de kantorenmarkt binnen de Randstad, en 2) de verduurzaming van de huidige kantorenvorraad en 3) de invloed duurzaamheid op de waarde (huurprijs) van gebouwen.

Het proces van concept(thema) naar onderzoeksvoorstel verliep echter moeizaam. In eerste instantie had ik direct veel relevante wetenschappelijke artikelen en scripties verzameld en in kaart gebracht. Terugkijkend heb ik veel te breed naar informatie gezocht, waardoor het lastig was om een richting te kiezen. Ik werd namelijk telkens getriggerd door een ander onderzoek en de daarbij behorende onderzoeksmethode. Achteraf ben ik mij bewust geworden van het belang van het afbakenen van de scope van het onderzoek, gezien de oneindige hoeveelheid literatuur en manieren van onderzoek. Het niet tot nauwelijks afbakenen van mijn onderzoek heeft mij in eerste instantie bijzonder veel tijd gekost. Ik heb met name veel tijd verloren door het lezen van artikelen en voorgaande scripties. Dit heeft er ook toe geleid dat ik diverse keren mijn gehele onderzoek heb omgegooid.

Het heeft mij geholpen om de scriptie tijdelijk naast mij neer te leggen. Hierdoor ben ik in staat geweest een richting te kiezen, waarvan ik niet meer ben afgeweken, namelijk de hedonische prijsmethode. Verder heeft het mij geholpen om in de praktijk te werken naast het schrijven van mijn scriptie. Zonder dat het onderzoek direct gerelateerd was aan mijn werk waren er zeker verbanden te leggen. Tijdens mijn stage was ik namelijk actief in het commerciële vastgoed en met name de ontwikkeling daarvan. De gesprekken met het commerciële team van het bedrijf hebben mij geholpen om kritisch naar mijn onderzoek te blijven kijken. Verder heeft het mij geholpen om met terugwerkende kracht de scriptie als het ware van achteren naar voren te schrijven. Door in kaart te brengen wat de resultaten van hedonische studies zijn aan de hand van voorbeeldstudies en -scripties heb ik de route bepaald.

### **5.7.2 Theoretisch kader (P2)**

Doordat in eerste instantie tijdens P1 het onderzoeksvoorstel nog niet genoeg afgebakend was, heb ik in de fase van het schrijven van het theoretische kader heel veel onnodige uren gemaakt. Dit had voorkomen kunnen worden door te beginnen met het ontwerpen van een goed conceptueel model, een raamwerk en structuur voor het gehele theoretische kader. Verder was het aan te raden geweest

om de gelezen artikelen samen te vatten volgens een vaste structuur in bijvoorbeeld Excel. Dit bestand kan dan de fundering vormen van het theoretische kader.

In plaats van meteen te beginnen met schrijven is het aan te raden om de informatie eerst gestructureerd in een groot overzicht te zetten. Door het gebruik van een dergelijk overzicht kunnen verbanden gemakkelijk in kaart worden gebracht. Tevens wordt het effect van verloren kennis geminimaliseerd. Het is logisch dat kennis anders verloren gaat, omdat in het begin veel informatie moet worden gelezen en verwerkt. Het maken van een groot overzicht beperkt dit verlies aan kennis. In eerste instantie neemt het veel tijd in beslag om de artikelen op deze manier te rapporteren, maar op de lange termijn is dit voordelig.

### **5.7.3 Theoretisch kader (P3)**

Bij deze fase had ik uiteindelijk zoveel artikelen en scripties gelezen, dat ik de focus voor mijn eigen scriptie verloren had en door de bomen het bos niet meer zag. Het is dan ook aan te raden om na P2 het onderzoeksvoorstel te herschrijven, zodat dit beter geformuleerd kan worden aan de hand van de nieuw opgedane kennis en ervaring. Vervolgens moet het herschreven onderzoeksvoorstel naast het theoretische kader worden gehouden en getoetst of de gebruikte studies nog wel relevant zijn. Op deze manier wordt systematisch getoetst wat wel en niet relevant is. Dit proces dient keer op keer uitgevoerd te worden. Het schrijven van een scriptie is geen lineair proces, waarbij bij A wordt begonnen en Z het resultaat is. Keer op keer dient er teruggekoppeld en getoetst te worden wat wel en niet relevant is.

### **5.7.4 Theoretisch kader (P4)**

Het uitvoeren van een kwantitatieve studie over dit onderwerp bleek een uitdagende taak te zijn, mede doordat data met betrekking tot commercieel vastgoed moeilijk te verkrijgen zijn in Nederland. Mede door goede contacten van mijn begeleiders heb ik echter toegang kunnen krijgen tot de STRABO-transactiedatabase die een belangrijke rol heeft gespeeld in de statistische analyse.

Na mijn P3-presentatie hebben mijn begeleiders mij geadviseerd om het theoretische kader tijdelijk los te laten. Ik diende eerst te starten met mijn dataverzameling en -analyse alvorens ik mijn theoretisch kader zou herschrijven, omdat naar verwachting problemen tijdens de dataverzameling en -verwerking zouden ontstaan die effect zouden hebben op mijn analyse en daarmee theoretische kader. Dit bleek een goed advies, omdat ik hierdoor stappen vooruit maakte in plaats van dat ik bleef hangen en het werk stagneerde. Het verzamelen van de data verliep inderdaad niet vlekkeloos. In Nederland is het lastig om kantoortransactiedata te verkrijgen omdat er nauwelijks tot geen onafhankelijke organisaties met een database zijn, zoals de Co-star-database in de Verenigde Staten. Daardoor heb ik de TU-database als basis genomen voor mijn onderzoek. Deze heb ik up-to-date

gemaakt en voorzien van nieuwe huurtransacties en energielabels uit de RVO- en STRABO-database. Verder heb ik in Microsoft Access twee weken lang de data opgeschoond en uitgebreid. Hierbij was Google Maps Street View een belangrijke bron. Het verdiepen in de data heeft ervoor gezorgd dat ik op een andere manier naar mijn onderzoek ben gaan kijken. Dit had ik veel eerder moeten doen, zodat ik mijn theoretische kader ook efficiënter had kunnen schrijven.

Tot slot heeft de beschrijvende statistiek mij in deze fase de database doen begrijpen om de inhoud. In plaats van cijfers in een database was het mogelijk om snel verbanden te zien tussen de huurprijzen en bepaalde variabelen. Dit heeft ervoor gezorgd dat ik de onderliggende studies en resultaten beter begreep.

### **5.7.5 Algehele persoonlijke reflectie**

Gedurende mijn academische carrière in Delft heb ik altijd een grote interesse gehad in de commerciële kant van de bouwwereld en in het bijzonder de commerciële vastgoedmarkt. Naast de courses 'Real Estate Finance I', 'Real Estate Finance II' en 'Real Estate Valuation' heeft dit afstudeeronderzoek mij de mogelijkheid geboden om mijn persoonlijke interesse op academisch niveau te verbreden. Dit afstudeerproject was op veel manieren leerzaam en het proces ging letterlijk met vallen en opstaan. Ik heb het afstudeerproces ervaren als zeer intensief, maar toch bevredigend. Ik ben zowel persoonlijk als academisch gegroeid. Gedurende het laatste semester ben ik vele uitdagingen tegengekomen en ben ik erin geslaagd om daarmee om te gaan. Vooraf was ik vastbesloten om me aan mijn afstudeerplanning te houden en een kwalitatief hoogstaand rapport af te leveren. Ik ben tevreden met de doelen die ik had geformuleerd. Hopelijk worden veel volgende studenten geënthousiasmeerd door dit onderzoek en kunnen ze een vergelijkbaar afstudeerproject ervaren. Verder zou een advies aan alle studenten zijn om gestructureerd met schrijven te beginnen. De analyse vind ik het meest interessante en bevredigende aspect van een afstudeerproject. Niettemin moeten alle bevindingen en de genomen beslissing worden vastgelegd. De eenvoudigste manier om dit te bereiken, is om het op papier te zetten op het moment dat dergelijke bevindingen worden gedaan. Daarnaast wil ik studenten adviseren om het schrijfproces te zien als een ontwerpproces. In de eerste fases van het onderzoek is het tijdrovend om alles direct perfect te formuleren en te verwerken. Tevens is het in veel gevallen mogelijk dat de informatie die er eerder toe deed, achteraf irrelevant of achterhaald blijkt te zijn. Daarom is het van belang om eerst schetsmatig de scriptie in de vingers te krijgen, alvorens er wordt toegewerkt naar een eindversie. Tijdens een ontwerpproces van een kantoorgebouw begint een architect ook niet met het schrijven van het bestek. In eerste instantie dient het concept te worden geformuleerd, waarop het uiteindelijke ontwerp wordt gebaseerd. Tevens helpt een goed en gefundeerd concept bij het maken van keuzes in diverse fases van het proces.





# REFERENTIES

REFERENTIES

ABN-AMRO



- Agentschap, N.L. (2010). Segmentatie duurzaamheid Nederlandse kantorenmarkt. Planbureau voor de leefomgeving (2017). KANTORENMARKT.
- Baas, L. (2013). The incorporation of sustainability into the real estate investment portfolio. Rotterdam: TU Delft.
- Bak, R. (2015). *Kantoren in cijfers 2015*. Nieuwegein: NVM Business.
- Barlett JE, Kotrlik JW, Higgins CC. 2001. Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research. *Information technology, learning, and performance journal* 19(1): 43-50.
- Binnekamp, R., Nase, I., Koppels, P., & Remøy, H. (2016). Economics, cost and quality from a design perspective. *Dear is Durable*.
- Boots, R. (2014). The in-transparency of the Amsterdam office market – The underlying incentive and effective rental price development. Delft: TU Delft.
- Breidert, C., Hahsler, M., & Reutterer, T. (2006). A review of methods for measuring willingness-to-pay. *Innovative Marketing*, 2(4), 8-32.
- Brundtland, G. H. (1987). Our common future—Call for action. *Environmental Conservation*, 14(4), 291-294.
- Brounen, D., & Jennen, M. (2009). Local office rent dynamics. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 39 (4), 385.
- Bryman, A. (2015), *Social research methods*. Oxford: University press.
- Cadman, D. (2000). The vicious circle of blame. *Cited in: Keeping, M.*
- Chegut, A., Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. M. (2011). The value of green buildings: new evidence from the United Kingdom. *ERES 2010 proceedings*.
- Chegut, A., Eichholtz, P., & Kok, N. (2014). Supply, demand and the value of green buildings. *Urban Studies*, 51(1), 22-43.
- Corgel, J. (1997). Property-by-property valuation of publicly traded real estate firms. *Journal of Real Estate Research*, 14(1), 77-90.
- Cox, K. (2017). *Het effect van duurzaamheid op de huurprijs en de vertaling naar de waarderingen van kantoren in Nederland*(scriptie). Geraadpleegd van <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/354122>
- Devine, A., & Kok, N. (2015). Green certification and building performance: Implications for tangibles and intangibles. *Journal of Portfolio Management*, 41(6), 151.
- Devine, A. (2017). Why Energy-Efficient Commercial Real Estate Matters. In *Energy Efficiency and the Future of Real Estate* (pp. 9-36). Palgrave Macmillan, New York.
- DiPasquale, D., & Wheaton, W. C. (1992). The markets for real estate assets and space: A conceptual framework. *Real Estate Economics*, 20(2), 181-198.
- Dohoo, IR, Ducrot, C., Fourichon, C., Donald, A., & Hurnik, D. (1997). An overview of

- techniques for dealing with large numbers of independent variables in epidemiologic studies. *Preventive veterinary medicine*, 29(3), 221-239.
- Durbin, J., & Watson, G. S. (1971). Testing for serial correlation in least squares regression. III. *Biometrika*, 58(1), 1-19.
- Dunse, N., & Jones, C. (1998). A hedonic price model of office rents. *Journal of property valuation and investment*, 16(3), 297-312.
- Dyllick, T., & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business strategy and the environment*, 11(2), 130-141.
- Economisch Instituut voor de Bouw. (2016). Verplicht energielabel voor kantoren. Amsterdam: EIB.
- Eichholtz, P. (1996). Cycli op de vastgoedmarkten.
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, JM (2009). Why do companies rent green. *Real Property and Corporate Social*, 22.
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, JM. (2010). Doing well by doing good? Green office buildings. *American Economic Review*, 100(5), 2492-2509.
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, JM. (2013). The economics of green building. *Review of Economics and Statistics*, 95(1), 50-63.
- Elkington, J. (2013). Enter the triple bottom line. In *The triple bottom line* (pp. 23-38). Routledge.
- Enkvist, P., Nauclér, T., & Rosander, J. (2007). A cost curve for greenhouse gas reduction. *McKinsey Quarterly*, 1, 34.
- Feige, A., McAllister, P., & Wallbaum, H. (2013). Rental price and sustainability ratings: which sustainability criteria are really paying back?. *Construction Management and Economics*, 31(4), 322-334.
- Field, A. (2013), *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. London: SAGE.
- Fuerst, F., & McAllister, P. (2008). Green noise or green value? Measuring the price effects of environmental certification in commercial buildings.
- Fuerst, F., & McAllister, P. (2011). Green noise or green value? Measuring the effects of environmental certification on office values. *Real estate economics*, 39(1), 45-69.
- Fuerst, F., & McAllister, P. (2011). Eco-labeling in commercial office markets: Do LEED and Energy Star offices obtain multiple premiums?. *Ecological Economics*, 70(6), 1220-1230.
- Fuerst, F. (2015). The financial rewards of sustainability: A global performance study of real estate investment trusts.
- Fuerst, F., Gabrieli, T., & McAllister, P. (2017). A green winner's curse? Investor behavior in the market for eco-certified office buildings. *Economic Modelling*, 61, 137-146.
- Geltner, D., Miller, N. G., Clayton, J., & Eichholtz, P. (2001). *Commercial real estate analysis and investments* (Vol. 1, p. 642). Cincinnati, OH: South-western.



- GlascocK, J., Kim, M., & Sirmans, C. (1993). An analysis of office market rents: Parameter constancy and unobservable variables. *Journal of Real Estate Research*, 8(4), 625-637.
- Gool, P. van, P. Jager, M. Theebe & B. Weisz (2013), *Onroerend goed als belegging*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Hair Jr, JF., Babin, BJ., & Anderson, RE. (2010). *A GLOBAL P-PERSPECT-IVIE*.
- Hartenberger, U., & Lorenz, D. (2008). Breaking the vicious circle of blame—making the business case for sustainable buildings. *RICS Research*.
- Holtermans, R., & Kok, N. (2017). On the Value of Environmental Certification in the Commercial Real Estate Market. *Real Estate Economics*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2015). *Climate change 2014: Mitigation of climate change* (Vol. 3). Cambridge University Press.
- Israel GD. 1992. *Determining Sample Size* 2003 ed., Tarleton State University: Florida.
- Janssen, J. E. (1992). *Prijsvorming van bestaande koopwoningen: een analytisch onderzoek naar de determinanten van prijzen en transacties van bestaande koopwoningen in vier Nederlandse gemeenten*. [Sl: sn].
- Jennen, M. G., & Brounen, D. (2009). The effect of clustering on office rents: evidence from the Amsterdam market. *Real Estate Economics*, 37(2), 185-208.
- Kats, G. (2003). *Green building costs and financial benefits* (p. 1). Boston: Massachusetts Technology Collaborative.
- Keeris, WG., & Koppels, PW. (2006). *Uncertainty about the vacancy rate in the Dutch office market, due to the different vacancy types and stratified structure* (No. eres2006\_235). European Real Estate Society (ERES).
- Kibert, CJ. (2004). Green buildings: an overview of progress. *Journal of Land Use & Environmental Law*, 19(2), 491-502.
- Ko, DH., Elnimeiri, M., & Clark, RJ. (2008). Assessment and prediction of daylight performance in high-rise office buildings. *The Structural Design of tall and special buildings*, 17(5), 953-976.
- Kok, N. (2009). *Duurzaam Inkopen: Impact op de Nederlandse Vastgoedmarkt*.
- Kok, N., & Jennen, M. (2012). *De Waarde van Energiezuinigheid en Bereikbaarheid; een analyse van de Nederlandse kantorenmarkt*: Universiteit Maastricht. *Erasmus Universiteit*.
- Koppels, PW., Remøy, HT., & De Jonge, H. (2009). The economic value of image. *PropertyNL Research Quarterly*, 8(3), 31-38.
- Koppels, P. (2016, 26 maart). *Urban Land & Value* [College-slides]. Geraadpleegd op 11 augustus 2018, van [https://blackboard.tudelft.nl/webapps/blackboard/content/listContent.jsp?course\\_id= 56443\\_1&content\\_id= 2759331\\_1](https://blackboard.tudelft.nl/webapps/blackboard/content/listContent.jsp?course_id= 56443_1&content_id= 2759331_1)
- Lorenz, D. (2013). *Breaking the Vicious Circle of Blame—Making the Business Case for*

## Sustainable Buildings.

- Lin, F. J. (2008). Solving multicollinearity in the process of fitting regression model using the nested estimate procedure. *Quality & Quantity*, 42(3), 417-426.
- RICS FiBRE Findings in Built and Rural Environments. Retrieved October, 20.
- Lützkendorf, T., & Lorenz, D. (2005). Sustainable property investment: valuing sustainable buildings through property performance assessment. *Building Research & Information*, 33(3), 212-234.
- Malpezzi, S. (2002), Hedonic Pricing Models: A selective and Applied Review. Wisconsin: The University of Wisconsin, pp. 1- 45.
- Meadows, DH., Randers, J., & Behrens III, WW. (1972). The limits to growth: a report to the club of Rome (1972). *Google Scholar*.
- Miller, N., Spivey, J., & Florance, A. (2008). Does green pay off?. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 14(4), 385-400.
- Miller, NG. (1982). Residential property hedonic pricing models: a review. *Research in Real Estate*, 2(1), 31-56.(Corgel, 1997).
- Mills, ES. (1992). Office rent determinants in the Chicago area. *Real Estate Economics*, 20(2), 273-287.
- Myers, G., Reed, R., & Robinson, J. (2007)The relationship between sustainability and the value of office buildings. In *PRRES 2007: Proceedings of the 13th Annual Conference of the Pacific Rim Real Estate Society* (pp. 1-22). Pacific Rim Real Estate Society.
- Natuur & Milieu. (2017). Koning van Kantoren. Geraadpleegd op 13 augustus 2018, van <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2016/11/NM-Koning-van-Kantoren-onderzoek-nov2016.pdf>
- O'brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & quantity*, 41(5), 673-690.
- Pivo, G., & Fisher, J. (2010). Income, value, and returns in socially responsible office properties. *Journal of Real Estate Research*, 32(3), 243-270.
- Reichardt, A. (2015). *Sustainability in Commercial Real Estate Markets*. Springer.
- Remøy, H. T. (2010). Out of office: a study on the cause of office vacancy and transformation as a means to cope and prevent. IOS Press.
- RICS RESEARCH. (2010). Is sustainability reflected in commercial property prices: An analysis of the evidence b. Geraadpleegd op 3 september 2018, van <http://eprints.kingston.ac.uk/15747/1/Sayce-S-15747.pdf>
- Robichaud, L. B., & Anantmula, V. S. (2010). Greening project management practices for sustainable construction. *Journal of Management in Engineering*, 27(1), 48-57.
- Rosen, S. (1974), Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. In: *Journal of Political Economy*, 82, pp. 34-55.

- Royal Institution of Chartered Surveyors (2009). Energy performance of building directive: The facts you need to know.
- Sayce, S., Sundberg, A., & Clements, B. (2010). Is sustainability reflected in commercial property prices: an analysis of the evidence base.
- Stevens, J. P. (1984). Outliers and influential data points in regression analysis. *Psychological Bulletin*, 95(2), 334-344. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.95.2.334>
- Sivitanidou, R. (1995). Urban spatial variations in office-commercial rents: the role of spatial amenities and commercial zoning. *Journal of urban Economics*, 38(1), 23-49.
- Slade, B. (2000). Office rent determinants during market decline and recovery. *Journal of Real Estate Research*, 20(3), 357-380.
- Soeter, JP., Koppels, PW., & De Jong, P. (2008). Market interdependencies between real estate, investment, development and construction. *Economics for the Modern Built Environment*, 229.
- Stern, N. (2008). The economics of climate change. *American Economic Review*, 98(2), 1-37.
- Stichting Economisch Instituut voor de Bouw. (2017). Verplicht energielabel voor kantoren. Geraadpleegd op 4 augustus 2018, van [https://www.eib.nl/pdf/verplicht\\_energielabel\\_voor\\_%20kantoren.pdf](https://www.eib.nl/pdf/verplicht_energielabel_voor_%20kantoren.pdf)
- U.N.E.P. (2009). Buildings and climate change: summary for decision-makers. *United Nations Environmental Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris*, 1-62.
- Van der Neut, W., & Brands, M. (2018). *Sprekende Cijfers*. Geraadpleegd van <https://dynamis.nl/uploads/media/25/global/Rapport%20SCK%202018.pdf>
- Van Gool, P., Jager, P. & RM. Weisz (2001), Onroerend goed als belegging. Groningen/Houten, Wolters-Noordhoff.
- Van Gool, P., Jager, P., Theebe, M., & Weisz, R. (2013). Onroerend goed als belegging.-5e dr.
- Vink, B., & Verlaak, M. (2004). De onderliggende factoren voor de locatiewaarde. *PropertyNLresearchquarterly*, 2(3), 6-11. Geraadpleegd van <https://static.basenet.nl/cms/104468/rerq/2004-tweede-nummer.pdf>
- Vink, B. (2004). *Onderzoek naar de waarde van de locatie voor bedrijfsmatig onroerend goed in Nederland*. (Thesis). Geraadpleegd van <http://www.transumofootprint.nl/upload/documents/03%20Projecten/Waarde%20vastgoed%20en%20bereikbaarheid/03%20Output/02%20Wetenschappelijke%20publicaties/Afstudeerscriptie%20De%20locatiewaarde%20bepaald%20Waarde%20vastgoed.pdf>
- Watson, R. (2009). Industry Insight: The Green Building Impact Report 2008. *Journal of Sustainable Real Estate*, 1(1), 241-243.

## BEGRIPPENLIJST

### **Afhankelijke/ onafhankelijke variabele**

In een experiment is de onafhankelijke variabele de variabele die door de onderzoeker wordt gevarieerd of gemanipuleerd, en de afhankelijke variabele is de respons die wordt gemeten. Een onafhankelijke variabele is de veronderstelde oorzaak, terwijl de afhankelijke variabele het veronderstelde effect is.

### **BREEAM**

BREEAM staat voor Building Research Establishment Environmental Assessment Method. Deze methode om duurzaamheid in de gebouwde omgeving objectief te kunnen toetsen en te vergelijken. Daarmee is BREEAM hét instrument om integraal de duurzaamheid van nieuwe gebouwen, bestaande gebouwen, gebieden en slooprojecten te meten en te beoordelen (BREEAM-NL, g.d.)

### **Bruto vloeroppervlak**

Bruto vloeroppervlak (BVO) - Het vloeroppervlak meet aan de binnenkant van de muren inclusief transport- en installatiegebieden.

### **Correlatiecoëfficiënt**

Statistische meting van de correlatiesterkte tussen twee variabelen of datasets. De coëfficiënt varieert tussen -1 en +1, waarbij -1 een zuiver negatieve correlatie aangeeft (een set gegevens is de exacte negatieve verhouding van de andere reeks) en +1 geeft een puur positieve correlatie aan. Hoe zwakker de relatie tussen de twee gegevenssets, hoe dichter de coëfficiënt bij nul zal zijn.

### **CSR - Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen**

Bedrijfsinitiatief om de effecten van het bedrijf op het milieu en de impact op het maatschappelijk welzijn te beoordelen en verantwoordelijkheid te nemen. Dit is over het algemeen van toepassing op inspanningen die verder gaan dan wat vereist kan worden door regelgeving of milieubeschermingsgroepen.

### **Duurzaamheid**

Duurzaamheid staat voor twee concepten: een lange levenscyclus en lage milieubelasting tijdens de ontwikkeling, het gebruik van het gebouw en aan het einde van zijn levensduur (Doorn, 2010). Duurzaamheid is de ontwikkeling die voldoet aan de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen (Brundtland, 1987).

### **Eco-labeling**

Het verstrekken van informatie aan consumenten over de milieuprestaties van een product (LEED, BREEAM, EPC, Energystar enz.) Met het indirecte doel om hun consumptiekeuzes, de productieoutput van leveranciers en als gevolg daarvan het niveau van milieuschadelijke emissies te beïnvloeden.

### **Energie-efficiëntie**

Energie-efficiëntie houdt de efficiënte energieprestaties van gebouwen in, in het geval van dit rapport wordt dit in Nederland gemeten aan de hand van het label van het energieprestatiecertificaat (van A tot G) en de energieprestatie-indexwaarden.

### **Energielabel**

Eigenaren van gebouwen zijn sinds 2008 verplicht in het bezit te zijn van een energielabel. Een energielabel laat zien hoe energiezuinig een gebouw is ten opzichte van vergelijkbare gebouwen, waarbij een label A-gebouw heel energiezuinig is en een label G-gebouw zeer onzuinig. Vanaf 2023 worden er hogere eisen gesteld aan eigenaren van kantoorgebouwen van meer dan 100 m<sup>2</sup>. Zij moeten dan voldoen aan het energieverbruik voor een energielabel C of zuiniger.

### **Energiezuinigheid**

Kantoorgebouwen met een energielabel A-B-C o.b.v. van de wet en regelgeving per 2023. Kantoorgebouwen met een energie label tussen de D-G mogen per 2023 zelfs niet meer verhuurd/verkocht worden

### **Energy Star**

EPA's ENERGY STAR is een certificering voor energiezuinige gebouwen. ENERGY STAR is een programma voor technische assistentie en erkenning dat gratis tools en middelen biedt om organisaties te helpen hun energieprestaties te evalueren en het energieverbruik te verminderen. ENERGY STAR-certificering behalen, verbruiken ongeveer 35% minder energie dan hun niet-ENERGY STAR-tegenhangers.

### **Groene gebouwen**

Groene gebouwen zijn gebouwen die als duurzaam worden beschouwd; vaak houdt dit een energiezuinige prestatie in, maar het kan ook het gebruik van duurzame materialen onder andere impliceren, intelligent beheer, watergebruik of ect. Deze aspecten kunnen elkaar aanvullen.

### **Hedonische regressiemodel**

In de economie is hedonische regressie, ook hedonische vraagtheorie, een geopenbaarde voorkeursmethode voor het schatten van vraag of waarde. Het ontleedt het onderzochte item in zijn samenstellende kenmerken en verkrijgt schattingen van de bijdragende waarde van elk kenmerk.

### **LEED**

LEED is een evaluatie- en certificatiesysteem waarmee de duurzaamheidsprestatie van gebouwen bepaald kan worden. LEED staat voor 'Leadership in Energy and Environmental Design'. LEED is in 1998 opgezet door de US Green Building Council (USGBC) en is de meest gebruikte duurzaamheidstool in de Verenigde Staten.





**APPENDIX**

## APPENDIX A

*Tabel 22: Overzicht locatie huurbepalende variabele (Eigen illustratie)*

<b>Macro huurbepalende variabele</b>			
<b>Variabele</b>	<b>Jaar</b>	<b>Auteur</b>	<b>Titel</b>
Huur (euro/m <sup>2</sup> )	1996	DiPasquale & Wheaton	Urban economics and real estate markets
	1999	Wheaton	Real estate “cycles”: some fundamentals
	2001	Geltner, Miller & Eichholtz	<i>Commercial Real Estate Analysis and Investments</i>
Leegstand (%)	1990	Glascock, Jahanian & Sirmans	An Analysis of Office Market Rents: Some Empirical Evidence
	1992	Mills	Office rent determinants in the Chicago area
	1993	Clapp	Dynamics of office markets: empirical findings and research issues
Transactiejaar	2002	Quigley	Real estate prices and economic cycles
	2003	Fisher, Gatzlaff, Geltner & Haurin	Controlling for the impact of variable liquidity in commercial real estate price indices
	2010	Eichholtz, Kok & Quigley	Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings
Absorptie (%)	1997	Wheaton, Torto & Evans	The cyclic behavior of the Greater London office market
	2008	Miller, Spivey & Florance	Does green pay off?



## APPENDIX B

*Tabel 23: Overzicht huurprijsbepalende variabele (Eigen illustratie)*

<b>Locatie huurbepalende variabele</b>			
<b>Variabele</b>	<b>Jaar</b>	<b>Auteur</b>	<b>Titel</b>
Locatie stad	1996	DiPasquale & Wheaton	Urban economics and real estate markets
	1998	Colwell, Munneke & Trefzger,	Chicago's office market: price indices, location and time
	1998	Dunse & Jones	A hedonic price model of office rents
Locatie type	1984	Miles & McCue, T.	Commercial real estate returns
	2001	Geltner Miller, Clayton & Eichholtz	Commercial real estate analysis and investments
Walk Score	2010	Kok, Eichholtz, Bauer, & Peneda	Environmental Performance: A Global Perspective on Commercial Real Estate
	2011	Pivo, G., & Fisher	The walkability premium in commercial real estate investments
	2015	Devine & Kok	Green certification and building performance: Implications for tangibles and intangibles
Looptijd Station	2008	Pan, H., & Zhang	Rail transit impacts on land use
	2007	Debrezion, Pels & Rietveld	The impact of railway stations on residential and commercial property value
Verbindingen op Station	2009	Debrezion et al.	Modelling the joint access mode and railway station choice.
Reistijd tot Luchthaven	1990	Miles, Cole & Guilkey	A different look at commercial real estate returns
	2006	Nitsch	Pricing location: a case study of the Munich office market
Reistijd tot Oprit Snelweg	1988	Frew & Jud	The vacancy rate and rent levels in the commercial office market
	2012	Kok & Jennen	The impact of energy labels and accessibility on office rents

## APPENDIX C

*Tabel 24: Overzicht gebouw specifieke variabele (Eigen illustratie)*

<b>Gebouw specifieke variabele</b>			
<b>Jaar</b>	<b>Auteur</b>	<b>Titel</b>	<b>Gebouwkenmerken</b>
1980	Clapp	The intrametropolitan location of office activities	Oppervlakte Leeftijd Aantal verdiepingen Parkeerplaatsen Luchtkwaliteit
1998	Dunse & Jones	A hedonic price model of office rents	Leeftijd Locatie Oppervlakte
2007	Fuerst	Office rent determinants: A hedonic panel analysis.	Leegstand Oppervlakte Leeftijd Aantal verdiepingen Voorzieningen in huis.
2008	Miller, Spivey & Florance	Does Green Pay Off?	Leeftijd Locatie Oppervlakte
2009	Fuerst & McAllister	Fuerst, F., & McAllister, P. (2009). New evidence on the green building rent and price premium.	Leeftijd Oppervlakte Hoogte Locatie Huurtype, Gebouwklasse Deelmarkt.
2009	Fuerst & McAllister	An investigation of the effect of eco-labeling on office occupancy rates	Leeftijd Oppervlakte, Hoogte Gebouwklasse Deelmarkt
2010	Eichholtz, Kok & Quigley	Doing well by doing good? Green office buildings	Leeftijd Oppervlakte Verdiepingen Gebouwkwaliteit Voorzieningen Locatie
2011	Fuerst & McAllister	Green noise or green value? Measuring the effects of environmental certification on office values	Leeftijd Oppervlakte Hoogte Locatie Huurtype Gebouwklasse Deelmarkt.
2012	Reichardt, Fuerst, Rotke & Zietz	Sustainable building certification and the rent premium: a panel data approach	Leeftijd Oppervlakte Renovatiejaar Werkloosheid percentage Kantoren voorraad Leegstand
2012	Kok, Miller & Morris	The economics of green retrofits	Gebouwklasse Leeftijd Locatie Oppervlakte Afstand tot openbaarvervoer
2013	Eichholtz, Kok & Quigley	The economics of green building	Oppervlakte Gebouwkwaliteit Aantal verdiepingen Renovatie jaar Voorzieningen

## APPENDIX D

*Tabel 25: Overzicht voordelen energiezuinige/ duurzame kantoren (Eigen illustratie)*

<b>Voordeel</b>	<b>Jaar</b>	<b>Auteur (s)</b>	<b>Titel</b>
Lagere energiekosten	2003	Kats	The Costs and Financial Benefits of Green Buildings
	2006	Kats & Perlman	Summary of Financial Benefits of Energy Star Labeled Office Buildings
	2008	Turner & Frankel	Energy Performance of LEED for new construction buildings
	2009	Newsham, Mancini & Birt	Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but....
	2010	Pivo & Fisher	Income, Value and Returns in Socially Responsible Office Properties.
	2012	Bonde	Difficulties in changing existing leases - one explanation of the "energy paradox"
	2013	Bonde & Song	Is energy performance capitalized in office building appraisals?
Productiviteit & Gezondheid	2005	Lucuik	A Business Case for Green Buildings in Canada
	2011	Smith & Pitt	Sustainable workplaces and building user comfort and satisfaction
	2011	Armitage et al.	Green offices in Australia: a user perception survey
	2012	Rashid & Speckelmeyer	Green buildings, environmental awareness, and organisational image
	2013	Feige et al.	Impact of sustainable office buildings on occupant's comfort and productivity
Imago/ reputatieverhoging	2000	Bansal & Roth	Why companies go green: A model of ecological responsiveness
	2013	Nappi-Choulet & Decamps	Can sustainability enhance business district attractiveness?
	2016	Eichholtz et al.	Ecological responsiveness and corporate real estate

## APPENDIX E

*Tabel 26: Resultaten van vergelijkbare onderzoeken naar de bereidheid te betalen voor duurzaamheid*

Jaar	Auteur	Database	Locatie	Label	Huur Premium
2008	Miller, Spivey & Florence	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	8%
				LEED	-
2009	Fuerst & McAllister	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	6%
				LEED	6%
2009	Heineke	CoStar	Nederland	Energielabel	3,9%
2010	Miller, Pogue, Saville & Tu	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	-
				LEED	12%
2010	Wiley, Benefield & Johnson	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	7-9%
				LEED	16-18%
2011	Fuerst & McAllister	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	4%
				LEED	5%
2011	Eichholtz, Kok & Quigley	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	2-7%
				LEED	6%
2011	Jennen & Kok	CoStar	Nederland	Energielabel	6-5%
2011	Chegut, Eichholtz & Kok	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	21%
				LEED	-
2011	Van der Erve	JLL	Nederland	Energielabel A-B	5%
2012	Reichhardt, Fuerst, Rottke & Zietz	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	3-7%
				LEED	3-4%
2013	Baas	DGBC	Nederland	BREEAM	7%
2017	Fuerst, Gabrieli & McAllister	CoStar	Verenigde Staten	Energy Star	9%
				LEED	8%
2017	ING REF & Universiteit Maastricht	-	Nederland	Energielabel 2015	11.8%
				Energielabel 2016	9.9%
2018	Cox	NVM	Nederland	Energielabel	16%
2018	Van Drost	-	Nederland	Energielabel	30-55 m <sup>2</sup> /vvo
2018	Heineke	-	Nederland	Energielabel	11-13 m <sup>2</sup> /vvo

## APPENDIX F

*Tabel 27: Overzicht hedonische studies die architectonische kwaliteit integreren (Eigen illustratie)*

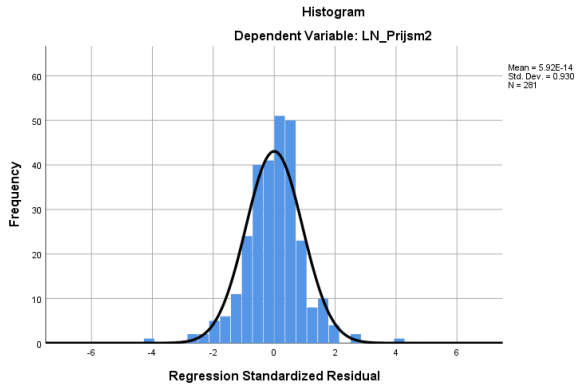
<b>Architectonische waarde en de invloed op de huurprijs</b>			
<b>Auteurs</b>	<b>Titel</b>	<b>Locatie</b>	<b>Bevindingen</b>
Hough and Kratz (1983)	The effect of architectural quality on office rents	Chicago, USA	Tenants are willing to pay a premium to be in new architecturally significant office building, but apparently see no benefits associated with old office buildings that express recognized aesthetics excellence.
Vandell and Lane (1989)	The effect of design quality on rent and vacancy behaviour on the office market	Boston and Cambridge, USA	Design quality has a positive premium of 22 percent on rents but there is a weak relationship between vacancy behaviour and design quality.
Moorhouse and Smith (1994)	The effect of architecture on original purchase price	Boston, USA	Architecture design was valued with a premium.
Gat (1998)	Urban focal points and design quality influence rents: the case of the Tel Aviv office market	Tel Aviv, Israel	These marginal contributions of Architectural Quality are 5.4%
Carmona et al. (2002)	Stakeholder Views on Value and Urban Design	UK	A key finding is that the benefits of better urban design are increasingly acknowledged across all key stakeholder groups, albeit in different ways and forms.
Ruijgrok (2006)	The effect of 'authenticity', 'ensemble' and landmark designation on house prices	Tiel, Netherlands	Authenticity and façade elements accounts for 15 percent of sale prices in the Hanseatic city of Tiel.
Noonan (2007)	The effect of landmarks and districts on sale price	Chicago, USA	Designated property has a positive effect on both itself and neighbouring properties.
Fuerst et al. (2011)	Designer buildings: estimating the economic value of 'signature' architecture.	USA	The results of the hedonic analysis suggest that, compared with buildings in the same submarket, office buildings designed by signature architects have rents that are 5%–7% higher, and sell for prices 17% higher.

## APPENDIX G

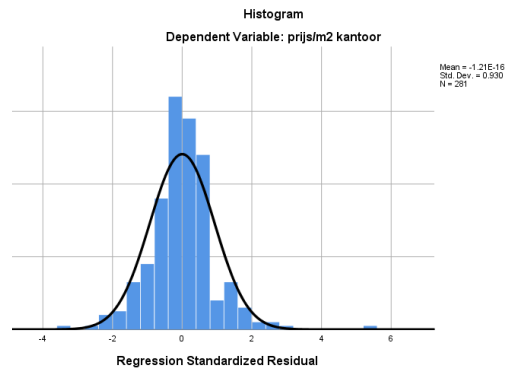
Tabel 28: Beschrijvende statistieken (Eigen illustratie)

<b>Beschrijvende statistieken</b>					
Variabelen	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Huurprijs	281	64	360	181.38	60.233
LN Huurprijs	281	4.16	5.89	5.1489	.32219
LN OVverb	281	.00	3.47	2.2970	.61427
LN AfstSnelweg	281	4.84	8.41	7.0717	.61592
LN Tijdfiets	281	.69	3.58	2.7857	.60026
LN AfstSchiphol	281	7.50	11.13	10.1093	.75826
Stad d 1 P4Kantoorgebouwen gemeente=s-Gravenhage	281	.00	1.00	.1246	.33080
Stad d 2 P4Kantoorgebouwen gemeente=Amsterdam	281	.00	1.00	.5587	.49743
Stad d 3 P4Kantoorgebouwen gemeente=Rotterdam	281	.00	1.00	.1068	.30936
Stad d 4 P4Kantoorgebouwen gemeente=Utrecht	281	.00	1.00	.2100	.40801
GoogleWalkscoreNR Google Walkscore NR	281	37	100	78.81	14.978
LocatieTyp d 1 Locatietyppologie=Bedrijventerrein	281	.00	1.00	.1246	.33080
LocatieTyp d 2 Locatietyppologie=Binnenstad	281	.00	1.00	.1637	.37066
LocatieTyp d 3 Locatietyppologie=Internationaal CBD	281	.00	1.00	.0712	.25757
LocatieTyp d 4 Locatietyppologie=Kantorenwijk	281	.00	1.00	.4484	.49822
LocatieTyp d 5 Locatietyppologie=Woonwijk	281	.00	1.00	.1922	.39471
LN Oppervlakte	281	6.46	10.52	9.0964	.85542
Bouwjaar	281	1668	2010	1989.26	25.226
LN Leeflijd	281	2.08	3.40	2.9744	.40680
Leeftijdgebouw Leeflijd gebouw	281	8	30	21.11	7.565
Verdiepingen	281	2	32	9.76	6.194
EN INDEX	281	.48	2.66	1.2611	.38700
LN EN INDEX	281	-.73	.98	.1877	.29576
EN d 1 ENLabel=A	281	.00	1.00	.3986	.49048
EN d 2 ENLabel=B	281	.00	1.00	.1246	.33080
EN d 3 ENLabel=C	281	.00	1.00	.1246	.33080
EN d 4 ENLabel=D	281	.00	1.00	.0498	.21797
EN d 5 ENLabel=E	281	.00	1.00	.0996	.30006
EN d 6 ENLabel=F	281	.00	1.00	.0641	.24529
EN d 7 ENLabel=G	281	.00	1.00	.1388	.34634
Typ d 1 Typ=Complex	281	.00	1.00	.0783	.26911
Typ d 2 Typ=Hoogbouw	281	.00	1.00	.3950	.48973
Typ d 3 Typ=Monumentaal	281	.00	1.00	.0178	.13244
Typ d 4 Typ=Paviljoen	281	.00	1.00	.0747	.26343
Typ d 5 Typ=Standaard	281	.00	1.00	.3772	.48556
Typ d 6 Typ=Stedelijk	281	.00	1.00	.0569	.23214
Periode d 1 Bouwper=1850-1945	281	.00	1.00	.0178	.13244
Periode d 2 Bouwper=1955-1965	281	.00	1.00	.0071	.08421
Periode d 3 Bouwper=1965-1975	281	.00	1.00	.0747	.26343
Periode d 4 Bouwper=1975-1985	281	.00	1.00	.1530	.36065
Periode d 5 Bouwper=1985-1995	281	.00	1.00	.3096	.46316
Periode d 6 Bouwper=1995-2020	281	.00	1.00	.4377	.49699
Ln Footprint	281	5.89	9.83	7.4214	.81899
Parkeer d 1 Parkeer=Eigen terrein	281	.00	1.00	.3950	.48973
Parkeer d 2 Parkeer=Inpandig	281	.00	1.00	.5694	.49604
Parkeer d 3 Parkeer=Straat	281	.00	1.00	.0356	.18559
Main Tenant	281	.00	1.00	.0641	.24529
Materiaal d 1 Materiaal=Baksteen	281	.00	1.00	.2633	.44123
Materiaal d 2 Materiaal=Beton	281	.00	1.00	.2171	.41299
Materiaal d 3 Materiaal=Glas	281	.00	1.00	.0783	.26911
Materiaal d 4 Materiaal=Metaal	281	.00	1.00	.0036	.05965
Materiaal d 5 Materiaal=Mix	281	.00	1.00	.0214	.14481
Materiaal d 6 Materiaal=Natuursteen	281	.00	1.00	.2313	.42243
Materiaal d 7 Materiaal=Panelen	281	.00	1.00	.1851	.38903
Transpar d 1 Transparantie=26-50%	281	.00	1.00	.3808	.48645
Transpar d 2 Transparantie=51-75%	281	.00	1.00	.5623	.49699
Transpar d 3 Transparantie=76-100%	281	.00	1.00	.0569	.23214
Grid d Grid=>1.20m	281	.00	1.00	.8754	.33080
Complexiteit d 1 Complexiteit=High	281	.00	1.00	.1459	.35364
Complexiteit d 2 Complexiteit=Low	281	.00	1.00	.3060	.46167
Complexiteit d 3 Complexiteit=Medium	281	.00	1.00	.5480	.49857
Orde d Orde=High	281	.00	1.00	.4448	.49783
Entree d 3 Entree=Very Prominent	281	.00	1.00	.4804	.50051
Signing	281	.00	1.00	.40	.490
Jaar d 1 jaar=2007.0	281	.00	1.00	.0249	.15613
Jaar d 2 jaar=2008.0	281	.00	1.00	.0783	.26911
Jaar d 3 jaar=2009.0	281	.00	1.00	.0676	.25153
Jaar d 4 jaar=2010.0	281	.00	1.00	.0569	.23214
Jaar d 5 jaar=2011.0	281	.00	1.00	.1210	.32670
Jaar d 6 jaar=2012.0	281	.00	1.00	.0747	.26343
Jaar d 7 jaar=2013.0	281	.00	1.00	.0605	.23883
Jaar d 8 jaar=2014.0	281	.00	1.00	.0712	.25757
Jaar d 9 jaar=2015.0	281	.00	1.00	.1673	.37387
Jaar d 10 jaar=2016.0	281	.00	1.00	.1815	.38612
Jaar d 11 jaar=2017.0	281	.00	1.00	.0890	.28521
Jaar d 12 jaar=2018.0	281	.00	1.00	.0071	.08421
Valid N (listwise)	281				

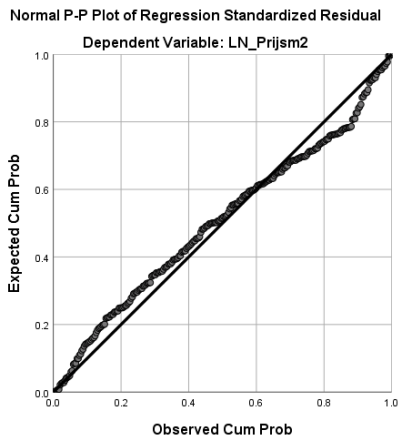
## APPENDIX H



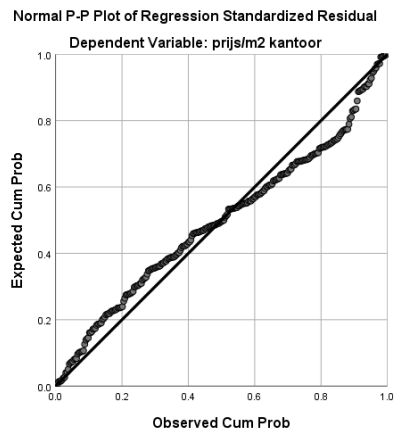
*Figuur 33: Histogram Ln prijsm2 (Eigen illustratie)*



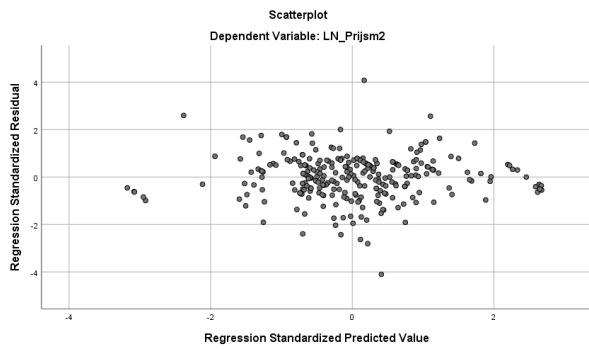
*Figuur 30: Histogram prijsm2 (Eigen illustratie)*



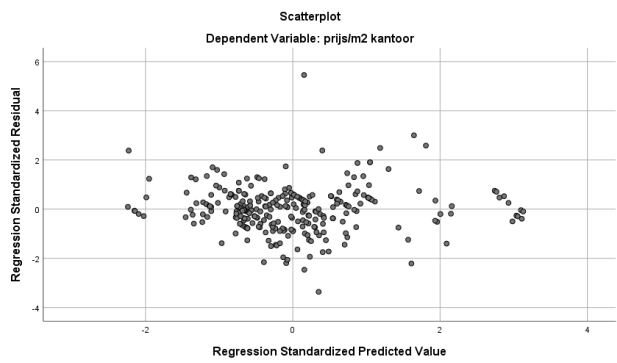
*Figuur 35: Normal-probability plot Ln prijsm2 (Eigen illustrat)*



*Figuur 34: Normal-probability plotprijsm2 (Eigen illustratie)*



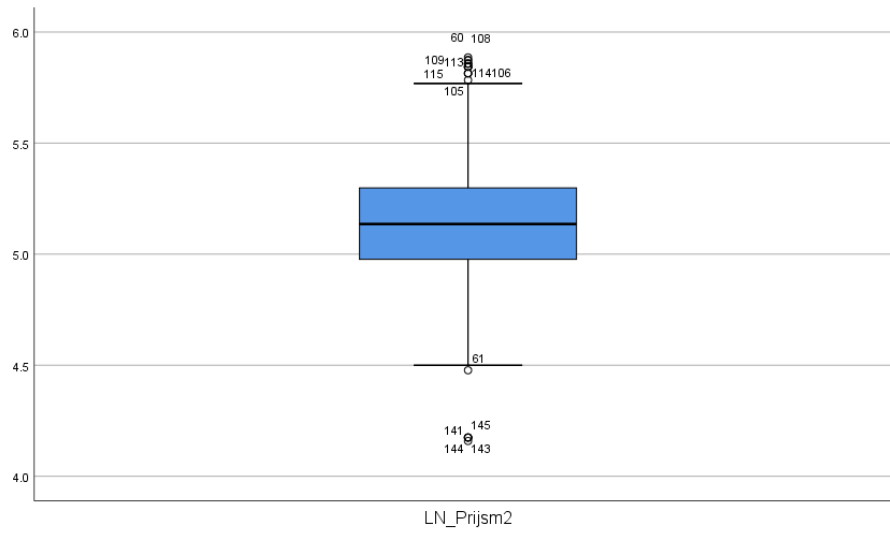
*Figuur 32: spreidingsdiagram Ln prijsm2 (Eigen illustratie)*



*Figuur 31: spreidingsdiagram prijsm2 (Eigen illustratie)*

## APPENDIX I























































































---



Figuur 36: Boxplot (Eigen illustratie)

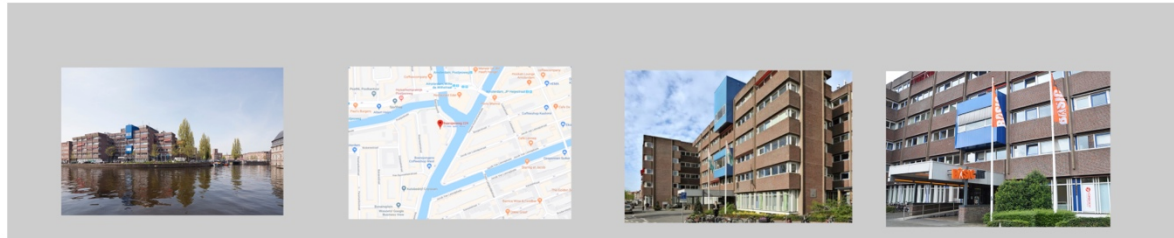


## APPENDIX J

<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;"><b><u>Algemene gebouwkenmerken</u></b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Pand ID</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td>Gemeente</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td>Straat</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td>Postcode</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td>HuisNrBegin</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td>HuisNrEind</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td>Y- Coördinaten</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td>X- Coördinaten</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> </table>	Pand ID	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Gemeente	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Straat	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Postcode	<input style="width: 100%;" type="text"/>	HuisNrBegin	<input style="width: 100%;" type="text"/>	HuisNrEind	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Y- Coördinaten	<input style="width: 100%;" type="text"/>	X- Coördinaten	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;"><b><u>Locatie kenmerken</u></b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td> Stad</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Walkscore</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Locatie typologie</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Afstand snelweg</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Afstand ic station</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Afstand Schiphol</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Afstand fiets</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> </table>	 Stad	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Walkscore	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Locatie typologie	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Afstand snelweg	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Afstand ic station	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Afstand Schiphol	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Afstand fiets	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Pand ID	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
Gemeente	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
Straat	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
Postcode	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
HuisNrBegin	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
HuisNrEind	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
Y- Coördinaten	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
X- Coördinaten	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Stad	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Walkscore	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Locatie typologie	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Afstand snelweg	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Afstand ic station	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Afstand Schiphol	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Afstand fiets	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;"><b><u>Gebouwkenmerken</u></b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td> Oppervlakte</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Bouwjaar</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Renovatiejaar</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Leeftijd</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Bouwperiode</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Verdiepingen</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Gebouw typologie</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Parkeer voorzieningen</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Type gebruik</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> </table>	 Oppervlakte	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Bouwjaar	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Renovatiejaar	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Leeftijd	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Bouwperiode	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Verdiepingen	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Gebouw typologie	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Parkeer voorzieningen	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Type gebruik	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;"><b><u>Gevel kenmerken</u></b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td> Materiaal</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Transparantie</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Gevel grid</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Entree</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Logo</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Complexiteit</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Orde</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> </table>	 Materiaal	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Transparantie	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Gevel grid	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Entree	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Logo	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Complexiteit	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Orde	<input style="width: 100%;" type="text"/>
 Oppervlakte	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Bouwjaar	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Renovatiejaar	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Leeftijd	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Bouwperiode	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Verdiepingen	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Gebouw typologie	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Parkeer voorzieningen	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Type gebruik	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Materiaal	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Transparantie	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Gevel grid	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Entree	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Logo	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Complexiteit	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Orde	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;"><b><u>Transactie kenmerken</u></b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td> Transactie prijs</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Transactie jaar</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> </table>	 Transactie prijs	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Transactie jaar	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<p style="text-align: center;"><b><u>Energie kenmerken</u></b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td> Energie index</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> <tr><td> Energielabels</td><td><input style="width: 100%;" type="text"/></td></tr> </table>	 Energie index	<input style="width: 100%;" type="text"/>	 Energielabels	<input style="width: 100%;" type="text"/>																								
 Transactie prijs	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Transactie jaar	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Energie index	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																
 Energielabels	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																

*Figuur 37: Gebouwen format (Eigen illustratie)*

## APPENDIX K



### Algemene gebouwenmerken

PAND_ID	0363100012097541
Stad	Amsterdam
Straat	Baarsjesweg
HuisNrBeg	6
HuisNrEind	8
X Coördinaten	132994
Y Coördinaten	464129



### Locatie en omgeving factoren

Stad	Amsterdam
Auto	1.6 km
OV	20 min
Vliegveld	13 km
Walkscore	94
Locatie type	Binnenstad
Fiets	11 min



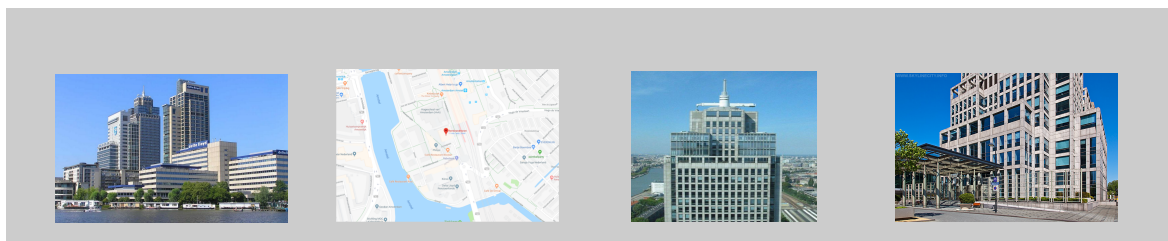
### Gebouw factoren

Oppervlakte	11017
Bouwjaar	1976
Leeftijd	14
Verdiepingen	6
Energie index	2.06
Energielabel	G
Gebouwtipe	Complex
Footprint	2386
Parkeren	Straat



### Gevel factoren

Materiaal	Natuursteen
Complexiteit	Medium
Transparantie	26-50%
Gevel grid	>1.20m
Orde	Medium
Entree	Medium
Logo	aanwezig



### Algemene gebouwenmerken

PAND_ID	0363100012097541
Stad	Amsterdam
Straat	Amstelplein
HuisNrBeg	6
HuisNrEind	8
X Coördinaten	122994
Y Coördinaten	484129



### Locatie en omgeving factoren

Stad	Amsterdam
Auto	1.7 km
OV	6 min
Vliegveld	18 km
Walkscore	81
Locatie type	Kantorewijk
Fiets	15 min



### Gebouw factoren

Oppervlakte	25382
Bouwjaar	2000
Leeftijd	19
Verdiepingen	32
Energie index	1.06
Energielabel	B
Gebouwtipe	Hoogbouw
Footprint	1210
Parkeren	Inpandig



### Gevel factoren

Materiaal	Natuursteen
Complexiteit	Medium
Transparantie	25-50%
Gevel grid	> 1.20 m
Orde	Hoog
Entree	Hoog
Logo	aanwezig

Figuur 38: Voorbeeld cases (Eigen illustratie)