

De Energiezuinige Woning?!

Een kwantitatief onderzoek naar de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt



Auteur: De heer R.S. (Raouf) Jarmo

Masterthesis Vastgoedkunde

Oktober 2013



**rijksuniversiteit
 groningen**

Rijksuniversiteit Groningen
 Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen
 Vastgoedkunde

De Energiezuinige Woning?!

Een kwantitatief onderzoek naar de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt

Colofon

Document:	Masterthesis Vastgoedkunde
Studiejaar:	2012-2013
Datum:	22 oktober 2013
Student:	De heer R.S. (Raouf) Jarmo
Studentnummer:	s2227134
E-mail:	s2227134@student.rug.nl
Telefoonnummer:	+31(0) 6 52 10 32 45
Adres:	Hilvoordestraat 4, 2284 BK RIJSWIJK
Onderwijs:	Rijksuniversiteit Groningen
Faculteit:	Ruimtelijke Wetenschappen
Opleiding:	Vastgoedkunde
Bezoekadres:	Landleven 1, 9747 AD GRONINGEN
Postadres:	Postbus 800, 9700 AV GRONINGEN
Scriptiebegeleider:	De heer prof. dr. ir. A.J. (Arno) van der Vlist
Tweede lezer:	De heer dr. F.J. (Frans) Sijtsma

SAMENVATTING

In voorliggend studie is onderzoek gedaan naar de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Energiebesparing in de gebouwde omgeving staat sinds de afgelopen decennia in de maatschappelijke- en politieke belangstelling, omdat de gebouwde omgeving verantwoordelijk is voor ruim 40% van het energieverbruik en 30% van de broeikasgasemissies in Europa. Tegelijkertijd zijn de prijzen voor gas in de periode 2000-2012 verdubbeld en is de prijs voor elektriciteit met 35% gestegen (CBS Statline, 2013). De belangstelling heeft geleid tot het in augustus 2013 bereikte energieakkoord, waarin energiebesparing in de gebouwde omgeving een kernpunt en eerste pijler vormt. Om het belang van energiebesparing in de gebouwde omgeving te benadrukken krijgen alle woningeigenaren en (ver)huurders in 2014 en 2015 een indicatief energielabel, die de energetische prestatie van de woning weergeeft. Maar wat is de voorspellende waarde van het energielabel? Is het evident dat het energielabel nauw samenhangt met het energieverbruik of zijn andere determinanten, zoals het energiegedrag, bepalend in de verklaring? En wat is het effect van een verbeterde energetische prestatie op de energierekening?

Eerdere studies tonen aan dat tot op heden de relatie van het energielabel op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt onderbelicht is gebleven in de wetenschappelijke empirische literatuur. De volgende hoofdvraag is geformuleerd:

Wat is de voorspellende waarde van het energielabel op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt?

Om de hoofdvraag te beantwoorden is een contextueel kader beschreven die de ontwikkelingen van de energieconsumptie van huishoudens, de Nederlandse woningmarkt en het energielabel kenmerken. Het energielabel is te classificeren van A tot en met G, waarbij het A-label een efficiënte energetische prestatie van de woning weergeeft en het G-label een niet efficiënte energetische prestatie. Hierbij blijkt dat het energielabel nauw samenhangt met het gasverbruik in de woning. De gekenmerkte ontwikkelingen tonen een positieve ontwikkeling aan in de energetische prestatie van de woningen in de Nederlandse woningvoorraad in de periode 2000-2012. In 2012 zijn van de ruim 7,2 miljoen woningen circa 4 miljoen woningen energetisch te verbeteren met vier labelsprongen.

De theorie beschrijft dat het energiegedrag een groot deel van de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt bepaald. Om het energiegedrag beter te begrijpen, te verklaren en te beïnvloeden zijn theorieën en gedragsmodellen bestudeerd vanuit economisch en sociaal-psychologisch perspectief. De 'Rational Choice Theory' (RCT) veronderstelt dat consumenten de verwachte opbrengsten en kosten van verschillende beslissingen afwegen, beslissingen prefereren die het meest gunstig of kostbaar zijn en gebruik maken van alle informatie die over de keuzeopties beschikbaar zijn, de rationele actor. De RCT representeert voorkeuren met een nutsfunctie, waarbij blijkt dat energiebesparing leidt tot een hoger nut. De Theory of Planned Behaviour (TPB) is een van de meest invloedrijke theorieën op het gebied van gedragsverandering en geeft determinanten weer voor de beslissing van een individu om tot een bepaalde gedraging te komen. De TPB veronderstelt dat het gedrag wordt voorspeld door attitudes, subjectieve normen en de waargenomen gedragscontrole. Een beperking van de theorie is dat het model voornamelijk wordt gehanteerd om de relatie tussen de attitude, subjectieve norm en waargenomen gedragscontrole te meten in plaats van de daadwerkelijke gedragsverandering (Jackson, 2005). Het PRECEDE-PROCEED model van Green en Kreuter (1991) hanteert wel een verandering-georiënteerde aanpak door gedragsverandering te stimuleren door op planmatige wijze interventies te ontwerpen, uit te voeren en te evalueren. Green en Kreuter (1991) beschrijven dat er honderden determinanten zijn die het gedrag beïnvloeden en

categoriseren de determinanten in drie factoren, namelijk de motiverende-, de in staat stellende en versterkende factoren.

Heijs (1999) beschrijft dat de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt als volgt wordt verklaard:

$$(3) E_i = f(G_i, H_i, B_i, W_i)$$

waarbij de energieconsumptie E van huishouden i een functie is van de gebouwkarakteristieken G_i , de huishoudkarakteristieken H_i , het energiegedrag B_i en de weersomstandigheden W_i .

De gebouwkarakteristieken, zoals het type woning, de grootte, bouwjaar, aantal kamers, aanwezigheid van een bad en thermische- en kwaliteitskenmerken, verklaren 43% van de variantie in de energieconsumptie (Guerra Santin, 2010). De grootte van de woning is een dominante voorspeller. De huishoudkarakteristieken, zoals het inkomen, de huishoudsamenstelling- en grootte, leeftijd en type eigendom, verklaren respectievelijk tussen de 4 en 14% van de variantie (Guerra Santin, 2010; Min. Vrom, 2010). Het energiegedrag, zoals motivatie, investeringsgedrag en gebruiksgedrag, welk te onderscheiden is in de wijze van verwarmen, instelling van de temperatuur, gebruik van warmwater, mate en wijze van ventileren en het gebruik van apparaten, verklaren respectievelijk tussen de 12 en 26% van de variantie in de energieconsumptie (Guerra Santin, 2010; Van Raaij & Verhallen, 1983).

De hypothesen zijn als volgt geformuleerd:

H_A : Het energielabel is van invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

H_B : De bouwkenmerken hebben invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

H_C : De huishoudkarakteristieken hebben invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

H_D : Het energiegedrag is van invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

H_E : Er zijn structurele verschillen tussen de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eenzins- en meergezinswoningen.

Om de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie te onderzoeken is de module Energie van het WoonOnderzoek Nederland ter beschikking gesteld door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Het microdatabestand bestaat uit 4.790 cases en 1.080 variabelen en is representatief voor de populatie. Middels de meervoudige lineaire regressie is de relatie geanalyseerd, waarbij de afhankelijke variabele het geregistreerde gasverbruik is. De variabele is getransformeerd middels de wortelfunctie om een normaal verdeling te realiseren. De onafhankelijke variabele is het energielabel, welk getransformeerd is naar dummy variabelen. De controle variabelen zijn bepaald aan de hand van de determinanten die de energieconsumptie verklaren en in het model is eveneens gecontroleerd voor weereffecten. De volgende regressievergelijking is opgesteld:

$$(4) y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma_p p_p + \varepsilon$$

waarbij x_1 staat voor het energielabel, x_2 voor de determinanten gebouwkarakteristieken, huishoudkarakteristieken en het energiegedrag en $\gamma_p p_p$ staat voor de controle variabelen voor

provinciale weereffecten. Eveneens is middels de Chow-test getoetst of er structurele verschillen zijn in de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen. De uitkomst toont aan dat de Chow-test statistisch significant is: er zijn structurele verschillen in de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen.

Uit de resultaten blijkt dat het model, waarin het energielabel en de determinanten zijn opgenomen, gezamenlijk 45,1% van de variantie verklaren in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In het model treedt enige mate van multicollineariteit op tussen het energielabel en de gebouwkenmerken. Een verklaring is dat het energielabel wordt vastgesteld aan de hand van gebouwkenmerken. Om multicollineariteit tegen te gaan zijn twee voorkeursmodellen geschat, waar in model 2 alle determinanten behalve het energielabel zijn opgenomen. De determinanten verklaren 43,1% van de variantie in de energieconsumptie. In model 3 zijn alle determinanten behalve de gebouwkenmerken opgenomen. Het model verklaart 30,4% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

In de modellen 4 tot en met 7 zijn de determinanten onafhankelijk van elkaar in de regressie-analyse opgenomen met als doel de resultaten te vergelijken met eerdere bevindingen en de statistische hypothesen aan te nemen oftewel te verwerpen. Model 4 toont aan dat er een relatie is tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Uit de analyse blijkt een lineair effect op te treden in de labels A tot en met F. De labels zijn allen statistisch significant en hiermee wordt H_{0A} verworpen. Model 5 toont aan dat er een relatie is tussen de gebouwkenmerken en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. De grootte van de woning en de isolatiekwaliteit blijken dominante voorspellers te zijn in de energieconsumptie. Alle variabelen, behalve de aanwezigheid van een bad, zijn statistisch significant op niveau 0,01. Hiermee wordt H_{0B} verworpen. Model 6 toont aan dat er een relatie is tussen de huishoudkenmerken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. De leeftijd en huishoudsamenstelling- en grootte zijn de dominante voorspellers. Tevens blijkt dat er verschillen zijn in de energieconsumptie tussen huurders en kopers, waarbij huurders 18% minder energie verbruiken dan kopers. Een verklaring is dat huurders relatief vaker in kleinere woningen wonen dan kopers. Alle variabelen zijn statistisch significant op niveau 0,01 en hiermee wordt H_{0C} verworpen. Model 7 toont aan dat er een relatie is tussen het energiegelag en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Uit de analyse blijkt dat huishoudens die energiezuiniggedrag belangrijk vinden 5% minder energie verbruiken dan huishoudens die energiezuiniggedrag niet belangrijk vinden. Eveneens blijkt dat de temperatuurinstelling bij aan- en afwezigheid de dominante voorspeller is in de energieconsumptie. Alle variabelen, behalve de frequentie van het sluiten van de gordijnen, zijn statistisch significant en hiermee wordt H_{0D} verworpen

Modellen 8 tot en met 11 geven de voorspellers van de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen weer. Er zijn geen noemenswaardige verschillen geconstateerd in de effecten en de richting van de voorspellers.

Tabel 4.5: Overzicht getoetste hypothesen

	Omschrijving	Resultaat	Model
H_{0A}	Er is geen relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	4
H_{0B}	Er is geen relatie tussen de gebouwkenmerken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	5
H_{0C}	Er is geen relatie tussen de huishoudkenmerken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	6
H_{0D}	Er is geen relatie tussen het energiegelag en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	7

De resultaten tonen aan dat de energetische prestatie van de woning, geclassificeerd middels het energielabel, een effect heeft op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In het gasverbruik treedt een lineair effect op in de energielabels A tot en met F en verbruiken huishoudens woonachtig in het B-label 6%, het C-label 13%, het D-label 23%, het E-label 30%, het F-label 36% meer gas ten opzichte van huishoudens woonachtig in een woning met het A-label. Huishoudens woonachtig in een G-label verbruiken 26% meer gas ten opzichte van huishoudens woonachtig in een A-label. Indien de energetische prestatie van de woning van een niet-groen energielabel wordt verbeterd naar energielabel A of B, levert dit een besparing van tussen de 18 en 35% op de gaskosten. De gemiddelde gasrekening van Nederlandse huishoudens bedraagt € 1.200,- per jaar en het besparingspotentieel door een verbeterde efficiëntie van de energetische prestatie van de woning bedraagt gemiddeld tussen de € 216,- en € 420,- op jaarbasis.

Een eerste aanbeveling is gedaan in het kader van WoON 2018 om in het veldonderzoek meer gedragsvariabelen op te nemen. Hierdoor is het mogelijk in een vervolgonderzoek het energiegelag op de energieconsumptie beter te voorspellen en te verklaren. Een tweede aanbeveling voor vervolgonderzoek is een onderzoek naar de relatie tussen het energielabel en de woontevredenheid. Een dergelijk effect (positief) leidt ertoe dat een verbeterde energie-efficiëntie meerdere baten heeft. De laatste aanbeveling voor vervolgonderzoek is het analyseren van het investeringsgedrag van huishoudens om daarbij inzicht te verkrijgen in welke determinanten het investeringsgedrag verklaren. Door het investeringsgedrag te analyseren is het mogelijk effectief beleid te implementeren.

VOORWOORD

Voor u ligt het eindresultaat van mijn onderzoek naar de relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Het onderzoek is verricht ter afronding van de masteropleiding Vastgoedkunde aan de faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen. Het schrijven van de masterthesis is een proeve van bekwaamheid, waarin ik heb moeten aantonen de opleidingscompetenties in voldoende mate te beheersen en deze geïntegreerd weet toe te passen.

Lang ben ik in de weer geweest met het vinden van een geschikt afstudeeronderwerp waarin mijn interesses liggen. Na een lange oriëntatiefase, waarin onderwerpen als hypotheekschulden, leefbaarheid en residentiele mobiliteit centraal stonden, ben ik uiteindelijk tot het onderwerp van dit onderzoek gekomen. De ecologische- en economische aspecten van het onderzoeksonderwerp spreken mij zeer aan.

Een kwantitatief onderzoek doen en het schrijven van een masterthesis heb ik als zeer leerzaam ervaren. Tijdens het onderzoek heb ik me in materie verdiept en op gebieden kunnen begeven welke niet of nauwelijks aan de orde kwamen gedurende mijn studie. Ik vond het onderzoeksonderwerp een prettig onderwerp om onderzoek naar te doen.

Als laatst wil ik graag van deze gelegenheid gebruik maken om een ieder te bedanken die een bijdrage heeft geleverd aan dit onderzoek. In het bijzonder wil ik mijn begeleider Arno van der Vlist bedanken. Dankzij zijn goede begeleiding en feedback is het mogelijk geweest de masterthesis af te ronden. Hartelijk dank hiervoor! Als laatst wil ik mijn moeder, familie en vrienden bedanken die mij in de afgelopen jaren hebben gesteund en altijd voor mij klaar stonden.

Rijswijk, oktober 2013

Raouf Jarmo

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	3
VOORWOORD	7
LIJST MET FIGUREN, TABELLEN EN VERGELIJKINGEN	10
1. ONDERZOEKSOPZET	11
1.1 AANLEIDING	11
1.3 PROBLEEM-, DOEL- EN VRAAGSTELLING	12
1.3.1 <i>Probleemstelling</i>	12
1.3.2 <i>Doelstelling</i>	12
1.3.3 <i>Vraagstelling</i>	13
1.4 METHODE VAN AANPAK	13
1.5 LEESWIJZER	14
1.6 CONCEPTUEEL MODEL	14
2. CONTEXTUEEL KADER	15
2.1 ENERGIECONSUMPTIE VAN HUISHOUDENS	15
2.2 DE NEDERLANDSE WONINGVOORRAAD	18
2.3 HET ENERGIELABEL	19
3. THEORETISCH KADER	22
3.1 GEDRAGSTHEORIEËN	22
3.1.1 <i>Rational Choice Theory</i>	22
3.1.2 <i>Theory of Planned Behaviour</i>	23
3.1.3 <i>PRECEDE-PROCEED model</i>	24
3.2 DETERMINANTEN ENERGIECONSUMPTIE	25
3.2.1 <i>Gebouwkarakteristieken</i>	25
3.2.2 <i>Huishoudkarakteristieken</i>	26
3.2.3 <i>Gedragkarakteristieken</i>	27
3.3 HYPOTHESEN	27
4. EMPIRIE	29
4.1 DATA	29
4.1.1 <i>Dataselectie & operationalisering</i>	29
4.1.2 <i>Beschrijvende statistiek</i>	30
4.1.3 <i>Multicollineariteit</i>	33
4.1.4 <i>Weereffecten</i>	33
4.2 FACTORANALYSE	34
4.3 METHODOLOGIE	35
4.4 RESULTATEN	35
4.5 RESULTATEN EN HYPOTHESEN	43

5. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN	44
5.1 CONCLUSIE	44
5.2 AANBEVELINGEN	45
5.3 REFLECTIE	45
6. LITERATUURLIJST	47
BIJLAGE I: VOORBEELD ENERGIELABEL	51
BIJLAGE II: OPERATIONALISERING VAN DE DATA	54
BIJLAGE III: CORRELATIEMATRIX	55
BIJLAGE IV: FACTORANALYSE	58
BIJLAGE V: VERONDERSTELLINGEN LINEAIRE REGRESSIE	59
BIJLAGE VI: SYNTAX	60

LIJST MET FIGUREN, TABELLEN EN VERGELIJKINGEN

Figuren:

Figuur 1.1:	Conceptueel model	13
Figuur 2.1:	Verdeling gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik, 2006	14
Figuur 2.2:	Gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik, 2000-2012	14
Figuur 2.3:	Gas- en elektriciteitsverbruik naar woontypen, 2012	15
Figuur 2.4:	Gas- en elektriciteitsverbruik naar stedelijkheid, 2010	15
Figuur 2.5:	CPI energie en CPI consumentengoederen, 2000-2012	16
Figuur 2.6:	Gemiddeld gas- en elektriciteitsrekening, 2000-2012	16
Figuur 2.7:	Energiequote naar inkomen, 2003-2010	17
Figuur 2.8:	Ontwikkelingen Nederlandse woningvoorraad, 1985-2012	17
Figuur 2.9:	Woningvoorraad naar woningtype en bouwjaar, 2012	18
Figuur 2.10:	Afgegeven energielabels, 2012	19
Figuur 2.11:	Aantal woningen naar energielabels, 2000-2012	20
Figuur 2.12:	Relatie energielabel en bouwjaarklasse, 2012	20
Figuur 3.1:	Nutsfunctie toegepast op het energiegedrag en het rebound effect	22
Figuur 3.2:	Theory of Planned Behaviour	23
Figuur 3.3:	PRECEDE-PROCEED model toegepast op energiebesparing	23
Figuur 4.1:	Relatie gasverbruik vs. energielabels/bouwjaar	29
Figuur 4.2:	Relatie gasverbruik vs. huishoudsamenstelling en energielabels vs. bouwjaar	31
Figuur 4.3:	Relatie gasverbruik vs. type eigendom/hoe belangrijk energiezuiniggedrag	32
Figuur 4.4:	Gemiddelde temperatuur stookseizoen	33

Tabellen:

Tabel 2.1:	Energielabel en EI	19
Tabel 4.1:	Representativiteit WoON Energie 2012	28
Tabel 4.2:	Beschrijvende statistiek	30
Tabel 4.3:	Factoranalyse	33
Tabel 4.4:	Resultaten meervoudige lineaire regressie	38
Tabel 4.5:	Overzicht getoetste hypothesen	42

Vergelijkingen:

Energie-Index	18
Nutsfunctie	21
Determinanten van de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	24
Meervoudige lineaire regressie	34
Chow-test	34

1. ONDERZOEKSOPZET

1.1 Aanleiding

In augustus 2013 heeft het kabinet met werkgevers, vakbonden en milieuorganisaties een 'energieakkoord' bereikt (NRC, 2013). Energiebesparing in de gebouwde omgeving vormt een kernpunt en eerste pijler in het akkoord, waarbij partijen streven naar een energieneutrale gebouwde omgeving in 2050 (SER, 2013). Om het belang van energiebesparing in de gebouwde omgeving te benadrukken krijgen alle woningeigenaren en (ver)huurders in 2014 en 2015 een indicatief energielabel. Het energielabel biedt inzicht in de energetische prestatie van de woning en dient om de bewustwording van energiebesparing in de woning te vergroten. Momenteel dienen gebouweigenaren bij verkoop of verhuur een afschrift van het energielabel aan de koper of huurder te overleggen (AgentschapNL, 2013a). Het energielabel biedt meer en vernieuwde inzichten voor consumenten, onderzoekers en politici en die inzichten zijn vereist voor het ontwikkelen en implementeren van een effectief beleid.

Het energielabel vloeit voort uit de in december 2002 aangenomen Europese richtlijn 2002/91/EG 'Energy Performance of Building Directive' (hierna: EPBD). De EPBD heeft tot doel het stimuleren van een verbeterde energetische prestatie van gebouwen (EU, 2010). De gebouwde omgeving is namelijk verantwoordelijk voor 40% van het energieverbruik en voor ruim 30% van de broeikasgasemissies in Europa. Meer dan de helft van de emissies is afkomstig van woningen (EU, 2010). Het reduceren van de broeikasgasemissies en daarbij het tegengaan van het broeikaseffect betreft één van de belangrijkste mondiale uitdagingen (PBL, 2009). Tegelijkertijd worden Nederlandse huishoudens geconfronteerd met stijgende energiekosten. Zo is de prijs voor gas in de periode 2000-2012 verdubbeld en de prijs voor elektriciteit met 35% gestegen (CBS Statline, 2013). Verwacht wordt dat de stijging van de energieprijzen aanhoudt, gezien het feit dat natuurlijke bronnen steeds schaarser worden (Reddy, 2000). Energiebesparing in de gebouwde omgeving is een effectieve manier om enerzijds de broeikasgasemissies te reduceren en anderzijds de problematiek van stijgende woonlasten tegen te gaan (CBS, 2012).

Het bewonen van een energiezuinige woning - een woning met energielabel A of B - wordt door bewoners geïnterpreteerd als het wonen in een woning met een lage(re) energierekening (Uyterlinde & Jeeninga, 2000). Echter kan de interpretatie aanleiding geven tot onbegrip en negatieve beeldvorming bij huishoudens omtrent het onderwerp energiezuinig wonen, indien een energiezuinige woning een relatief verhoogde energierekening heeft. Daarnaast ontbreekt het bij de consument aan goede en bruikbare informatie omtrent de relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Is het evident dat het energielabel nauw samenhangt met het energieverbruik in de woning of zijn andere determinanten, zoals het energiegedrag, verklarend in de relatie? En wat is het effect van een verbeterde energetische prestatie op de energierekening? Om een volledig en betrouwbaar beeld te verkrijgen van de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt is voorliggend onderzoek vanuit verschillende disciplines benaderd, zoals de bouwkunde, economie en psychologie.

1.2 Literatuurverkenning

Eerder onderzoek naar de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt toont aan dat de energieconsumptie op te splitsen is in gas- en elektriciteitsverbruik (Brounen *et al.*, 2012). Het verbruik wordt verklaard door drie determinanten, namelijk de gebouwkarakteristieken, de huishoudkarakteristieken en het energiegedrag van de bewoners (Heijs, 1999).

De gebouwkarakteristieken, zoals het type woning, de grootte van de woning, het aantal kamers en de thermische- en kwaliteitskenmerken, verklaren 43% van de variantie in het gasverbruik

(Guerra Santin, 2010). De grootte van de woning is een dominante voorspeller. Het gasverbruik correleert met de ruimte- en waterverwarming in de woning. Brounen *et al.* (2012) tonen aan dat gebouw-karakteristieken 4,7% van de variantie verklaren in het elektriciteitsverbruik. Huishoudkarakteristieken verklaren respectievelijk tussen de 4 en 14% in het gasverbruik (Guerra Santin, 2010; Min. Vrom, 2010). Voorspellers met een sterk effect zijn het inkomen, huishoudgrootte, leeftijd en het type gebruiker (huur of koop). Andere studies tonen aan dat het elektriciteitsverbruik correleert met de huishoudgrootte- en samenstelling (SCP, 1999; Brounen *et al.*, 2010) en daarmee het gebruik van huishoudelijke- en elektronische apparatuur. Van Raaij & Verhallen (1983) tonen aan dat 25 tot 35% van de variantie in het gasverbruik verklaard wordt door het energiegedrag van bewoners. Factoren als de temperatuurinstelling tijdens aan- en afwezigheid en in de nachtgetijden dragen significant bij aan de verklaring.

Diverse studies tonen verschillen aan tussen het energielabel en het energieverbruik (Branco *et al.*, 2004; Majcen *et al.*, 2013; Berben & Oomen, 2013). Uit de studies blijkt dat het energieverbruik vaak hoger is dan het theoretisch berekende verbruik, zoals aangegeven op het energielabel. Verschillen kunnen volgens Berben & Oomen (2013) af wijken met factor drie en worden verklaard door verkeerde aannamen van de energetische kwaliteit van de gebouwonderdelen, impliciete aannamen in het rekenmodel, zoals een gestandaardiseerd bewonersgedrag, en het energiegedrag van bewoners. Andere studies identificeren een 'rebound effect' gebaseerd op onderzoek bij huishoudens waar de thermische eigenschappen van de woning verbeterd zijn (Hens *et al.*, 2010; Guerra Santin, 2010). Het rebound effect is het gedrag waarbij energiebesparing wordt bereikt door verbeterde efficiëntie, maar een toegenomen energieverbruik wordt geconstateerd.

Een groen energielabel kapitaliseert in de woningwaarde in de Nederlandse woningmarkt (Brounen & Kok, 2011). Uit de analyse blijkt dat een groen energielabel bijdraagt aan de verkoopsnelheid en verkocht wordt tegen een gemiddelde meerprijs van 3,7%. Uit een andere studie, op basis van databestanden uit de Verenigde Staten, is eveneens te concluderen dat de energie-efficiëntie van een woning met respectievelijk 9% kapitaliseert in de woningwaarde (Kahn & Kok, 2012).

Van Plateringen (2013) toont aan dat er geen verband is tussen de energetische prestatie van de woning en de woontevredenheid. Uit de analyse blijkt dat factoren als gebouwkarakteristieken en sociaal-demografische karakteristieken invloed hebben op de woontevredenheid. Van Eck (2008) heeft onderzoek gedaan naar de 'willingness to pay' van consumenten voor een energiezuinige woning. Uit de analyse blijkt dat energie-efficiëntie van de woning nog niet als verkoopargument geldt en stelt dat consumenten hen eigen financiële en kwalitatieve gewin boven het milieu stellen.

Uit bovenstaande blijkt dat tot op heden de relatie van het energielabel op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt onderbelicht is gebleven in de wetenschappelijke empirische literatuur. Majcen *et al.* (2013) tonen aan dat het energielabel een voorspellende waarde heeft in het gasverbruik, maar hoe de relatie zich empirisch kwantificeert is onbekend.

1.3 Probleem-, doel- en vraagstelling

1.3.1 Probleemstelling

Er is geen tot weinig inzicht in de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

1.3.2 Doelstelling

Inzicht geven in de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

Het onderzoek vereist enige afbakening om te voorkomen dat onderzoek gedaan wordt naar zaken die niet relevant zijn. De variabelen 'energielabel' in relatie tot 'energieconsumptie' van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt staan centraal. Het energielabel is te kenmerken als het theoretisch verbruik, uitgaande van een gemiddeld Nederlandse klimaat, een gemiddeld aantal bewoners en een gemiddeld bewonersgedrag. De energieconsumptie van huishoudens verklaart eerdergenoemde determinanten in variërende context op basis van het gerealiseerde verbruik. Tevens staat in het vervolg van de studie het gasverbruik centraal. Het gasverbruik correleert met de ruimte- en waterverwarming van de woning en verklaart daarmee voor een groot deel dezelfde indicatoren waarmee het energielabel wordt vastgesteld.

1.3.3 Vraagstelling

Hoofdvraag:

Wat is de voorspellende waarde van het energielabel op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt?

Deelvragen:

1. Welke ontwikkelingen kenmerken de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt en de energetische kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad? (H2)
2. Welke bestaande theorieën geven inzicht in het energiegedrag van huishoudens en welke determinanten verklaren de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt? (H3)
3. Wat is de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt? (H4)

1.4 Methode van aanpak

Het onderzoek betreft een toetsend onderzoek, omdat het uit gaat van een duidelijke, expliciete verwachting omtrent de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Het doel is na te gaan of de geformuleerde hypothesen aangenomen oftewel verworpen worden (Baarda & De Goede, 2006).

1. *Welke ontwikkelingen kenmerken de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt en de energetische kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad? (H2)*

De eerste deelvraag wordt beantwoord op basis van geaggregeerde data die ontwikkelingen kenmerken. Data is beschikbaar via CBS Statline, Eurostat en de databank van Agentschap NL. Tevens is data beschikbaar afkomstig uit onderzoeksrapporten van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (hierna: min. BZK) en Ecofys.

Eveneens is nagegaan hoe de energetische prestatie van een woning – het energielabel – wordt vastgesteld. Informatie is verkregen uit wet- en regelgeving, zoals het Bouwbesluit, ISSO 82.1 en 82.3 en NEN 7120.

2. *Welke bestaande theorieën geven inzicht in het energiegelag van huishoudens en welke determinanten verklaren de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt? (H3)*

Het theoretisch kader staat in de tweede deelvraag centraal. Allereerst is het energiegelag beschreven en vervolgens zijn gedragstheorieën vanuit verschillende disciplines, zoals de economie en psychologie, bestudeerd om het energiegelag van huishoudens te begrijpen, te verklaren en te beïnvloeden. Daarnaast is onderzoek gedaan naar determinanten die de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt verklaren. Beantwoording vindt plaats middels wetenschappelijke literatuur.

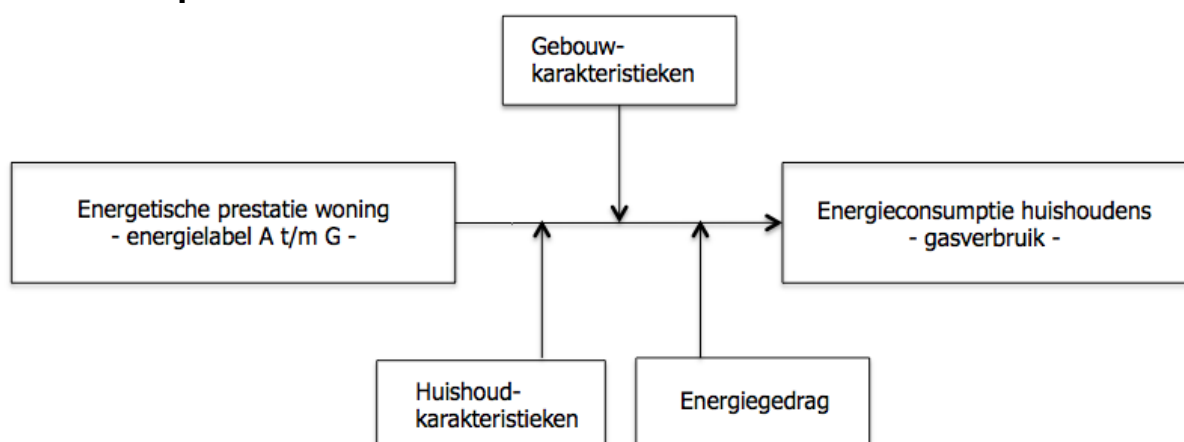
3. *Wat is de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van Nederlandse huishoudens in de Nederlandse woningmarkt? (H4)*

Ter beantwoording van de laatste deelvraag is het microdatabestand 'WoON Energie 2012' door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties ter beschikking gesteld. Het bestand bestaat uit circa 5.000 respondenten en circa 1.100 variabelen, en biedt inzicht in de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. De data is geanalyseerd middels een regressie-analyse, de meervoudige lineaire regressie, en gecontroleerd door variabelen die eveneens de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt verklaren, namelijk de gebouwkarakteristieken, de huishoudkarakteristieken en het energiegelag.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 kenmerkt de ontwikkelingen in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt en de energetische kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad. Tevens staat de vaststelling van het energielabel centraal in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 is een theoretisch kader geschetst op basis van de onderwerpen van het onderzoek en sluit af met geformuleerde hypothesen. In hoofdstuk 4 staat de data en methodologie van de empirische analyse centraal. Daarnaast presenteert hoofdstuk 4 de onderzoeksresultaten, die aangeven of de geformuleerde hypothesen aangenomen oftewel verworpen worden. De conclusie, aanbevelingen en reflectie van het onderzoeksproces zijn beschreven in hoofdstuk 5.

1.6 Conceptueel model

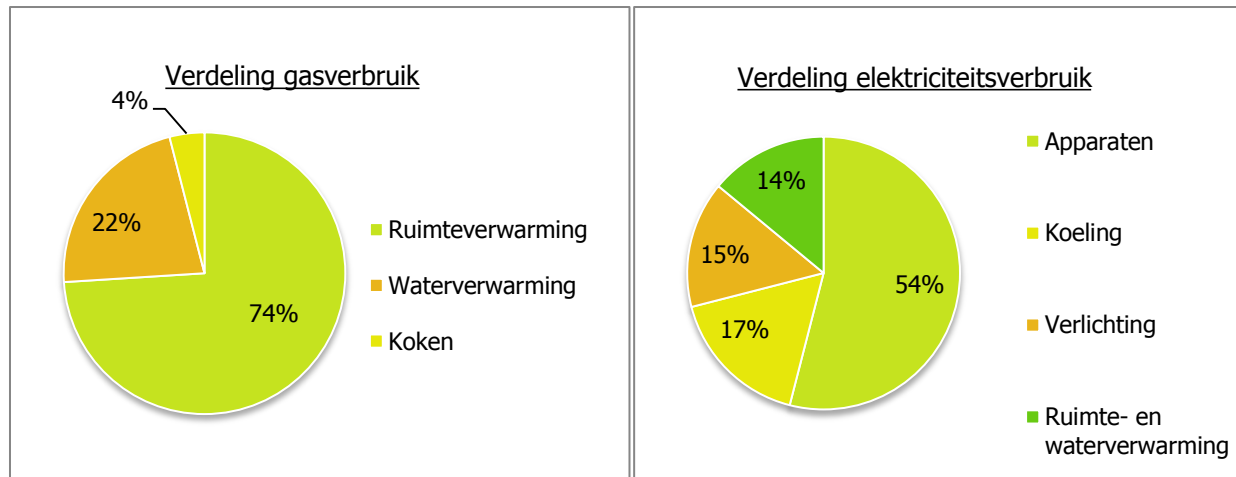


Figuur 1.1: Conceptueel model

2. CONTEXTUEEL KADER

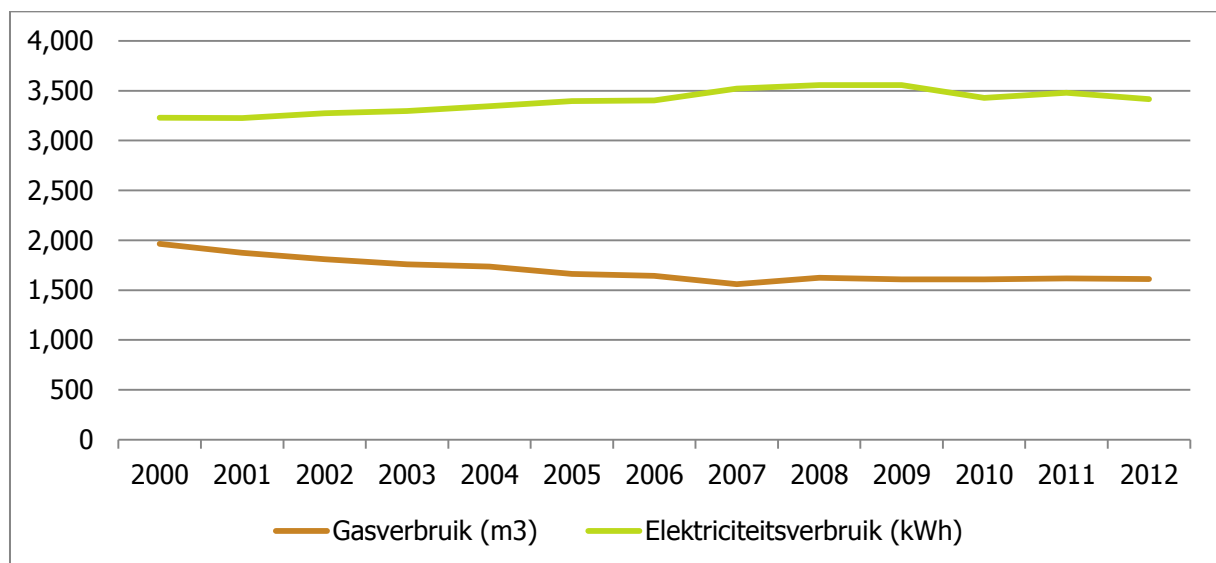
2.1 Energieconsumptie van huishoudens

De energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt is op te splitsen naar gas- en elektriciteitsverbruik. Figuur 2.1 kenmerkt de gemiddelde verdeling van het gas- en elektriciteitsverbruik van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Het gasverbruik hangt nauw samen met de ruimte- en waterverwarming van de woning. Het verbruik van elektriciteit hangt onder andere samen met het gebruik van huishoudelijke- en elektronische apparaten, koeling en verlichting van de woning.



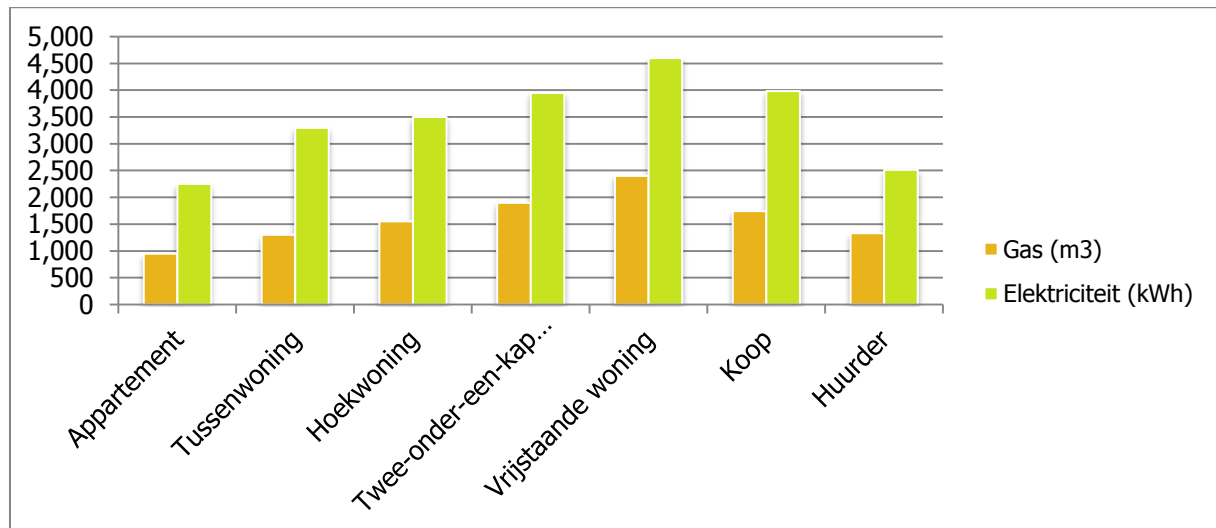
Figuur 2.1: Verdeling gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik, 2006 Bron: Milieu Centraal (2006)

Figuur 2.2 kenmerkt de ontwikkeling van het gemiddelde gas- en elektriciteitsverbruik van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In de periode 2000-2012 is het gasverbruik met circa 20% gedaald en het elektriciteitsverbruik is in de afgelopen jaren stabiel gebleven. Het dalende gasverbruik is gerelateerd aan de verbeterde energetische kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad.



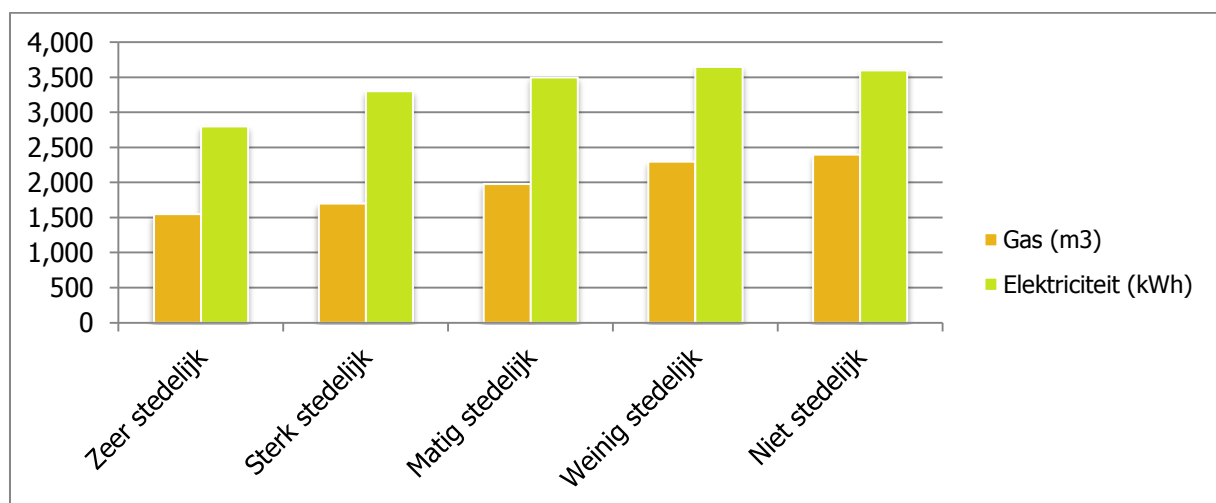
Figuur 2.2: Gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik, 2000-2012 Bron: Agentschap NL (2013)

Het gas- en elektriciteitsverbruik is eveneens op te splitsen naar woontypen en type eigendom. Uit figuur 2.3 blijkt dat zowel het gas- als het elektriciteitsverbruik het hoogst is in vrijstaande woningen en het laagst in appartementen. Eveneens blijkt dat kopers meer gas en elektriciteit verbruiken dan huurders. Verschillen in het gasverbruik kunnen mogelijk worden verklaard door de oppervlakten van de woning, waarbij uit eerder onderzoek is gebleken dat de oppervlakte van de woning de dominante voorspeller is in het gasverbruik (Guerra Santin, 2010). Tevens wonen kopers vaker in eengezinswoningen dan huurders (CBS Statline, 2013). Verschillen in het verbruik van elektriciteit kunnen worden verklaard door de grootte van de huishoudsamenstelling, welk correleert met de grootte van de woning (Brounen *et al.*, 2012).



Figuur 2.3: Gas- en elektriciteitsverbruik naar woontypen & eigendom, 2012 Bron: CBS Statline (2013)

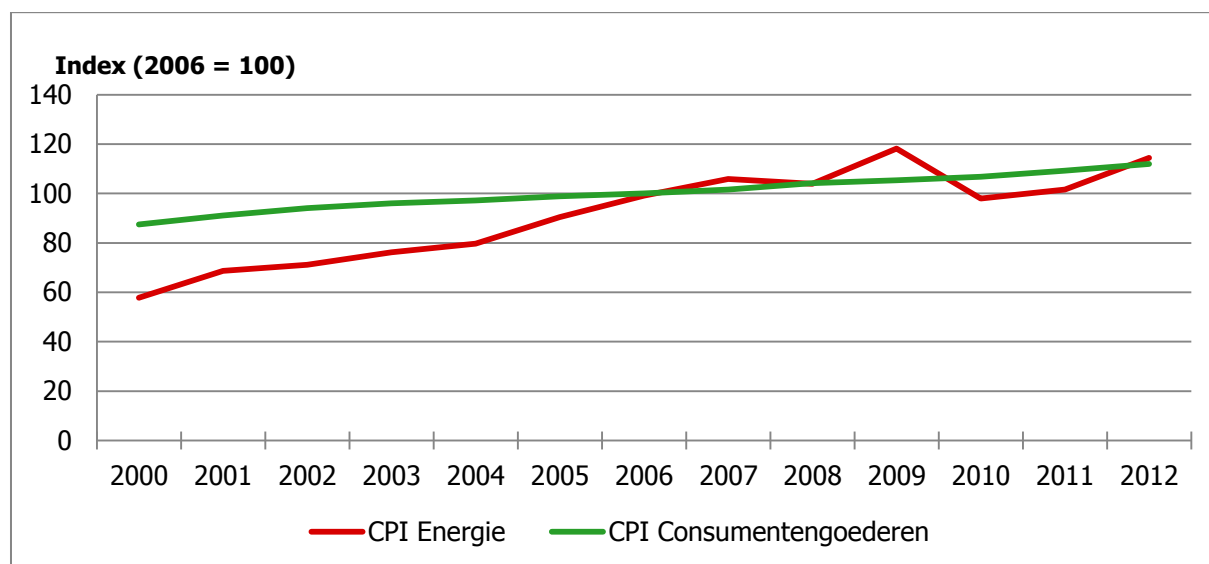
Figuur 2.4 kenmerkt het gas- en elektriciteitsverbruik naar stedelijkheid. Uit de figuur blijkt dat het gas- en elektriciteitsverbruik in stedelijke regio's lager is dan niet stedelijke regio's. Diverse redenen liggen ten grondslag aan de verklaring. Allereerst staan in stedelijke regio's vaker meergezinswoningen gesitueerd ten opzichte van niet stedelijke regio's. Daarbij zijn de oppervlakten van meergezinswoningen kleiner dan eengezinswoningen (CBS Statline, 2013). Tevens hebben weersomstandigheden een effect op het gasverbruik. Uit gegevens van het KNMI blijkt de gemiddelde temperatuur in het Zuidwesten van Nederland in de winter lager is dan de overige regio's. Daarbij zijn zeer stedelijke regio's gesitueerd in het westen van Nederland.



Figuur 2.4: Gas- en elektriciteitsverbruik naar stedelijkheid, 2010

Bron: CBS Statline (2013)

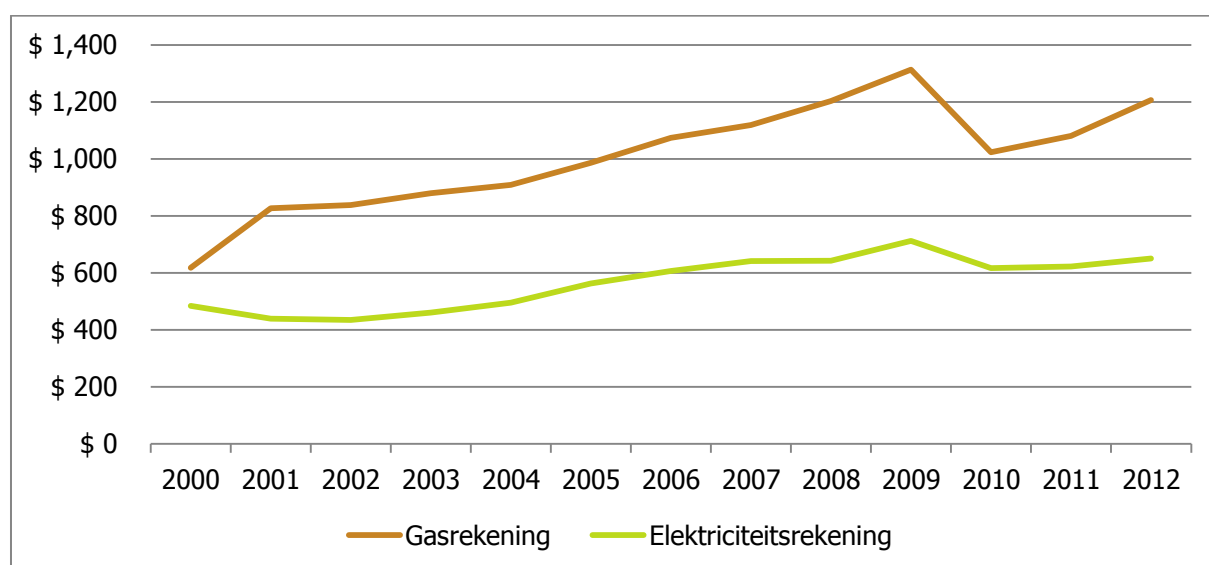
De consumentenprijsindex (CPI) energie geeft de prijsontwikkeling weer van het gas- en elektriciteitsverbruik door huishoudens. Eind 2012 is de CPI energie tweemaal zo hoog als in het jaar 2000, een gemiddelde stijging van 7,6% per jaar. De CPI voor consumentengoederen is in dezelfde periode gestegen met gemiddeld 2,1% per jaar. In 2008 is een daling van de CPI energie waar te nemen, maar inmiddels zijn de prijzen weer teruggekeerd naar het hoge prijsniveau van vlak voor de crisis (CBS Statline, 2013). Maggio & Cacciola (2012) verwachten dat de wereldconsumptie tot 2035 met 49% stijgt, wat leidt tot een toenemende prijs voor energie.



Figuur 2.5: CPI Energie en CPI Consumentengoederen, 2000-2012

Bron: CBS Statline (2013)

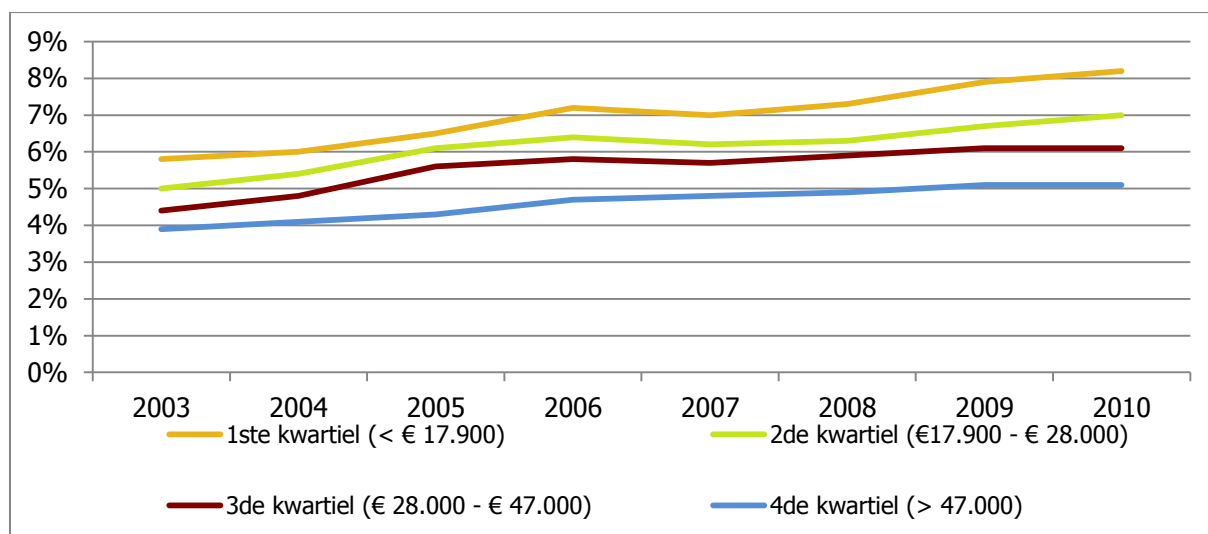
De gemiddelde lopende prijzen van de gas- en elektriciteitsrekening van Nederlandse huishoudens zijn weergegeven in figuur 2.6. In de figuur is de afspiegeling van de CPI in de gasrekening duidelijk kenbaar. In de periode 2000-2012 zijn de kosten voor het gasverbruik verdubbeld. De elektriciteitsrekening is in de periode gestegen met 34%.



Figuur 2.6: Gemiddeld gas- en elektriciteitsrekening, 2000-2012

Bron: AgentschapNL (2013)

Figuur 2.7 kenmerkt de energiequote, het percentage van het inkomen dat een huishouden betaalt aan energiekosten. Uit de figuur blijkt dat huishoudens in het 1^{ste} kwartiel in de periode 2003-2010 de energiekosten hebben zien stijgen van circa 6 tot 8%. In vergelijking met de energiequote van huishoudens in het 4^{de} kwartiel is de quote met 1% gestegen in dezelfde periode.

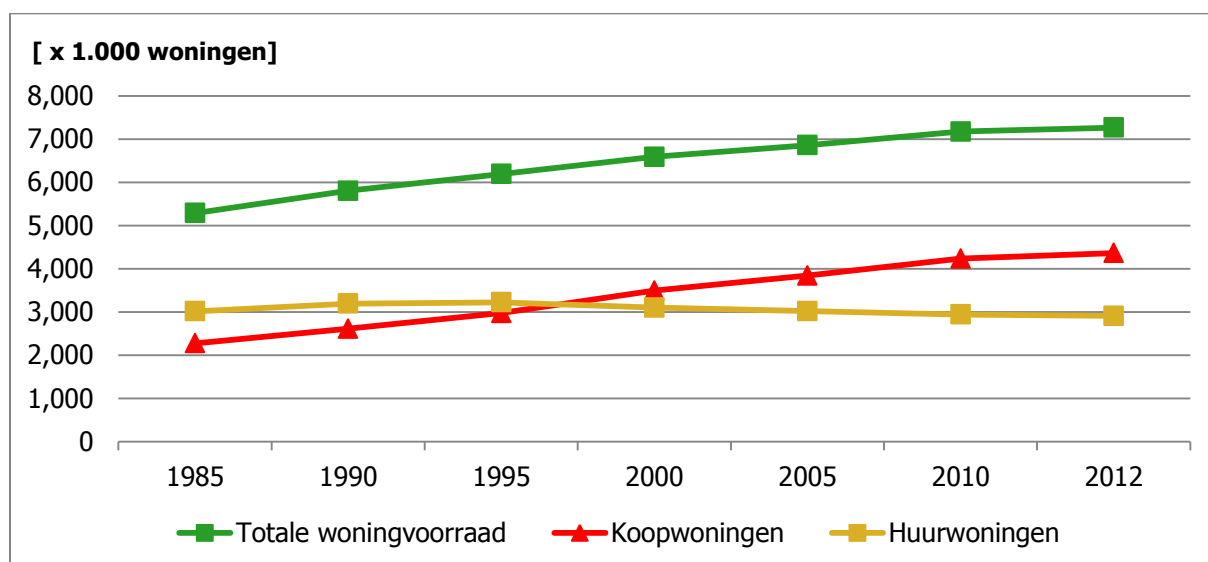


Figuur 2.7: Energiequote naar inkomen, 2003-2010

Bron: Veenstra (2012)

2.2 De Nederlandse woningvoorraad

Figuur 2.8 kenmerkt de ontwikkeling van de Nederlandse woningvoorraad in de periode 1985 tot en met 2012. In de periode is de totale woningvoorraad met circa twee miljoen woningen toegenomen tot 7.266.295 woningen. Het aantal koopwoningen is gestegen van 43% tot 60% gestegen, waardoor woningen in de particuliere- en sociale huursector zowel in absolute- als relatieve zin zijn gedaald (Min. BZK, 2013).



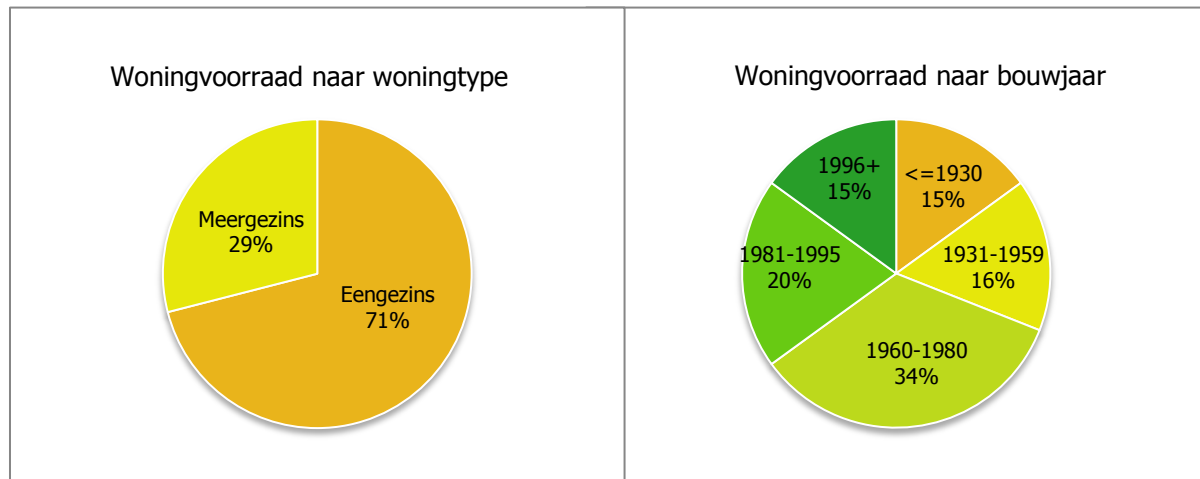
Figuur 2.8: Ontwikkeling Nederlandse woningvoorraad, 1985-2012

Bron: Min. BZK (2013)

De verhouding eengezins- en meergezinswoningen is al jaren stabiel. Een eengezinswoning is gedefinieerd als een grondgebonden woning, zoals een tussenwoning, hoekwoning, twee-onder-een-kap, villa en landhuis. Een meergezinswoning is gedefinieerd als een deel van een gebouw met

meerdere woningen, ook wel aangeduid als gestapelde woning. De typen lopen uiteen van een flatwoning, appartement, galerijflat, etagewoning, boven- en benedenwoning, portiekwoning tot maisonnette (Min. BZK, 2013).

Van de totale woningvoorraad is circa 80% na de Tweede Wereldoorlog gebouwd. Het grootste deel, 34%, is gebouwd in de periode 1960-1980.



Figuur 2.9: Woningvoorraad naar woningtype en bouwjaar, 2012

Bron: Min. BZK (2013)

2.3 Het energielabel

Het energielabel is per 1 januari 2008 ingevoerd door het toenmalig ministerie van VROM en vloeit voort uit de EPBD. Gebouweigenaren dienen bij verkoop of verhuur een afschrift van het energielabel aan de koper of huurder te overleggen, welk maximaal tien jaar oud mag zijn (AgentschapNL, 2013a). Met het energielabel is het mogelijk de energetische prestatie van woningen onder gelijke omstandigheden met elkaar te vergelijken. Het label is te classificeren van A tot en met G, waarbij het A-label een efficiënte energetische prestatie weergeeft ten opzichte van het G-label, die het minst efficiënt is.

Het label biedt geen inzicht in de voorspelling van het werkelijke energiegebruik van het gebouw, maar geeft normatief inzicht in het energieverbruik die benodigd is voor ruimte- en waterverwarming, ventilatie en verlichting (AgentschapNL, 2013b). Het energielabel hangt nauw samen met het gasverbruik in de woning, waarbij gemiddeld 96% van het gasverbruik opgaat aan ruimte- en waterverwarming. Daarentegen gaat gemiddeld tussen de 20 en 28% van het elektriciteitsverbruik op aan ventilatie en verlichting (Milieu Centraal, 2006). Het energielabel wordt berekend op basis van het type woning, het bouwjaar, de bouwkundige eigenschappen en de installaties van de woning. Bij de berekening wordt uitgegaan van een gemiddelde Nederlandse klimaat, een gemiddeld aantal bewoners en gemiddeld bewonersgedrag. Het normatieve energieverbruik wordt uitgedrukt in de eenheid 'megajoules', die opgesplitst wordt naar gas (m³), elektriciteit (kWh) en warmte (GJ). Tevens wordt een advies gegeven met kosteneffectieve energiebesparende maatregelen die in de woning genomen kunnen worden. In bijlage I is een voorbeeld van het energielabel terug te vinden.

De Energie-Index (hierna: EI) is de basis voor de energielabels en bepaald in welke labelklasse de woning valt. Hoe lager de EI, hoe beter de energetische prestatie van de woningen. De EI is als volgt gedefinieerd:

$$(1) EI = \frac{Q_{tot}}{155 \cdot A_g + 106 \cdot A_{verlies} + 9560}$$

waarbij:

EI	=	Energie-Index	
Q_{tot}	=	Totaal energieverbruik van de woning onder standaardcondities	[MJ]
A_g	=	Gebruikersoppervlakte.	[m ²]
A_{verlies}	=	De som van de oppervlakten aan uitwendige scheidingsconstructies gewogen naar de mate van het te verwachten warmteverlies door transmissie.	[m ²]

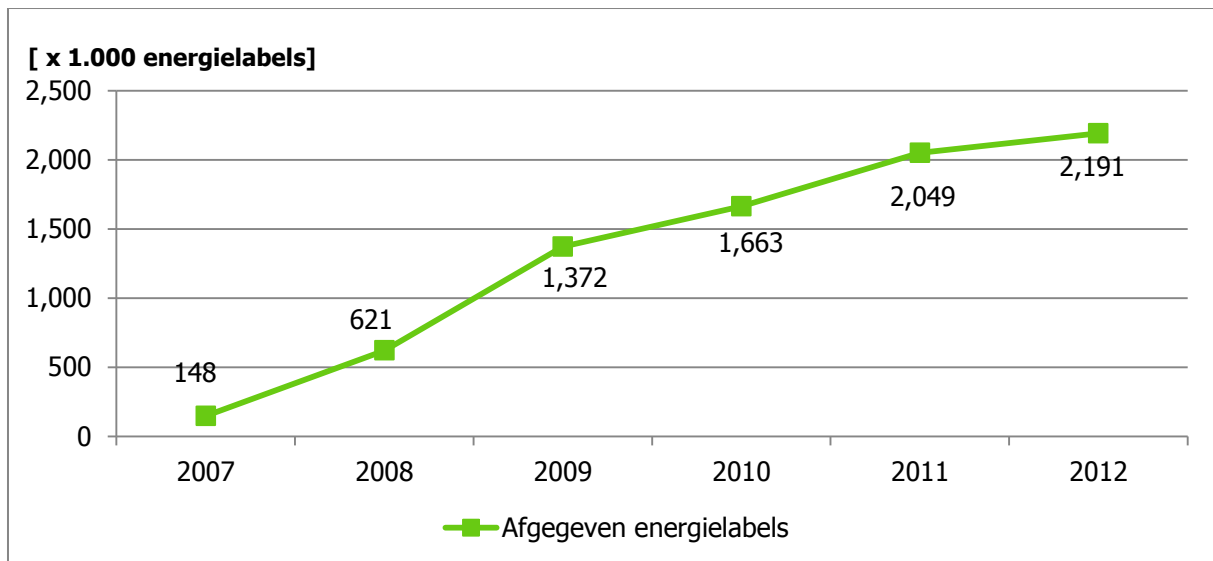
In de EI is rekening gehouden met de grootte van de woning. Hoe groter het gebruiksoppervlak (A_g) en/of het verliesoppervlak (A_{verlies}), hoe groter het energiebudget. Hierdoor is het mogelijk om woningen onderling qua energie-efficiëntie vergelijkbaar te maken (AgentschapNL, 2013b). In tabel 2.1 is de verhouding tussen de energielabelklasse en de EI weergegeven.

Tabel 2.1: Energielabelklasse en Energie-Index

Klasse	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
EI	≤ 0,5	0,51 – 0,7	0,71 – 1,05	1,06 – 1,30	1,31 – 1,60	1,61 – 2,00	2,01 – 2,40	2,41 – 2,90	> 2,90

Bron: ISSO 82.1 (2011)

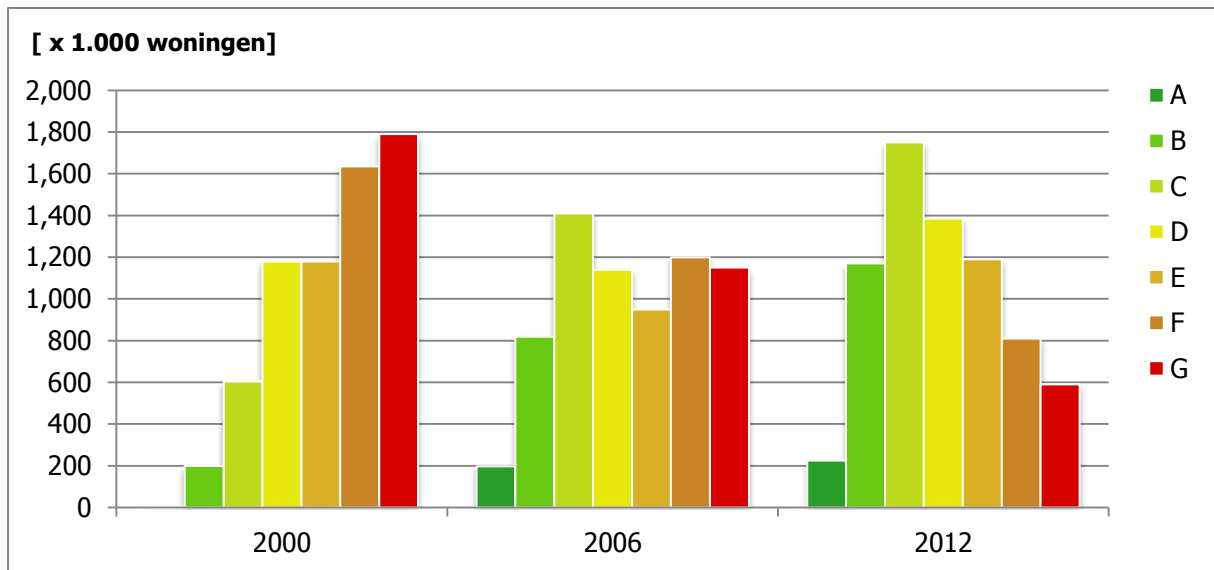
Sinds de invoering van het energielabel zijn in totaal circa 2,2 miljoen energielabels afgegeven. Een sterke stijging van de afgegeven energielabels is in het jaar 2009 waar te nemen. Het betreft hier voornamelijk energielabels in de sociale huursector.



Figuur 2.10: Afgegeven energielabels, 2007-2012

Bron: AgentschapNL (2013)

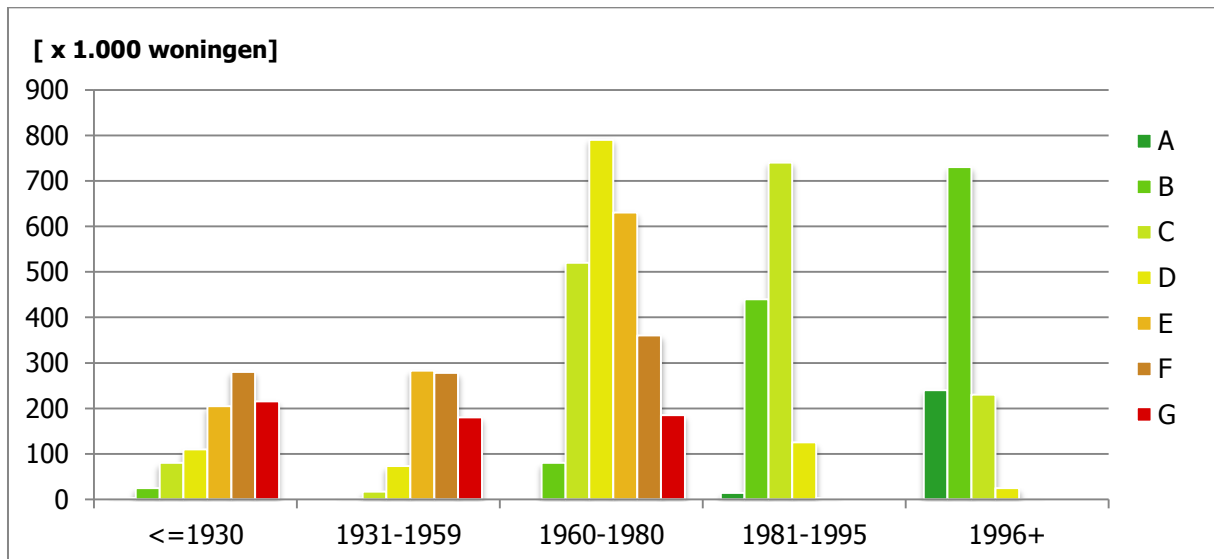
Figuur 2.11 kenmerkt de energetische kwaliteit van de woningvoorraad in de periode 2000-2012 en toont aan dat de kwaliteit van de woningvoorraad is verbeterd. In het jaar 2000 had 13% van de woningen een groen energielabel (A tot en met C) ten opzichte van het jaar 2012, waarin 45% van de woningen een groen energielabel heeft. Oorzaken voor de positieve ontwikkeling zijn nieuwbouw (A-label), sloop van de bestaande voorraad (meestal een laag energielabel) en energiebesparende maatregelen. Hoewel de ontwikkeling als positief is te bestempelen, blijkt dat circa 4 miljoen woningen met minimaal vier labelsprongen energetisch te verbeteren zijn.



Figuur 2.11: Aantal woningen naar energielabel, 2000-2012

Bron: Min. BZK (2013)

De relatie tussen het energielabel en bouwjaarklasse is weergegeven in figuur 2.12. De figuur toont aan dat woningen gebouwd na 1980 van een betere energetische kwaliteit zijn dan woningen gebouwd voor 1980. Een verklaring is dat de oliecrisis in de jaren '70 leidde tot meer aandacht voor het isoleren van woningen en daardoor zijn in het Bouwbesluit meer energiebesparende maatregelen verplicht gesteld (Brounen *et al.*, 2013). Eveneens opvallend is dat woningen gebouwd na 1996 een groen energielabel hebben. Een verklaring is dat in het jaar 1995 de EnergiePrestatieCoëfficiënt (hierna: EPC) opgenomen is in het Bouwbesluit, welk is uitgedrukt in een grenswaarde en de mate van energiezuinigheid van een gebouw weergeeft (Bouwbesluit, 2013). De verwachte norm wordt frequent bijgesteld en is in 2020 gesteld op 0,0, wat inhoudt dat vanaf het jaar 2020 nieuwbouwwoningen 'energieneutraal' (energielabel A++) gebouwd moeten worden.



Figuur 2.12: Relatie energielabel en bouwjaarklasse, 2012

Bron: Min. BZK (2013)

3. THEORETISCH KADER

3.1 Gedragstheorieën

Het energiegedrag bepaalt voor een groot deel de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt (Heijs, 1999; Guerra Santin, 2010). De consumptie van energie is het gevolg van gedragingen, waarbij bijvoorbeeld het verlagen van de temperatuurinstellingen een negatief effect heeft op de energieconsumptie (Becker *et al.*, 1981). Eerdere studies tonen aan dat het energiebesparingspotentieel door verandering van het energiegedrag een besparing van 8,5% van het totale energieverbruik kan opleveren (Rigo Research, 2005), terwijl anderen aantonen dat het besparingspotentieel tussen de 20 en 25% van het energieverbruik kan opleveren (CE Delft, 2006). Om het energiegedrag beter te begrijpen, te verklaren en te beïnvloeden is vanuit verschillende disciplines het gedrag bestudeerd en toegepast op het energiegedrag. De theorieën en gedragsmodellen beoordelen het gedrag en gedragsverandering vanuit economisch- en sociaal-psychologisch perspectief.

3.1.1 Rational Choice Theory

De 'Rational Choice Theory' (hierna: RCT) veronderstelt dat consumenten de verwachte opbrengsten en kosten van beslissingen afwegen en beslissingen prefereren die hen het meest gunstig of minst kostbaar zijn (Green, 2002). Het besluit helpt de consument de doelstelling te bereiken, gebaseerd op het principe dat consumenten gebruik maken van alle informatie die over de keuzeopties beschikbaar zijn, de rationele actor (Martiskainen, 2007). Tevens streven consumenten naar nutmaximalisatie, hebben zij stabiele voorkeuren en spelen emoties geen rol in de beslissingen. Indien de consument wordt geïnformeerd over de voordelen van energiebesparing in de woning, kan de consument besluiten om enerzijds energiebesparende maatregelen in de woning te nemen of anderzijds het energieconsumptiegedrag aan te passen, die beiden een negatief effect hebben op het energieverbruik in de woning.

De RCT representeert voorkeuren met de nutsfunctie. Het betreft een wiskundige vergelijking die een numerieke waarde van elk mogelijk alternatief toekent aan de beslisser. De nutsfunctie is als volgt weer te geven:

$$(2) U = U(X, Y)$$

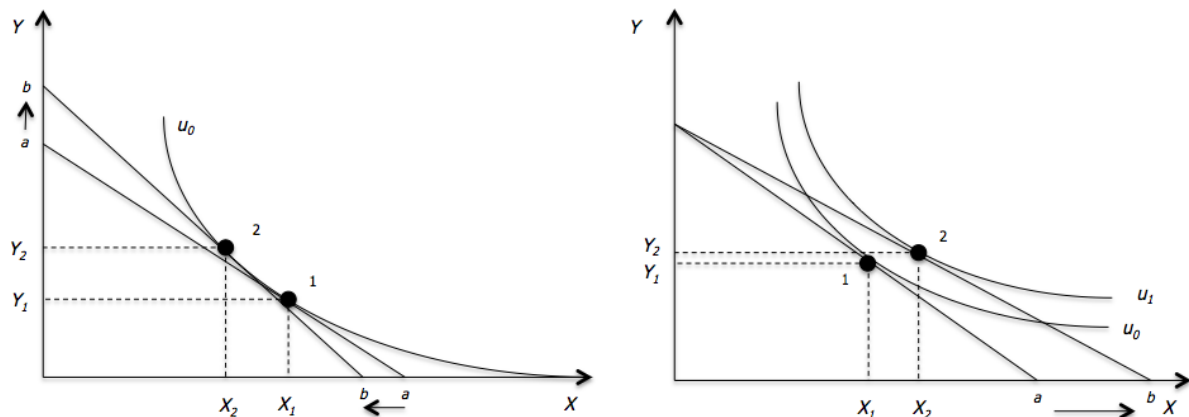
waarbij $U(\cdot, \cdot)$ de nut toekent aan een bepaalde set van waarden voor X en Y (Green, 2002).

In figuur 3.2 is het energiegedrag toegepast op de nutsfunctie, waarbij X refereert aan de consumptie van energie en Y refereert aan de consumptie van alle andere goederen behalve X . Indien aan X geen geld wordt besteed, dan kan het volledige inkomen worden besteed aan Y . De indifferentiecurve u geeft de verzameling van de goederenbundels energie en alle andere goederen weer, waarbij de afname van het ene goed moet worden gecompenseerd door de toename van het andere goed (De Borger & Van Poeck, 2009). De budgetlijnen a en b geven de verschillende combinaties van twee bestedingsmogelijkheden bij een bepaald budget weer. De raakvlakken van de indifferentiecurve u met de budgetlijn geeft het nut weer, namelijk punten 1 en 2, en X_1 , X_2 , Y_1 en Y_2 geven de hoeveelheid goederen weer voor X en Y .

In de linker figuur is aangenomen dat aanpassing van het energiegedrag leidt tot een besparing in het energieverbruik en daarmee de energiekosten. Budgetlijn a verschuift van X naar links en van Y naar boven, er ontstaat een nieuwe budgetlijn b . Immers wordt minder energie geconsumeerd en hierdoor kan meer geld worden besteed aan alle andere goederen behalve X . Het raakvlak van de indifferentiecurve u_0 met de budgetlijn verschuift van punt 1 naar 2. Doordat het

raakvlak in punt 2 verder van de oorsprong ligt dan punt 1 wordt het nut van de consument gemaximaliseerd.

In de rechter figuur is het rebound effect toegepast op de nutsfunctie. Het rebound effect is het gedrag waarbij energiebesparing wordt bereikt door verbeterde efficiëntie, maar een verhoogde energieconsumptie wordt geconstateerd doordat energiediensten relatief goedkoper zijn geworden (Sorrel *et al.*, 2009; Guerra Santin, 2010). Hierdoor verandert de budgetlijn van a naar b en ontstaat er een nieuwe indifferencecurve u_1 . Het snijpunt wijzigt van punt 1 naar 2 en daarbij ligt punt 2 verder van de oorsprong dan punt 1., waardoor het rebound effect leidt tot een nutsmaximalisatie volgens de RCT.



Figuur 3.1: Nutsfunctie toegepast op het energiegedrag en het rebound effect

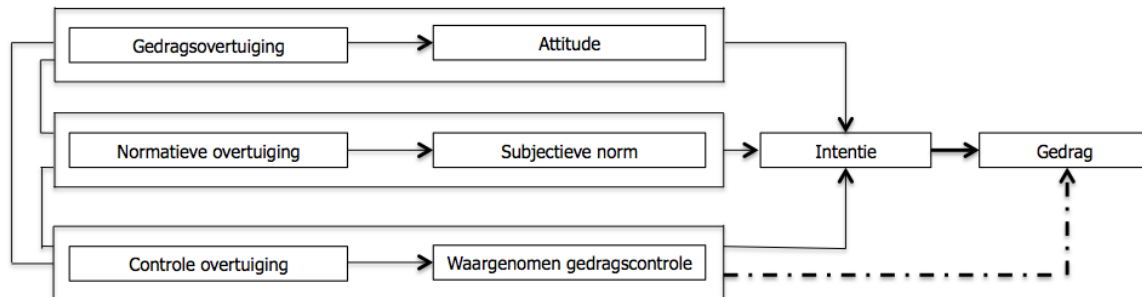
Volgens Simon (1972) bestaat de rationele actor niet. Een consument heeft zelden voldoende informatie, motivatie of tijd om 'perfecte' beslissingen te maken en zodoende worden beslissingen vaker gemaakt op basis van irrationele invloeden, zoals sociale relaties en waarden. Hij hanteert het begrip 'gebonden rationaliteit', waarbij consumenten op zoek gaan naar bevredigende keuzes in plaats van optimale keuzes. Dit blijkt tevens uit onderzoek naar energiebesparing, waarin onderzoekers met behulp van maatregelen als informatiecampagnes en workshops, de voordelen van energiebesparing in de woning benadrukken (Becker, 1978; Martiskainen, 2007). Echter bleek dat de RTC zeer beperkt is, omdat enerzijds het leveren van informatie weinig effect heeft op het energiegedrag en anderzijds de RCT geen rekening houdt met de invloed van factoren als gewoonten, sociale normen, moreel gedrag en cognitieve beperkingen (Jackson, 2005).

3.1.2 Theory of Planned Behaviour

Een van de meest invloedrijke theorieën op het gebied van gedragsverandering is de "Theory of Planned Behaviour" (hierna: TPB) van Ajzen (1991). De TPB is opgebouwd uit determinanten welke de beslissing van een individu om tot een bepaalde gedraging te komen weergeven. De theorie tracht het individueel gedrag te begrijpen en te voorspellen en veronderstelt dat het gedrag wordt voorspeld door attitudes, subjectieve normen en de waargenomen gedragscontrole. Hoe positiever de attitudes, subjectieve normen en de waargenomen gedragscontrole, hoe sterker iemand de intentie zal hebben om het beoogde gedrag uit te voeren (Ajzen, 1991).

In figuur 3.3 is de theorie schematisch weergegeven. Het gedrag wordt ten eerste verklaard door de attitude, welke een persoonlijke determinant is. Middels de attitude wordt aangegeven of een individu positief of negatief ten opzichte van het gedrag staat en wordt veroorzaakt door gedragsovertuiging. De tweede determinant, de subjectieve norm, bepaald of een individu sociale druk ervaart bij het uitvoeren van het gedrag en of hij/zij daarnaar wilt handelen. De subjectieve norm wordt veroorzaakt door de normatieve overtuiging. De waargenomen gedragscontrole verwijst

naar de perceptie van een individu of hij/zij in staat is het gedrag uit te voeren – het gemak of de moeilijkheid – en vloeit voort uit de ‘controle overtuiging’. Indien de waargenomen gedragscontrole van een individu gering is, dan heeft het direct invloed op het gedrag en niet op de intenties, maar neemt de waargenomen gedragscontrole toe, dan heeft dat invloed op het formuleren van intenties en niet meer direct op gedrag (Ajzen, 1991; Madden *et al.*, 1992).



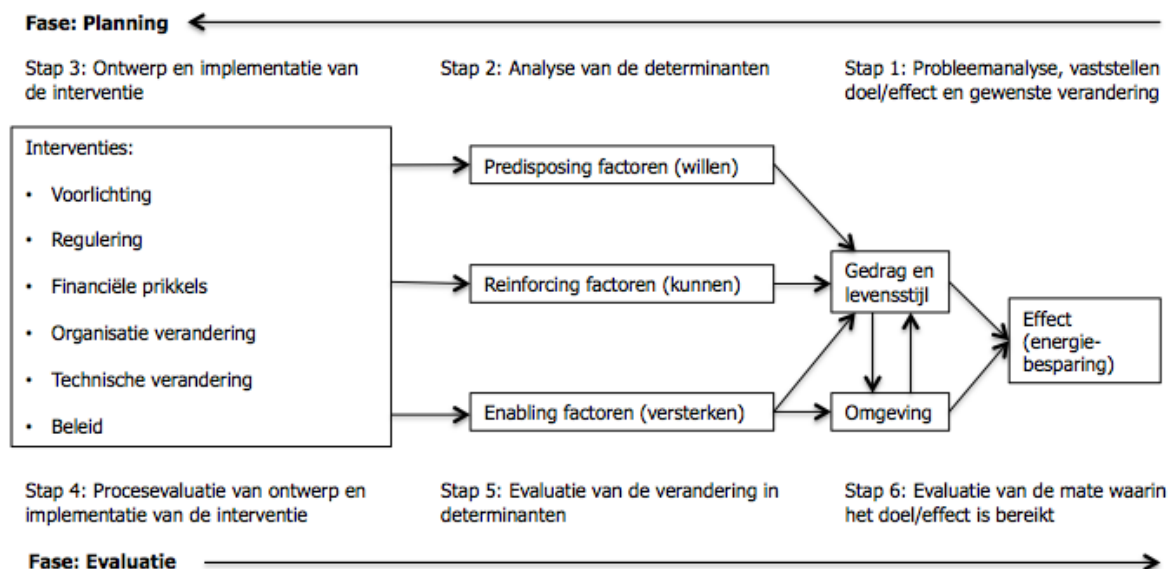
Figuur 3.2: Theory of Planned Behaviour

Bron: Ajzen (1991)

Een beperking van de theorie is dat het model voornamelijk wordt gehanteerd om de relatie tussen de attitude, subjectieve norm en waargenomen gedragscontrole te meten in plaats van de daadwerkelijke gedragsverandering (Jackson, 2005). Indien de theorie wordt toegepast op het energiegedrag, dan zou een consument enerzijds een afweging maken van de individuele- en collectieve baten die hij of zij verwacht bij het zuiniger omgaan met energie, namelijk geldbesparing, een mogelijke kapitalisatie in de woningwaarde en een positief milieueffect, en anderzijds de wijze waarop de sociale omgeving het gedrag beoordeeld (CE Delft, 2006).

3.1.3 PRECEDE-PROCEED model

Het plannings- en evaluatiemodel van Green en Kreuter (1991), het PRECEDE-PROCEED model, hanteert een verandering-georiënteerde aanpak, met als doel gedragsverandering te stimuleren door op planmatige wijze interventies te ontwerpen, uit te voeren en te evalueren, zie figuur 3.3. De interventies hangen af van het inzicht in de determinanten van het gedrag en van de kennis over methoden die deze determinanten beïnvloeden. Volgens Green en Keuter (1991) zijn er honderden determinanten die het gedrag beïnvloeden. Zij hebben deze determinanten gecategoriseerd in drie factoren, namelijk de predisposing-, reinforcing en enabling factoren.



Figuur 3.3: PRECEDE-PROCEED model toegepast op energiebesparing

Bron: Van Diggelen (2009)

De motiverende factoren (predisposing) verschaffen de motivatie, het willen. Dit zijn bijvoorbeeld kennis, attitude, de subjectieve norm, de waargenomen gedragscontrole en intentie. De factoren leiden tot een intentie om een bepaald gedrag te vertonen. Bij de in staat stellende factoren (reinforcing) gaat het om het kunnen. De factoren faciliteren het gedrag, zodat een individu in staat is het gewenste gedrag uit te voeren. Voorbeelden zijn financiële hulpmiddelen of technologische voorzieningen. De versterkende factoren (enabling) verschaffen de prikkel om het gedrag voort te zetten, bijvoorbeeld door feedback van gelijken of experts. Het gaat hierbij om het versterken en het stimuleren van de continuering van het gedrag. Om het gedrag te beïnvloeden, moet op samenhangende manier de factoren worden beïnvloedt. Elk factor heeft invloed op de kans dat het gewenste gedrag zich voordoet en iedere factor heeft invloed op de andere (AgentschapNL, 2010). Het verschil ten opzichte van de TPB is dat er gestuurd wordt op de daadwerkelijke verandering van het gedrag.

3.2 Determinanten energieconsumptie

Verschillen in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt worden verklaard vanuit drie groepen van determinanten: de gebouwkarakteristieken, de huishoudkarakteristieken en het energiegedrag van bewoners (Heijs, 1999). Tevens hebben weersomstandigheden een effect op de energieconsumptie, waarbij een huishouden in een strenge winter geneigd is meer gas te verbruiken voor ruimteverwarming. De energieconsumptie van huishoudens kan weergegeven worden als:

$$(3) E_i = f(G_i, H_i, B_i, W_i)$$

waarbij de energieconsumptie E van huishouden i een functie is van de gebouwkarakteristieken G_i , de huishoudkarakteristieken H_i , het energiegedrag B_i , en de weersomstandigheden W_i .

3.2.1 Gebouwkarakteristieken

De energieconsumptie van huishoudens wordt voor een belangrijk deel verklaard door de gebouwkarakteristieken. Het type woning verklaart significante verschillen in de energieconsumptie (Brounen *et al.*, 2012). Een appartement of tussenwoning verbruikt in tegenstelling tot de hoekwoning minder energie en een twee-onder-een-kap- en de vrijstaande woning meer energie ten opzichte van de hoekwoning. De grootte van de woning is een dominante voorspeller in de energieconsumptie. Naarmate de woninggrootte toeneemt, neemt het verbruik toe (Guerra Santin, 2010). Aan het hogere verbruik liggen diverse redenen ten grondslag. Door toename van de woninggrootte neemt het gebruiksoppervlak toe, wat leidt tot meer ruimteverwarming. Tevens neemt de som van de oppervlakten van uitwendige scheidingconstructies toe, wat leidt tot meer warmteverlies in de woning. Eveneens wordt de energieconsumptie verklaard door het bouwjaar van de woning (Guerra Santin, 2010; Brounen *et al.*, 2012) en neemt significant toe met de leeftijd van de woning. In tegenstelling tot de woningen gebouwd na 2000, blijkt dat de gebouwde woningen van voor 1980 50% meer energie verbruiken. De woningen gebouwd in de periode 1980-2000 verbruiken significant meer energie in tegenstelling tot de woningen gebouwd na 2000, namelijk tussen de 14 en 26%. Diverse redenen verklaren de verschillen, zoals de toegenomen interesse in energiebesparing in de gebouwde omgeving na de oliecrisis in de jaren '70 en de opgenomen EPC in het Bouwbesluit in 1995. De energieconsumptie wordt tevens bepaald door het aantal kamers in de woning (Guerra Santin, 2010). Bij toename van een kamer in de woning neemt het verbruik met 8,7% toe. De toename wordt verklaard door de correlerende waarde met de grootte van de woning. De aanwezigheid van een bad toont eveneens een significant effect op de energieconsumptie (Guerra Santin, 2010). Uit de analyse blijkt dat de aanwezigheid van een bad leidt tot een toename van 3,9% in het energieverbruik.

Thermische- en kwaliteitskenmerken, zoals de isolatiekwaliteit en onderhoudsconditie van de woning, blijken significante voorspellers te zijn van de energieconsumptie. Naarmate de isolatiekwaliteit van de woning toeneemt, neemt het energieverbruik af. Het effect is niet lineair (Brounen *et al.*, 2010). Het verbeteren van de isolatiekwaliteit in oudere woningen levert een groter effect op dan isolatieverbeteringen in recenter gebouwde woningen. Uit de analyse blijkt tevens dat de onderhoudsconditie een significant effect heeft op de energieconsumptie. Andere studies tonen verschillen in het energieverbruik tussen handmatige- en programmeerbare thermostaten (Lutzenhiser, 1992; Shipworth *et al.*, 2010). Uit de analyse blijkt dat huishoudens met een handmatige thermostaat minder energie consumeren ten opzichte van huishoudens met een programmeerbare thermostaat (Lutzenhiser, 1992). Een verklaring is dat huishoudens met een handmatige thermostaat de temperatuurinstellingen adequaat aanpassen ten opzichte van huishoudens met een programmeerbare thermostaat.

Brounen *et al.*, (2012) tonen aan dat gebouwkarakteristieken 16,3% van de variantie verklaren. Uit de studie blijkt dat het percentage laag is ten opzichte van vergelijkende studies in Duitsland en Engeland (Rehdanz, 2007; Meier & Rehdanz, 2010). Volgens Guerra Santin verklaren de gebouwkarakteristieken 43% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt (Guerra Santin, 2010). Uit een studie in de Verenigde Staten blijken de gebouwkarakteristieken 54% van de variantie te verklaren (Sonderegger, 1978).

3.2.2 Huishoudkarakteristieken

De energieconsumptie van huishoudens wordt mede bepaald door de huishoudkarakteristieken, zoals het inkomen, de huishoudsamenstelling, het type huishouden, leeftijd en type eigendom (Vringer, 2005; Abrahamse, 2007; Sardanou, 2008; Brounen *et al.*, 2010). Vringer (2005) toont aan dat het inkomen invloed heeft op het energieverbruik. Uit de analyse blijkt dat een inkomensstijging van 1% resulteert in een stijging van 0,63% in het energiegebruik. Het effect is mogelijk te verklaren middels de life cycle theorie, die de wooncarrière van huishoudens koppelt aan specifieke gebeurtenissen, zoals een verandering van de loopbaancarrière, het krijgen van kinderen etc. (Hoefnagel, 2011). Door een combinatie van sociaal economische gebeurtenissen in de levenscyclus neemt de energieconsumptie toe. Het effect is tevens bevestigd in andere studies (Abrahamse, 2007; Brounen *et al.*, 2012).

Brounen *et al.* (2012) tonen aan dat de huishoudsamenstelling- en grootte een significant effect heeft op de energieconsumptie. Uit de analyse blijkt dat bij toevoeging van een persoon in het huishouden, de gasconsumptie per persoon daalt met 26%. Hiermee bevestigen zij schaalvoordelen – economies of scale – in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Guerra Santin (2010) stelt in haar onderzoek verschillende huishoudgroepen vast, namelijk alleenstaanden/stellen, gezinnen, veelverdieners/stellen en senioren. Uit de analyse blijkt dat senioren, gezinnen en veelverdieners meer energie verbruiken ten opzichte van de alleenstaanden/stellen. Senioren prefereren ter voorbeeld een hoger warmtecomfort in de woning en zijn relatief meer aan huis gebonden ten opzichte van alleenstaanden/stellen. Andere mogelijke verklaringen zijn de grootte van de woning, het inkomen en de leeftijd. De leeftijd van het hoofd van het huishouden blijkt namelijk een significante voorspeller in de energieconsumptie (Linden *et al.*, 2006; Brounen *et al.*, 2012). Uit de analyse blijkt dat naarmate de leeftijd met een jaar toeneemt, het energieverbruik met 0,7% toeneemt. De voorspeller correleert met de verschillende huishoudgroepen en daarmee de life cycle theorie.

Huurders verbruiken minder energie ten opzichte van kopers (Sardanou, 2008). Een verklaring is dat huurders in relatief kleinere woningen wonen ten opzichte van kopers, waarbij de woninggrootte de dominante voorspeller is van de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Tevens wonen huurders vaker in een meergezinswoning ten opzichte van kopers, die vaker in een eengezinswoning wonen (CBS Statline, 2013). Uit de gekenmerkte

ontwikkelingen in hoofdstuk 3 is gebleken dat de gemiddelde energieconsumptie tussen de twee typen woningen drastisch verschillen.

Huishoudkarakteristieken verklaren respectievelijk tussen de 4 en 14% in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt (Guerra Santin, 2010; Min. Vrom, 2010). Volgens Brounen *et al.* (2012) verklaren de huishoudkarakteristieken 35,5% van de variantie. Indien de studie van Brounen *et al.* (2012) wordt vergeleken met de studie van Guerra Santin (2010) blijkt dat in eerstgenoemde studie meerdere huishoudkarakteristieken zijn geanalyseerd.

3.2.3 Gedragkarakteristieken

De energieconsumptie van huishoudens wordt voor een belangrijk deel verklaard door het energiegedrag van bewoners (Van Raaij & Verhallen, 1983). Het gedrag wordt beïnvloed door leefstijl en cognitieve variabelen, zoals motivatie, waarde en opvattingen (Vringer & Blok, 2007). Vringer & Blok (2007) tonen aan dat huishoudens die minder gemotiveerd zijn om energie te besparen, 4% meer energie consumeren. Van Raaij & Verhallen (1983) tonen significante gedragsfactoren in het energiegedrag van huishoudens. Uit de analyse blijkt dat de instelling van de thermostaat bij aan- en afwezigheid en in de nachtgetijden en het gebruik maken van de tussendeur een significant effect heeft op de energieconsumptie. Een verhoogde temperatuurinstelling heeft een positief effect op de energieconsumptie en de frequentie van het sluiten van de tussendeur een negatief effect. Guerra Santin (2010) toont aan dat de temperatuurinstelling, de uren dat radiatoren aanstaan en ventilatieroosters openstaan een significant effect heeft op de energieconsumptie. De ventilatieroosters tonen een negatief effect op de energieconsumptie.

De studie van Ayers *et al.* (2009) toont aan het voorzien van informatie aan consumenten over hun huidige energieconsumptie een effect heeft op het energieverbruik (Ayers *et al.*, 2009). Het leveren van feedback, het gebruik van slimme meters en een duidelijke en overzichtelijke energierekening dringen het energieverbruik terug. Het effect wordt tevens bevestigd in andere studies (Abrahamse, 2007; Van de Sande, 2011).

Het rebound effect is het gedrag waarbij energiebesparing wordt bereikt door verbeterde efficiëntie, maar een toegenomen energieconsumptie wordt geconstateerd (Guerra Santin, 2010). Het verwijst naar een (onverwachte) tegenwicht of zelfs een volledige verdwijning van de energie-efficiëntiewinst (Hertwich, 2005). Door verbeteringen in de energie-efficiëntie worden energiediensten relatief goedkoper en daarmee wordt een verhoogde consumptie aangemoedigd (Sorrel *et al.*, 2009). Uit de analyse van Oreszczyn *et al.* (2006) blijkt dat huishoudens na een verbeterde energie-efficiëntie de temperatuurinstelling gemiddeld verhogen met respectievelijk 1,6 graden Celsius in de woonkamer en 2,8 graden Celsius in de slaapkamer.

Guerra Santin toont aan dat het energiegedrag 11,9% van de variantie verklaart in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Volgens Van Raaij & Verhallen (1983) verklaren de gedragsfactoren 26% van de variantie. Een verklaring voor het verschil is dat in de studie van Van Raaij & Verhallen (1983) meerdere gedragsfactoren zijn geanalyseerd.

3.3 Hypothesen

H_A : Het energielabel is van invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

Naarmate de energetische prestatie van de woning verbetert, welk geclassificeerd wordt middels het energielabel, neemt de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt af.

H_B : De bouwkenmerken hebben invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

De variabelen het type woning, bouwjaar, oppervlakte van de woning, het aantal kamers, de aanwezigheid van een bad, type ruimteverwarming, type thermostaat, conditiescore en de isolatiegraad beïnvloeden de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

H_C : De huishoudkenmerken hebben invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

De variabelen leeftijd, type huishouden, aantal personen, type eigendom en het inkomen beïnvloeden de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

H_D : Het energiegedrag is van invloed op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

De variabelen motivatie, investeringsgedrag en gebruiksgedrag, zoals de wijze van verwarmen, instelling van de temperatuur, het gebruik van warmwater, mate en wijze van ventileren en het gebruik van apparaten, beïnvloeden de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

H_E : Er zijn structurele verschillen tussen de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen.

Huishoudens woonachtig in eengezinswoningen wonen in relatief grotere woningen dan huishoudens woonachtig in meergezinswoningen (CBS Statline, 2013). Guerra Santin (2010) toont aan dat de grootte van de woning de dominante voorspeller is in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In de studie wordt om eerdergenoemde redenen getoetst of er structurele verschillen zijn tussen de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen.

4. EMPIRIE

4.1 Data

Data is afkomstig van de module Energie van het WoonOnderzoek Nederland (hierna: WoON Energie) en is voor het onderzoek ter beschikking gesteld door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties. WoON Energie 2012 is een vervolgonderzoek van het WoonOnderzoek Nederland en wordt sinds 2000 ieder zes jaar uitgevoerd. De data is via veldonderzoek (enquête en een woningopname) verzameld. Het microdatabestand bestaat uit 4.790 cases en 1.086 variabelen. De representativiteit is getoetst aan de hand van diverse variabelen, zoals de woningvoorraad naar type woning, eigendom en het gemiddelde gasverbruik.

Tabel 4.1 geeft de percentages en het gemiddelde gasverbruik van de variabelen uit de steekproef en populatie weer en toont aan dat WoON Energie 2012 representatief is voor de populatie.

Tabel 4.1: Representativiteit WoON Energie 2012

	Steekproef (WoON Energie 2012)	Populatie (CBS Statline)
Type woning:		
Eengezinswoning	69%	71%
Meergezinswoning	31%	29%
Eigendom:		
Koop	58%	60%
Huur	42%	40%
Gemiddeld gasverbruik (m3):	1.621	1.631

4.1.1 Dataselectie & operationalisering

Op basis van het theoretisch kader zijn variabelen geselecteerd die de energieconsumptie van huishoudens verklaren. De data is gecontroleerd op missende waarden en uitschieters. De uitschieters zijn aangeduid, geprofileerd en, indien van invloed op de onderzoeksresultaten, geëlimineerd. Uitschieters zijn aangeduid door het analyseren van frequentietabellen, spreidingsdiagrammen en boxplots. De ongewenste invloed van uitschieters in metrische variabelen is tegengegaan door 2,5% van de onderste- en bovenste waarden te trimmen. Eveneens is van metrische variabelen de normaal verdeling getoetst met de Shapiro-Wilk test en geanalyseerd of de verdeling aangepast moet worden middels wortelfunctie of logaritme. Als laatste zijn niet metrische variabelen getransformeerd naar dummy variabelen en gecodeerd als 0 of 1. De transformatie is een vereiste om een lineaire regressie-analyse uit te voeren. De referentiegroepen zijn in de resultaten weergegeven. Onderstaand is de operationalisering van de geselecteerde variabelen toegelicht.

De afhankelijke variabele

De afhankelijke variabele in het onderzoek is 'het geregistreerde gasverbruik' en geeft het gasverbruik per m³ weer. Middels een woningopname is het geregistreerde gasverbruik vastgesteld. Uit de Shapiro-Wilk test blijkt dat de variabele niet normaal verdeeld is (H_0 is aangenomen) en is aangepast met de wortelfunctie om een normaal verdeling te realiseren. De logaritme vertoont geen normaal verdeling volgens de Shapiro-Wilk test.

De onafhankelijke variabele

De onafhankelijke variabele is het 'energielabel', welke te classificeren is van A tot en met G. De variabele is getransformeerd naar dummy variabelen en gecodeerd als 0 of 1, waarbij het A-label de referentiegroep is.

De controle variabelen

De controle variabelen zijn onder te verdelen in drie groepen determinanten, namelijk de gebouwkenmerken, de huishoudkenmerken en het energiegelag. De gebouwkenmerken kenmerken de eigenschappen van de woning en de thermische- en kwaliteitskenmerken. De variabelen die behoren tot de gebouwkenmerken zijn 'type woning', 'bouwjaar', 'oppervlakte woning', 'aantal kamers', 'bad aanwezig', 'type ruimteverwarming', 'thermostaat', 'conditie score' & 'isolatiekwaliteit'. De variabele 'oppervlakte woning' is getransformeerd in een logaritme om een normaal verdeling te realiseren. Woningen met meer dan 8 kamers zijn uit de data gefilterd. De variabele 'type ruimteverwarming' is gefilterd op CR-, VR- en HR-ketel, waarbij respondenten met een lokale verwarming, elektrische waterpomp en 'overige' gefilterd zijn uit de data. De variabele 'conditiescore' geeft de staat van onderhoud van de woning weer volgens NEN 2767. Een hogere conditiescore wordt geïnterpreteerd als een slechtere onderhoudsconditie. Als laatste is de variabele 'thermostaat' gefilterd op programmeerbare- en handmatige thermostaat.

De variabelen die behoren tot de huishoudkenmerken zijn 'leeftijd', 'aantal personen', 'type huishouden', 'type eigendom' en 'inkomen'. 'Niet persoonshuishoudens' zijn gefilterd uit de data. Tevens is 2,5% van de onderste en bovenste waarden van de variabele 'inkomen' getrimd, waardoor zelfstandige ondernemers met een negatief inkomen uit de data zijn gefilterd. De variabele vertoont eveneens geen normaal verdeling en is getransformeerd middels logaritme.

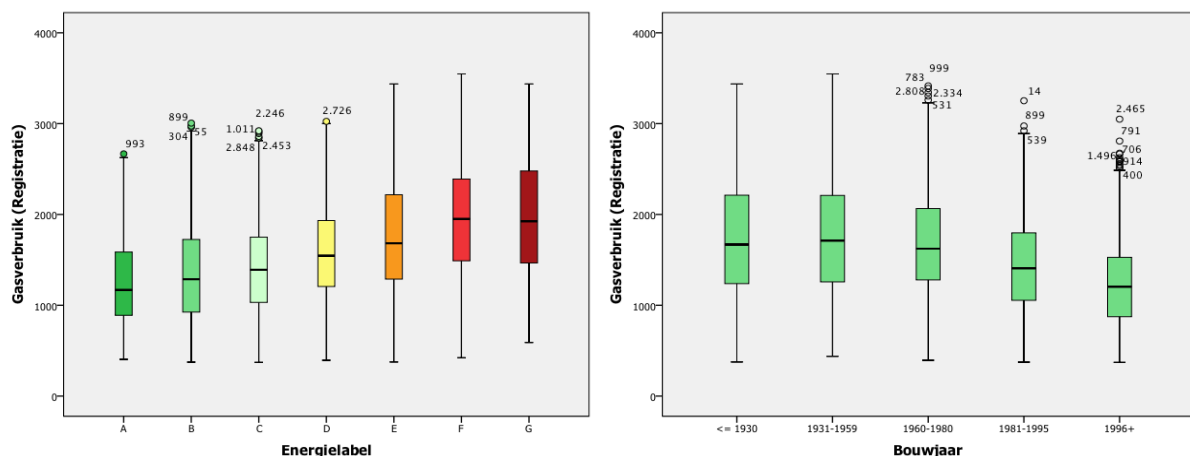
Het energiegelag kenmerkt subjectieve variabelen, zoals 'hoe belangrijk energiegelag' en 'afgelopen vijf jaar energiebesparende maatregelen gedaan'. Daarnaast zijn de volgende gebruiksgedragingen opgenomen, namelijk de temperatuurinstelling bij aan- en afwezigheid, frequentie sluiten van gordijnen, tussendeur en ramen en de frequentie van het ventileren van de woonkamer.

In totaal bestaat de netto steekproef na operationalisering uit 2.988 cases. In bijlage II is de dataselectie en operationalisering schematisch weergegeven.

4.1.2 Beschrijvende statistiek

Tabel 4.2 geeft de gemiddelden en standaarddeviaties van de netto steekproef en de opgesplitste steekproef naar type woning weer, de eengezins- en meergezinswoningen. Circa 76% van de respondenten zijn woonachtig in een eengezinswoning ten opzichte van 24% van de respondenten die woonachtig zijn in een meergezinswoning. Het gemiddelde energielabel in de steekproef betreft een D-label.

Figuur 4.1 toont enerzijds de relatie tussen het gasverbruik en het energielabel en anderzijds tussen het gasverbruik en bouwjaar. Uit de figuur blijkt dat het gasverbruik toeneemt bij een negatieve labelsprong en het gasverbruik afneemt naarmate de woning later in de tijd is gebouwd.



Figuur 4.1: Relatie gasverbruik vs. energielabels/bouwjaar

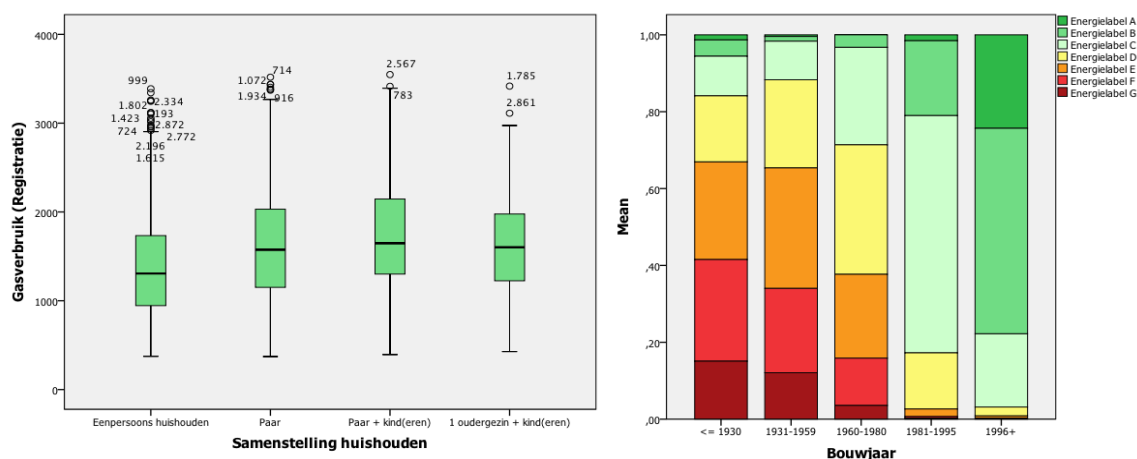
Tabel 4.2: Beschrijvende statistiek

Variabele	Totaal		Eengezinswoning		Meergezinswoning	
	Mean	St. Dev.	Mean	St. Dev.	Mean	St. Dev.
Energieconsumptie: Gas (m3)	1.580,4	616,5	1.698,4	589,4	1.194,4	539,7
Energielabel:	3,8	1,5	3,85	1,49	3,7	1,6
Energielabel (%):						
A	0,04	0,21	0,04	0,19	0,07	0,25
B	0,15	0,36	0,14	0,35	0,17	0,38
C	0,29	0,45	0,28	0,45	0,31	0,46
D	0,20	0,40	0,21	0,41	0,18	0,38
E	0,16	0,36	0,17	0,37	0,13	0,33
F	0,11	0,31	0,12	0,32	0,08	0,27
G	0,05	0,22	0,04	0,21	0,07	0,26
Gebouwkarakteristieken:						
Type woning (%):						
Eengezinswoning	0,77	0,42	-	-	-	-
Meergezinswoning	0,24	0,42	-	-	-	-
Type woning functioneel (%):						
Vrijstaande woning	0,10	0,30	0,13	0,33	-	-
Twee-onder-een-kap woning	0,15	0,36	0,19	0,39	-	-
Hoekwoning	0,16	0,37	0,21	0,40	-	-
Tussenwoning	0,36	0,48	0,47	0,50	-	-
Etagewoning	0,24	0,43	-	-	1	0
Bouwjaar (%):						
<= 1930	0,13	0,33	0,12	0,33	0,14	0,35
1931-1959	0,16	0,37	0,16	0,37	0,18	0,39
1960-1980	0,31	0,46	0,34	0,47	0,20	0,40
1981-1995	0,24	0,43	0,24	0,43	0,24	0,43
1996+	0,16	0,37	0,14	0,34	0,23	0,42
Oppervlakte woning	111,6	33,0	119,8	31,0	85,0	24,2
Aantal kamers	4,3	1,1	4,6	1,0	3,3	0,8
Bad aanwezig (%)	0,39	0,49	0,44	0,50	0,23	0,42
<u>Thermische- en kwaliteitskenmerken:</u>						
Type Ruimteverwarming (%):						
CR / VR Ketel	0,15	0,36	0,13	0,33	0,25	0,43
HR Ketel	0,85	0,36	0,87	0,33	0,75	0,43
Type thermostaat (%):						
Programmeerbare thermostaat	0,39	0,49	0,43	0,50	0,24	0,43
Handmatige thermostaat	0,61	0,49	0,57	0,50	0,76	0,43
Conditie score	1,2	0,3	1,3	0,3	1,1	0,3
Isolatiegraad:						
Dak	0,81	0,37	0,81	0,36	0,80	0,38
Vloer	0,58	0,48	0,58	0,48	0,52	0,50
Glas	0,87	0,22	0,87	0,21	0,87	0,26
Gevel	0,74	0,42	0,75	0,41	0,70	0,45
Huishoudkarakteristieken:						
Leeftijd	54,5	15,2	53,8	14,1	56,6	17,9
Aantal personen	2,2	1,2	2,4	1,2	1,6	0,8
Type huishouden (%):						
Eenpersoonshuishouden	0,30	0,46	0,22	0,42	0,54	0,50
Paar	0,38	0,48	0,39	0,49	0,33	0,47
Paar + kinderen	0,26	0,44	0,32	0,47	0,06	0,24
1 oudergezin + kind(eren)	0,07	0,25	0,07	0,25	0,07	0,26
Type eigendom (%):						
Koop	0,60	0,49	0,67	0,45	0,37	0,48
Sociale huur	0,34	0,47	0,28	0,22	0,52	0,50
Particuliere huur	0,07	0,25	0,05	0,47	0,11	0,31
Inkomen (log) €	46.238	23.946	49.441	24.234	35.809	19.664
Energiegedrag:						
Hoe belangrijk energiezuiniggedrag?	0,83	0,38	0,83	0,38	0,83	0,38
<u>Investeringsgedrag:</u>						
Afgelopen vijf jaar energiebesparende maatregelen gedaan?	0,12	0,32	0,12	0,33	0,09	0,28
N	2.988		2288		700	

Tabel 4.2: Beschrijvende statistiek (vervolg)

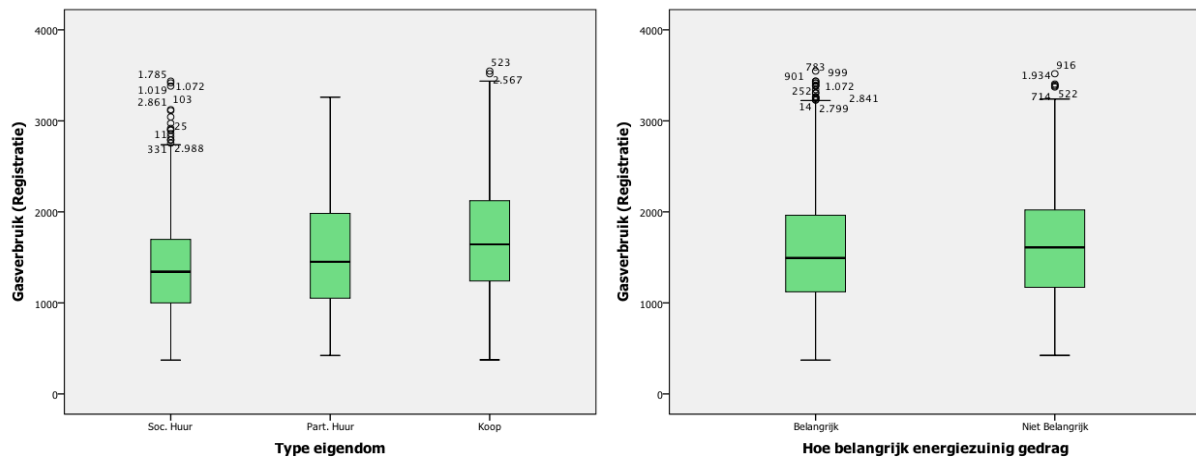
Variabele	Totaal		Eengezinswoning		Meergezinswoning	
	Mean	St. Dev.	Mean	St. Dev.	Mean	St. Dev.
<u>Gebruiksgedrag:</u>						
Temperatuurstelling bij aanwezigheid:						
Ochtend	17,1	3,8	17,2	3,6	16,9	4,3
Overdag	18,6	3,2	18,5	3,2	18,9	3,3
Namiddag	19,1	3,1	19,0	3,0	19,3	3,2
Avond	19,9	2,6	19,9	2,5	20,1	2,7
Nacht	15,3	3,7	15,3	3,5	15,3	4,2
Temperatuurstelling bij afwezigheid						
16,0	3,7	16,1	3,5	15,7	4,3	
Frequentie sluiten gordijnen (stookseizoen)						
Vrijwel Altijd	0,59	0,49	0,62	0,49	0,47	0,50
Regelmatig / Soms	0,25	0,43	0,24	0,43	0,26	0,44
Vrijwel Nooit	0,16	0,37	0,14	0,34	0,27	0,44
Frequentie tussendeur & ramen open (stookseizoen)						
Vrijwel Altijd	0,04	0,21	0,04	0,19	0,06	0,24
Regelmatig / Soms	0,32	0,47	0,32	0,47	0,31	0,46
Vrijwel Nooit	0,64	0,48	0,64	0,48	0,63	0,48
Frequentie ventilatie woonkamer (stookseizoen)						
Vrijwel Altijd	0,07	0,26	0,07	0,26	0,07	0,26
Regelmatig / Soms	0,33	0,47	0,34	0,47	0,30	0,46
Vrijwel Nooit	0,60	0,49	0,59	0,49	0,63	0,48
N	2.988		2288		700	

Figuur 4.2 toont de relatie tussen enerzijds het gasverbruik en de samenstelling van het huishouden en anderzijds het energielabel en bouwjaar. Een toename in het gasverbruik wordt geconstateerd bij een toename van het aantal personen in het huishouden, namelijk een grotere huishoudsamenstelling. Eveneens blijkt dat de bouwjaar van de woning correleert met de energetische prestatie, waarbij oudere woningen energetisch slechter presteren dan nieuw gebouwde woningen. Circa 99% van de woningen gebouwd in en na 1996 heeft een groen energielabel.



Figuur 4.2: Relatie gasverbruik vs. huishoudsamenstelling en energielabels vs. bouwjaar

Verschillen in de energieconsumptie van huurders en kopers worden aangetoond in figuur 4.3. Uit de figuur blijkt dat kopers meer energie verbruiken dan huishoudens woonachtig in een sociale- of particuliere huurwoning. Een verklaring voor het verschil is dat huurders over het algemeen in kleinere woningen wonen dan kopers. Eveneens blijkt dat huishoudens die energiezuiniggedrag belangrijk vinden gemiddeld minder energie verbruiken dan huishoudens die energiezuiniggedrag niet belangrijk vinden.



Figuur 4.3: Relatie gasverbruik vs. type eigendom/hoe belangrijk energiezuinig gedrag

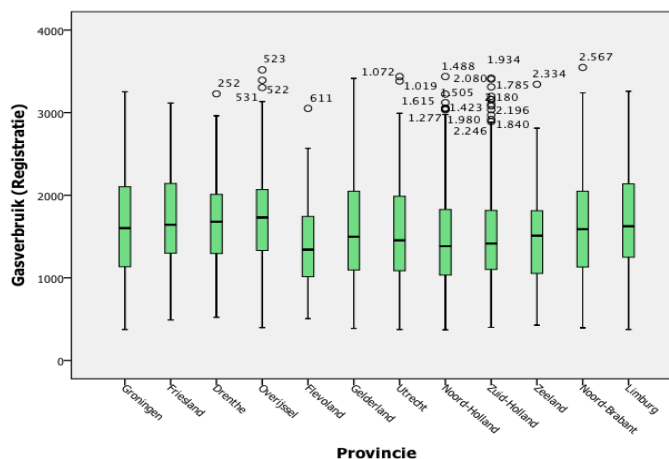
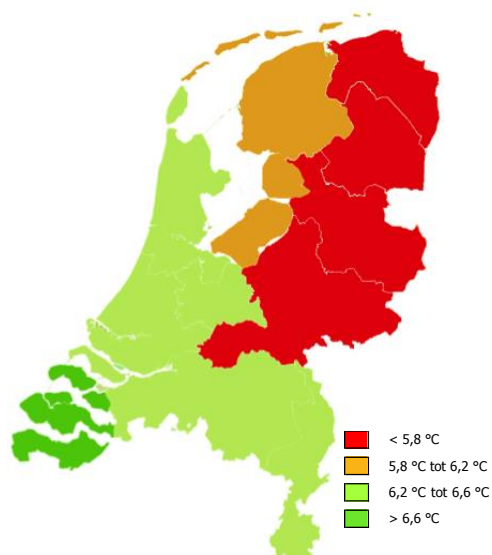
In de gesplitste steekproef naar type woning is een opvallend verschil het gemiddelde gasverbruik, namelijk 1.698,4 m³ gas van huishoudens woonachtig in eengezinswoningen ten opzichte van 1.194,4 m³ gas van huishoudens woonachtig in meergezinswoningen. Een verklaring die hieraan ten grondslag ligt is de gemiddelde oppervlakte van de type woningen, respectievelijk 119,8 m² en 85 m². Tevens wonen kleinere huishoudens in meergezinswoningen, 2,4 personen ten opzichte van 1,6 personen. Eveneens opvallend is de eigendomsverhouding, waarbij circa 67% van de eengezinswoningen gekocht zijn en circa 37% van de meergezinswoningen een koopwoning betreft. De resterende variabelen vertonen geen noemenswaardige verschillen in de gesplitste steekproef naar type woning.

4.1.3 Multicollineariteit

In bijlage III van het onderzoek is een correlatiematrix weergegeven. De matrix geeft de relatie van de variabelen onderling weer. Om multicollineariteit te voorkomen zijn de relaties geanalyseerd in de totale steekproef (netto steekproef) en de opgesplitste steekproeven naar type woning. Uit de analyse blijken de variabelen 'Sociale Huur' versus 'Particuliere Huur', 'Aantal personen' versus 'Type huishouden', de variabelen van 'Temperatuurinstelling bij aanwezigheid', de variabelen van 'Frequentie tussendeur & ramen open' en de variabelen van 'Frequentie ventilatie woonkamer' in alle drie de matrixen collineair (correlatie > (+/-) 0,6). De hoog correlerende waarden zijn niet gewenst, omdat zij een groot deel van dezelfde variantie verklaren in de afhankelijke variabele. De variabele 'Sociale huur' en 'Particuliere huur' zijn samengevoegd tot 'Huur'. De variabele 'Aantal personen' wordt niet meegenomen in de regressie-analyse. De overige variabelen zijn middels de 'Factoranalyse' geanalyseerd op onderlinge relaties, zie paragraaf 4.2.

4.1.4 Weereffecten

Het weer heeft een effect op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Een strenge winter leidt immers tot een toename in het energieverbruik. Om deze reden wordt in de regressie-analyse gecontroleerd op weereffecten, waarbij de provinciale variatie van het weer in het stookseizoen (oktober tot en met april) in de analyse als dummy variabelen is opgenomen. Figuur 4.4 kenmerkt de gemiddelde temperaturen in de periode januari tot en met april 2012 en in de periode oktober tot en met december 2012. De gegevens zijn verkregen via het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Uit de figuur blijkt dat het in het Noordoosten van het land gemiddeld een graad kouder is in het stookseizoen dan in het Zuidwesten. Tevens is in figuur 4.4 het gemiddelde gasverbruik per provincie weergegeven. Uit de figuur blijkt dat het gasverbruik varieert per provincie, wat mogelijk wordt verklaard door de weereffecten.



Figuur 4.4: Weereffecten stookseizoenen en relatie gasverbruik vs. provincie

4.2 Factoranalyse

De factoranalyse heeft tot doel het identificeren van structuren of relaties in een groot aantal variabelen, het identificeren van representatieve factoren en datareductie door het creëren van een nieuwe set van variabelen (Hair *et al.*, 2009). De factoranalyse betreft meer een conceptueel proces dan statistisch proces. Gezien het groot aantal variabelen die de energieconsumptie verklaren en de opgetreden multicollineariteit is getracht representatieve factoren te identificeren en datareductie mogelijk te maken. De correlatiematrix toont aan dat de variabelen van 'Isolatiegraad', de variabelen van 'Temperatuurinstelling bij aanwezigheid', de variabele 'Temperatuurinstelling bij afwezigheid', de variabelen van 'Frequentie sluiten gordijnen', de variabelen van 'Frequentie tussendeur & ramen open' en de variabelen van 'Frequentie ventilatie woonkamer' statistisch significant zijn op niveau 0,01 en zijn om deze reden opgenomen in de factoranalyse. De Barlett test of Sphericity is statistisch significant en toont tevens aan dat correlaties aanwezig zijn in de variabelen. De MSA (Measure of Sampling Adequacy) kwantificeert de mate van correlaties op een schaal van 0 tot 1, waarbij de MSA waarde van 0,778 aantoont dat de variabelen een acceptabel niveau hebben om de factoranalyse uit te voeren (zie bijlage IV: Factoranalyse).

Tabel 4.3 geeft de variabelen weer die zijn ondergebracht in drie factoren, namelijk 'Factor I: Temperatuurinstelling', 'Factor II: Isolatiegraad' en 'Factor III: Ventilatie'. De overige variabelen kunnen niet ondergebracht worden in representatieve factoren.

Tabel 4.3: Factoranalyse

Variabelen:	Factoren:		
	Factor I: Temperatuur instelling	Factor II: Isolatiegraad	Factor III: Ventilatie
Isolatiegraad Dak		0,725	
Isolatiegraad Vloer		0,754	
Isolatiegraad Glas		0,519	
Isolatiegraad Gevel		0,768	
Aanw. Temperatuurinst. Ochtend	0,789		
Aanw. Temperatuurinst. Overdag	0,847		
Aanw. Temperatuurinst. Namiddag	0,881		
Aanw. Temperatuurinst. 's avonds	0,76		
Aanw. Temperatuurinst. 's nachts	0,756		
Ventilatie woonkamer (stookseizoen)			0,825
Ventilatie middels ramen/deuren (stookseizoen)			0,825

*Rotatie Methode: Oblimin met Kaiser Normalization.

*Factorladingen <0,4 zijn onderdrukt

In totaal verklaren de drie factoren 60,1% van de variantie. Het aantal factoren is bepaald aan de hand van de 'latent root' en 'scree test' criteria, waarbij eigenwaardes > 1 significant zijn (zie bijlage IV: Factoranalyse). Eveneens is de rotatie methode 'oblique' toegepast, om een simpelere en theoretisch meer belangrijke factoroplossing te verkrijgen (Hair *et al.*, 2009). Als laatste zijn factor scores berekend met als doel de factoren mee te nemen in de regressie-analyse.

4.3 Methodologie

Om de relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens te onderzoeken, is de volgende regressievergelijking opgesteld:

$$(4) \quad y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma_p p_p + \varepsilon$$

waarbij:

Y = afhankelijke variabele, geregistreerde gasconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt (SQRT)

α = constante

β_1 = parameter energielabel

x_1 = onafhankelijke variabele, het energielabel

β_2 = parameters controle variabelen

x_2 = controle variabelen, gebouwkenmerken, huishoudkenmerken en het energiegeluid

$\gamma_p p_p$ = controle variabelen voor provinciale weereffecten, dummy variabele met een waarde van 1 indien de woning ligt in provincie p , en anders 0

$\varepsilon \sim i. d. d. N(\mu, \sigma_\varepsilon^2)$, waarin μ het gemiddelde, σ_ε^2 de variantie, *i. d. d.* de onafhankelijkheid van de residuen (homoscedasticiteit) en N de normale verdeling van de residuen.

In bijlage V zijn de veronderstellingen $\varepsilon \sim i. d. d. N(\mu, \sigma_\varepsilon^2)$ getoetst aan de hand van een histogram, P-P plot en spreidingsdiagram.

De Chow-test toetst structurele verschillen tussen twee groepen (Chow, 1960). In voorliggend studie worden structurele verschillen in de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen getoetst. De volgende vergelijking is opgesteld:

$$(5) \quad F = \frac{R \text{ Residuen SS} - U \text{ Residuen SS} / (2k - k)}{U \text{ Residuen SS} / (n - 2k)}$$

waarbij:

R Residuen SS = som van de gekwadrateerde residuen van het model met beperkingen (pooled)

U Residuen SS = som van de gekwadrateerde residuen van het model zonder beperkingen, eengezins- en meergezinswoningen

k = aantal parameters inclusief constante

n = aantal observaties

4.4 Resultaten

In tabel 4.4 zijn de resultaten van de meervoudige lineaire regressie weergegeven en is nagegaan in welke mate de verschillende determinanten de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse

woningmarkt verklaren. In totaal zijn elf modellen opgesteld, waarvan zeven van de gehele steekproef en vier modellen gesplitst naar type woning.

In modellen 1 tot en met 3 zijn alle determinanten als combinatie ingevoerd om een totaal- en voorkeursmodel te schatten, waarbij is nagegaan welk deel van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt wordt verklaard door de determinanten. De modellen 4 tot en met 7 verklaren het energielabel, de gebouwkenmerken, de huishoudkenmerken en het energieverbruik onafhankelijk van elkaar met als doel de resultaten te vergelijken met bevindingen uit eerdere studies en de statistische hypothesen aan te nemen oftewel te verwerpen. Modellen 8 tot en met 11 geven de resultaten van de gesplitste steekproeven naar type woning weer. De uitkomst van de Chow-test is statistisch significant op niveau 0,01¹. Hiermee wordt H_{0E} verworpen en H_{1E} aangenomen, er zijn structurele verschillen in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Allereerst zijn in de regressie-analyse van modellen 8 en 10 alle determinanten ingevoerd, waarbij vervolgens de analyse in modellen 9 en 11 is uitgevoerd met de determinanten die een significant effect hebben op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt

In tabel 4.4 is de volgende informatie weergegeven. De kolommen van het model geven de gestandaardiseerde regressiecoëfficiënten (bèta-coëfficiënten), de t-waarden en het significantieniveau weer. Er is expliciet gekozen voor de gestandaardiseerde regressiecoëfficiënten, omdat ze onafhankelijk zijn van de meeteenheid en direct met elkaar te vergelijken te zijn. Eveneens zijn de referentiegroepen van de dummy variabelen weergegeven en onderaan het aantal observaties, provinciale weereffecten, de verklaarde variantie (R-squared) en de verklaarde variantie gecorrigeerd naar het aantal observaties en parameters (Adjusted R²).

Model 1 tot en met 3: het totaal- en voorkeursmodel

In de modellen 1 tot en met 3 zijn alle determinanten in de regressie-analyse opgenomen, met als doel een totaal- en voorkeursmodel te schatten. Allereerst is in model 1 het totaalmodel geschat. De determinanten verklaren tezamen 45,1% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In het model treedt enige mate van multicollineariteit op tussen het energielabel en de gebouwkenmerken. De tolerantie- en VIF (Variation Inflation Factors) waarden tonen aan dat het energielabel en de gebouwkenmerken dezelfde variantie verklaren in het gasverbruik (VIF > 5). Een verklaring is dat het energielabel wordt berekend aan de hand van gebouwkenmerken, zoals het type woning, bouwjaar, oppervlakte van de woning, bouwkundige eigenschappen en installaties in de woning. Hair *et al.* (2009) beschrijven dat multicollineariteit invloed heeft op de voorspellende- en verklarende kracht van het regressie-model. Allereerst neemt naarmate multicollineariteit toeneemt de verklaarde variantie af (voorspelling) en een hoge mate van multicollineariteit kan resulteren in onjuist geschatte regressiecoëfficiënten (verklaring).

Om multicollineariteit tegen te gaan zijn in model 2 alle determinanten behalve het energielabel opgenomen in de regressie-analyse. In totaal verklaren de determinanten 43,1% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Vervolgens zijn in model 3 alle determinanten behalve de gebouwkenmerken opgenomen in de regressie-analyse. De determinanten verklaren 30,4% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

Model 4: het energielabel

Uit de analyse blijkt een lineair effect op te treden in de labels A tot en met F en blijkt dat huishoudens woonachtig in een woning met het B-label 6%, het C-label 13%, het D-label 23%, het E-

¹ F-waarde volgens vergelijking 2: 2,81. F-waarde volgens F-distributie met $p=0,01$ met 27 parameters en circa 3.000 observaties ligt tussen de 1,7158 en 1,4953, H_{0E} is verworpen.

label 30% en het F-label 36% meer gas verbruiken ten opzichte van huishoudens woonachtig in een woning met het A-label. Huishoudens woonachtig in een woning met het G-label verbruiken 26% meer gas ten opzichte van huishoudens woonachtig in een woning met het A-label. Opvallend is de voorspeller van het G-label, die aantoont dat huishoudens woonachtig in een G-label minder gas verbruiken dan huishoudens woonachtig in een woning met het label E of F. Een mogelijke verklaring is het energiegedrag van bewoners woonachtig in woningen met een G-label. Tevens is een mogelijke verklaring dat verkeerde aannamen gemaakt zijn bij de berekening van de EI. Eveneens blijkt dat het percentage huishoudens woonachtig in een woning met het G-label 5% van de steekproef bedraagt. Hierdoor is het mogelijk dat de verklarende kracht teniet wordt gedaan. Uit de analyse van Majcen *et al.* (2013) blijkt dat het werkelijke- en theoretische gasverbruik van de G-label hoger is dan de overige labels. Een verklaring voor het resultaat is niet eenduidig.

Het energielabel verklaart 12,4% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. De typen labels toetsen allen statistisch significant, waarbij het B-label op niveau 0,1 en de overige labels op niveau 0,01. Hiermee wordt H_{0A} verworpen en H_{1A} aangenomen, er is een relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

~~H_{0A} : Er is geen relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.~~

H_{1A} : Er is een relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

Model 5: de gebouwkarakteristieken

Uit de analyse blijkt dat de tussen-, hoek-, twee-onder-een-kap- en vrijstaande woning, in vergelijking tot de etagewoning, een significant effect heeft op de energieconsumptie. Zo verbruikt een tussenwoning 9%, de hoekwoning 18%, de twee-onder-een-kap woning 21% en de vrijstaande woning 24% meer gas ten opzichte van de etagewoning. Diverse redenen liggen hieraan ten grondslag. Een eerste verklaring ligt in de grootte van de woning, waarbij de type woningen zich naar kenmerken. Uit de analyse blijkt de grootte van een woning de dominante voorspeller is in de energieconsumptie. De bevinding is overeenkomstig met bevindingen uit het onderzoek van Guerra Santin (2010). Ten tweede neemt bij toename van de grootte van de woning de som van de oppervlakten aan uitwendige scheidingsconstructies toe, wat leidt tot warmteverlies en daarbij meer gasverbruik. Het bouwjaar toont eveneens een significant effect op de energieconsumptie. Woningen gebouwd voor 1996 verbruiken significant meer gas ten opzichte van woningen gebouwd in en na het jaar 1996. Woningen gebouwd in de periode 1931-1980 verbruiken circa tussen de 22 en 25% meer gas ten opzichte van woningen gebouwd na 1996. Woningen gebouwd in de periode 1981-1995 verbruiken 15% meer gas ten opzichte van woningen gebouwd na 1996. De afname in het verbruik in de periode 1981-1998 wordt verklaard door de oliecrisis in de jaren '70, waardoor energie-efficiëntie in de gebouwde omgeving meer aandacht kreeg. Tevens is de werking van de ingevoerde EPC in het jaar 1995 duidelijk in de resultaten kenbaar. De resultaten komen overeen met bevindingen uit het onderzoek van Brounen *et al.* (2012). Het aantal kamers is een significant voorspeller van de energieconsumptie. Bij toevoeging van één kamer in een woning neemt het gasverbruik met 10% toe. Het resultaat komt overeen met bevindingen uit bestudeerde literatuur (Sardianou, 2008). De aanwezigheid van een bad toetst niet statistisch significant in de regressie-analyse. Vanuit praktische significantie is te concluderen dat de aanwezigheid van een bad leidt tot een toename in het energieverbruik, respectievelijk met 2%.

De voorspellers van de thermische- en kwaliteitskenmerken zijn allen significant in de verklaring van de energieconsumptie. Uit de analyse blijkt de VR Ketel 9% meer gas te verbruiken dan de HR Ketel. Een verklaring die hieraan ten grondslag ligt is het rendement van de ketel, waarbij de VR Ketel (Verbeterd Rendement) minder gas omzet in nuttige warmte ten opzichte van de HR Ketel (Hoog Rendement). Huishoudens met een handmatige thermostaat consumeren 5% minder gas ten opzichte van huishoudens met een programmeerbare thermostaat. Het resultaat is overeenkomstig met eerdere studies (Lutzenhiser, 1992; Shipworth *et al.*, 2010). De isolatiekwaliteit van de woning blijkt tevens een dominante voorspeller in de energieconsumptie. Naarmate de isolatiekwaliteit van de dak, vloer, glas en gevel toenemen, neemt het verbruik van gas af. Tevens blijkt uit de analyse dat naarmate de onderhoudsconditie van de woning verslechtert, het gasverbruik significant toeneemt. De bevindingen komen overeen met bevindingen uit Brounen *et al.*, (2012).

In de steekproef wordt 39,3% van de variantie verklaard door de gebouwkenmerken. Het percentage komt deels overeen met bevindingen uit het onderzoek van Guerra Santin (2010), waarin 43% van de variantie wordt verklaard door de determinanten. Alle ingevoerde determinanten, behalve de aanwezigheid van een bad, zijn statistisch significant op niveau 0,01. Hiermee wordt H_{0B} verworpen en H_{1B} aangenomen, er is een relatie tussen de gebouwkenmerken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

~~H_{0B} : Er is geen relatie tussen de bouwkenmerken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.~~

H_{1B} : Er is een relatie tussen de gebouwkenmerken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

Model 6: de huishoudkenmerken

Leeftijd is een significante dominante voorspeller in de energieconsumptie. Naarmate de leeftijd van het huishouden toeneemt, neemt het gasverbruik toe. Het effect correleert met de life cycle theorie en is consistent met bevindingen uit bestudeerde literatuur (Linden *et al.*, 2006; Brounen *et al.*, 2012). Significante voorspellers zijn geconstateerd in de type huishouden. Uit de analyse blijkt bij toevoeging van één persoon in het huishouden het gasverbruik toe te nemen met 12%. Indien kind(eren) worden toegevoegd neemt het verbruik met 23% toe ten opzichte van een eenpersoonshuishouden. Eenoudergezinnen met kinderen verbruiken 14% meer gas ten opzichte van eenpersoonshuishoudens. Schaalvoordelen zijn niet geconstateerd zoals in Brounen *et al.* (2012), maar uit de analyse blijkt dat de voorspellers geen lineaire relatie vertonen. Huurders consumeren minder gas ten opzichte van kopers, namelijk 18%. Een verklaring die hieraan ten grondslag ligt is dat huurders in relatief kleinere woningen wonen dan kopers (CBS Statline, 2013). Tevens zijn zij vaker woonachtig in een meergezinswoning in vergelijking tot kopers, die vaker woonachtig zijn in eengezinswoningen. Uit de Chow-test blijkt dat er een significant verschil is in de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in de type woningen. Het resultaat is consistent met bevindingen uit Sardanou (2008). Het inkomen heeft een significant effect op de energieconsumptie, naarmate het inkomen stijgt, stijgt het gasverbruik. Eveneens correleert het effect met de life cycle theorie en is in overeenstemming met bevindingen uit Vringer (2005) en Abrahamse (2007).

In totaal verklaren de huishoudkenmerken 11,4% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in de Nederlandse woningmarkt. Het percentage komt deels overeen met bevindingen uit het onderzoek van Guerra Santin (2010) en Min. Vrom (2010), waarin circa tussen de 4 en 11% van de variantie wordt verklaard door de huishoudkenmerken. Alle ingevoerde determinanten zijn statistisch significant op niveau 0,0. Hiermee wordt H_{0C} verworpen en H_{1C}

Tabel 4.4: Resultaten meervoudige lineaire regressie

Model	Totaal							Eengezinswoning		Meergezinswoning	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Constate	34,72 (0,64)***	-1,87 (2,58)	20,99 (3,51)***	37,35 (1,03)***	-11,11 (3,64)***	1,82 (3,33)	-12,64 (3,67)***	-11,41 (4,26)***	10,06 (6,85)	22,63 -11,02 (8,11) (1,83)***	
Energielabel:											
A	-	-	-	-	-	-	-			-	-
B	0,04 (1,99)		0,07 (2,46)**	0,06 (1,85)*				0,03 (0,80)	0,07 (1,13)	0,03 (0,56)	0,06 (0,98)
C	0,07 (1,99)**		0,19 (5,56)***	0,13 (3,38)***				0,07 (1,50)	0,18 (2,69)***	0,05 (0,69)	0,16 (2,45)**
D	0,13 (3,56)***		0,31 (9,44)***	0,23 (6,43)***				0,15 (3,19)***	0,28 (4,64)***	0,06 (0,92)	0,26 (4,44)***
E	0,17 (4,81)***		0,37 (12,19)***	0,30 (9,11)***				0,19 (4,20)***	0,36 (6,50)***	0,11 (1,57)	0,35 (6,45)***
F	0,19 (6,11)***		0,41 (15,12)***	0,36 (11,96)***				0,23 (5,45)***	0,36 (7,35)***	0,13 (2,19)**	0,35 (7,32)***
G	0,16 (6,14)***		0,31 (14,19)***	0,26 (10,62)***				0,17 (5,49)***	0,36 (7,46)***	0,12 (1,97)**	0,35 (7,32)***
Gebouwkarakteristieken:											
Type woning:										n.v.t.	n.v.t.
Vrijstaande woning	0,22 (10,84)***	0,23 (11,27)***			0,24 (11,68)***			0,20 (9,68)***		-	-
Twee-onder-een-kap woning	0,18 (8,91)***	0,19 (9,35)***			0,21 (9,77)***			0,15 (7,33)***		-	-
Hoekwoning	0,16 (8,66)***	0,18 (9,27)***			0,18 (9,26)***			0,13 (7,31)***		-	-
Tussenwoning	0,07 (3,45)***	0,08 (3,65)***			0,09 (4,05)***			-	-	-	-
Etagewoning (meergezinswoning)	-	-	-	-	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	-	-
Bouwjaar:											
<= 1930	0,14 (6,15)***	0,20 (9,49)***			0,18 (8,36)***			0,12 (4,10)***		0,26 (4,92)***	
1931-1959	0,17 (6,78)***	0,23 (10,40)***			0,22 (9,68)***			0,18 (5,51)***		0,19 (3,24)***	
1960-1980	0,21 (7,51)***	0,27 (11,72)***			0,25 (10,84)***			0,21 (5,68)***		0,22 (4,15)***	
1981-1995	0,14 (5,88)***	0,16 (7,97)***			0,15 (7,47)***			0,13 (4,24)***		0,18 (3,78)***	
1996+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oppervlakte woning (log)	0,21 (9,70)***	0,21 (9,49)***			0,25 (11,51)***			0,22 (9,34)***		0,14 (3,06)***	
Aantal kamers	0,08 (4,11)***	0,08 (4,27)***			0,10 (5,08)***			0,05 (2,58)***		0,14 (3,29)***	
Bad aanwezig	0,02 (0,99)	0,02 (1,24)			0,02 (1,09)			0,02 (1,42)		-0,03 (-0,85)	

Tabel 4.4: Resultaten meervoudige lineaire regressie (vervolg)

<u>Thermische- en kwaliteitskenmerken:</u>											
Type Ruimteverwarming:											
VR Ketel	0,05 (3,41)***	0,09 (6,09)***			0,09 (5,85)***			0,037 (2,02)**	0,11 (2,90)***		
HR Ketel	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Type thermostaat:											
Programmeerbare thermostaat	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Handmatige thermostaat	-0,03 (-1,89)*	-0,03 (-1,93)*			-0,05 (-3,52)***			-0,04 (-2,06)**	0,01 (0,34)		
Isolatiekwaliteit (Factor Score)	-0,08 (-3,48)***	-0,19 (-10,14)***			-0,18 (-9,34)***			-0,09 (-3,02)***	-0,10 (-1,77)*		
Conditie score	0,03 (1,71)*	0,04 (2,46)**			0,04 (2,67)***			0,01 (0,56)	0,08 (2,08)**		
Huishoudkarakteristieken:											
Leeftijd	0,11 (6,76)***	0,11 (6,66)***	0,19 (10,44)***		0,18 (8,99)***			0,11 (5,29)***	0,17 (4,44)***	0,17 (4,27)***	0,16 (4,19)***
Type huishouden:											
Eenpersoonshuishouden											
Paar	0,03 (1,54)	0,03 (1,36)	0,10 (5,12)***		0,12 (5,13)***			0,04 (1,87)*	0,04 (0,88)	0,01 (0,08)	0,07 (2,03)**
Paar + kinderen	0,10 (4,67)***	0,10 (4,69)***	0,22 (9,56)***		0,23 (9,25)***			0,11 (4,12)***	0,14 (3,69)***	0,08 (2,34)**	0,16 (4,61)***
1 oudergezin + kind(eren)	0,08 (5,24)***	0,08 (5,22)***	0,13 (7,68)***		0,14 (7,62)***			0,09 (4,96)***	0,08 (2,31)**	0,06 (1,89)*	0,09 (2,21)**
Type eigendom:											
Koop											
Huur	-0,01 (-0,49)	-0,02 (-0,91)	-0,15 (-8,75)***		-0,18 (-9,43)***			-0,03 (-1,46)		0,01 (0,24)	
Inkomen (log)	0,07 (3,42)***	0,06 (3,34)***	0,16 (7,73)***		0,08 (3,50)***			0,07 (3,10)***	0,08 (1,95)*	0,07	(1,52)
Energiegedrag:											
Hoe belangrijk energiezuiniggedrag?	-0,05 (-3,44)***	-0,05 (-3,5)***	-0,04 (-2,60)***		-0,05 (-2,58)***			-0,06 (-3,21)***	-0,06 (-1,64)	-0,06 (-1,81)*	-0,06 (-1,78)*
<u>Investeringsgedrag:</u>											
Afgelopen vijf jaar energiebesparende maatregelen gedaan?	0,03 (1,88)*	0,03 (1,85)*	0,04 (2,54)**		0,06 (3,34)***			0,03 (1,99)**	0,02 (0,56)	0,01 (0,40)***	

Tabel 4.4: Resultaten meervoudige lineaire regressie (vervolg)

<u>Gebruiksgedrag:</u>											
Temperatuurinstelling bij aanwezigheid (Factor Score)	0,07 (4,43)***	0,08 (4,78)***	0,04 (2,12)**				0,05 (2,20)**	0,07 (3,12)***	0,12 (3,05)**	0,14 (3,85)***	0,11 (2,91)***
Temperatuurinstelling bij afwezigheid	0,06 (3,75)***	0,03 (1,40)	0,09 (4,85)***				0,10 (4,59)***	0,06 (2,73)***	0,10 (2,45)**	0,09 (2,34)**	0,11 (2,81)***
Frequentie sluiten gordijnen:											
Vrijwel Altijd	-0,01 (-0,54)	-0,01 (-0,45)	0,03 (1,30)				0,05 (2,17)**	-0,02 (-0,77)		0,01 (0,09)	
Regelmatig/Soms	-0,01 (-0,57)	-0,01 (-0,42)	0,01 (0,47)				0,03 (1,13)	-0,01 (-0,35)		-0,04 (-0,93)	
Vrijwel Nooit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventilatie (Factor Score)	-0,05 (-3,46)***	-0,05 (-3,44)***	-0,03 (-2,23)**				-0,05 (-2,55)**	-0,06 (-3,68)***		-0,02 (-0,79)	
N	2988	2988	2988	2988	2988	2988	2988	2288	2288	700	700
Provincie Weereffecten	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N
R-squared	0,45	0,44	0,31	0,13	0,40	0,11	0,05	0,38	0,24	0,36	0,24
Adjusted R2	0,44	0,43	0,30	0,12	0,39	0,11	0,05	0,37	0,23	0,32	0,22

a. Afhankelijke variabele: Gasverbruik (SQRT)

b. Referentiegroepen zijn aangeduid met -, namelijk Energielabel A, Etagewoning, 1996+, HR Ketel, Programmeerbare Thermostaat, Eenpersoonhuishouden, Koop en Vrijwel Nooit (gordijnen)

c. Significatieniveau 0,10, 0,05 en 0,01 zijn aangeduid met *, ** en ***.

d. Factor Score ventilatie is opgebouwd uit 1. de ventilatie van de woonkamer middels de tussendeur en ramen en 2. de ventilatie van de woning middels ramen

aangenomen, er is een relatie tussen de huishoudkarakteristieken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

~~H_{0c} : Er is geen relatie tussen de huishoudkarakteristieken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.~~

H_{1c} : Er is een relatie tussen de huishoudkarakteristieken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt

Model 7: het energiegedrag

Huishoudens die energiezuiniggedrag belangrijk vinden verbruiken 5% minder gas ten opzichte van huishoudens die energiezuiniggedrag niet belangrijk vinden. Het resultaat komt overeen met bevindingen uit het onderzoek van Vringer & Blok (2007), die aantonen dat huishoudens die minder gemotiveerd zijn om energie te besparen 4% meer energie consumeren. Huishoudens die in de afgelopen vijf jaar energiebesparende maatregelen hebben gedaan consumeren 6% meer gas ten opzichte van huishoudens die geen energiebesparende maatregelen hebben gedaan. Een verklaring is dat de huishoudens voornamelijk woonachtig zijn in woningen gebouwd in de periode 1960-1995. Hoe wel de maatregelen hebben geleid tot een relatieve afname in het gasverbruik, verbruiken zij na het nemen van de maatregelen meer energie ten opzichte van huishoudens die geen energiebesparende maatregelen hebben gedaan.

De temperatuurinstelling bij aanwezigheid heeft een significant effect op de energieconsumptie. Een toename van één graden Celsius bij aanwezigheid leidt tot 5% meer gasverbruik. De temperatuurinstelling bij afwezigheid is een dominante voorspeller in de energieconsumptie. Eveneens leidt een toename van één graden Celsius tot 10% meer gasverbruik. De bevindingen zijn in overeenstemming met bevindingen uit bestudeerde literatuur (Van Raaij & Verhallen, 1983; Guerra Santin, 2010). Huishoudens die vrijwel altijd de gordijnen sluiten in het stookseizoen consumeren 5% meer gas ten opzichte van huishoudens die vrijwel nooit de gordijnen sluiten. Een verklaring voor de voorspeller is niet duidelijk. Het sluiten van de gordijnen leidt namelijk tot een verbeterde transmissie van de warmte in de woning. Tevens draagt het sluiten van de gordijnen bij aan minder warmteverlies. Het effect betreft een statistische fout.

Huishoudens die vrijwel nooit de woning ventileren middels het openen van de tussendeur en ramen in het stookseizoen consumeren minder gas ten opzichte van huishoudens die de woning ventileren in het stookseizoen, namelijk 5%. Hoe wel het leidt tot minder gasverbruik, leidt het ventileren van de woning tot aanvoer van frisse lucht en de afvoer van vieze lucht. In het kader van de gezondheid van huishoudens is het belangrijk om te ventileren. Het resultaat is consistent met bevindingen uit Van Raaij & Verhallen (1983).

De opgenomen gedragsdeterminanten verklaren 4,8% van de variantie in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. De verklaarde variantie is niet in overeenstemming met bevindingen uit Van Raaij & Verhallen (1983) en Guerra Santin (2010). Een verklaring is dat minder karakteristieken in de regressie-analyse zijn opgenomen ten opzichte van eerdergenoemde studies. Alle ingevoerde gedragsdeterminanten, behalve de frequentie van het sluiten van de gordijnen, zijn statistisch significant op niveau 0,05 of 0,01. Hiermee wordt H_{0D} verworpen en H_{1D} aangenomen, er is een relatie tussen het energiegedrag en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

~~H_{0D} : Er is geen relatie tussen het energiegedrag en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.~~

H_{1D} : Er is een relatie tussen het energiegelag en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt.

Model 8 & 9: Eengezinswoningen

Modellen 8 en 9 geven de resultaten weer van de gesplitste steekproef naar type woning, de eengezinswoningen. In het totaalmodel, model 8, wordt 36,9% van de variantie verklaard in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In model 9 zijn de gebouwkarakteristieken niet opgenomen in de regressie-analyse, vanwege multicollineariteit tussen het energielabel en de gebouwkarakteristieken. Eveneens zijn niet significante voorspellers uit model 8 niet opgenomen in model 9. In totaal wordt 22,5% van de variantie verklaard in de energieconsumptie.

Het energielabel B toetst niet significant in het model. Uit de analyse blijkt dat de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in woningen met energielabel E tot en met G redelijk gelijk is, respectievelijk tussen de 35,7 & 35,8%, in vergelijking tot huishoudens woonachtig in woningen met het A-label. Het inkomen is de dominante voorspeller in de huishoudkarakteristieken. Het type huishouden heeft een minder sterk effect op de energieconsumptie in eengezinswoningen. De resultaten geven een reikwijdte van tussen de 4 en 14% weer. Het inkomen is significant op niveau 0,1 en heeft een positief effect op de energieconsumptie. De temperatuurinstelling bij aan- en afwezigheid leidt tot een toename in het gasverbruik. De voorspeller is beduidend sterker dan in de totale steekproef. Het resultaat toont aan dat het gebruiksgedrag een sterke invloed heeft op de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezinswoningen.

Model 10 & 11: Meergezinswoningen

Modellen 10 en 11 geven de resultaten weer van de gesplitste steekproef naar type woning, de meergezinswoningen. In het totaalmodel, model 10, wordt 31,7% van de variantie verklaard in de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In model 11 zijn eveneens de gebouwkarakteristieken niet opgenomen in de regressie-analyse, vanwege multicollineariteit. In totaal wordt 22,4% van de variantie verklaard in de energieconsumptie.

De resultaten zijn overeenkomstig met de bevindingen uit de modellen 8 en 9. Er zijn geen noemenswaardige verschillen geconstateerd in de effecten en de richting van de voorspellers op de energieconsumptie tussen huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen.

4.5 Resultaten en hypothesen

Tabel 4.5 geeft een overzicht van de getoetste hypothesen en het resultaat weer. Uit de empirische analyse blijkt dat de vier geformuleerde hypothesen allen zijn verworpen.

Tabel 4.5: Overzicht getoetste hypothesen

	Omschrijving	Resultaat	Model
H_{0A}	Er is geen relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	4
H_{0B}	Er is geen relatie tussen de gebouwkarakteristieken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	5
H_{0C}	Er is geen relatie tussen de huishoudkarakteristieken en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	6
H_{0D}	Er is geen relatie tussen het energiegelag en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt	Verworpen	7

5. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

5.1 Conclusie

In voorliggend studie is onderzoek gedaan naar de relatie tussen het energielabel en energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Eveneens is onderzoek gedaan naar determinanten die de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt verklaren. De volgende vraagstelling is geformuleerd:

Wat is de voorspellende waarde van het energielabel op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt?

De Nederlandse woningmarkt kenmerkt zich met circa 7,2 miljoen woningen. Ongeveer 4 miljoen woningen hebben geen groen energielabel (energielabel D tot en met G) en zijn met minimaal vier labelstappen te verbeteren. Voorliggend studie toont aan dat de energetische prestatie van de woning, geclassificeerd middels het energielabel, een effect heeft op de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. In het gasverbruik is een lineair effect te kenmerken in de energielabels A tot en met F en verbruiken huishoudens woonachtig in het B-label 6%, het C-label 13%, het D-label 23%, het E-label 30%, het F-label 36% meer gas verbruiken ten opzichte van huishoudens woonachtig in een woning met het A-label. Huishoudens woonachtig in een G-label verbruiken 26% meer gas ten opzichte van huishoudens woonachtig in een A-label. Indien de energetische prestatie van een woning met een niet-groen energielabel wordt verbeterd naar energielabel A of B, levert dit een besparing op de gaskosten van tussen de 18 en 35% op. De gemiddelde gasrekening van Nederlandse huishoudens bedraagt € 1.200,- per jaar en het besparingspotentieel door een verbeterde efficiëntie van de energetische prestatie van de woning bedraagt gemiddeld tussen de € 216,- en € 420,- op jaarbasis.

De energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt wordt verklaard door drie determinanten, namelijk de gebouwkarakteristieken, de huishoudkarakteristieken en het energiegedrag. Tevens hebben weersomstandigheden een effect op de energieconsumptie, in een strenge winter is een huishouden geneigd meer gas te verbruiken voor ruimteverwarming.

De gebouwkarakteristieken, zoals het type woning, het bouwjaar, de oppervlakte, het aantal kamers, en thermische en kwaliteitskenmerken, hebben allen een significant effect op de energieconsumptie. De oppervlakte van de woning en de isolatiekwaliteit zijn hierbij de dominante voorspellers in de energieconsumptie. Hoe groter de woning, hoe meer gas wordt verbruikt en hoe beter de isolatiekwaliteit, hoe minder gas wordt verbruikt. De gebouwkarakteristieken verklaren tezamen 39,3% van de variantie in de energieconsumptie.

De huishoudkarakteristieken, zoals de leeftijd van het huishouden, de huishoudgrootte- en samenstelling, het type eigendom en het inkomen, hebben eveneens allen een significant effect op de energieconsumptie. Uit de resultaten blijkt dat naarmate de leeftijd en het inkomen toenemen, de energieconsumptie significant toeneemt. De huishoudgrootte- en samenstelling heeft een sterk effect op de energieconsumptie. Een paar + kinderen verbruikt ter voorbeeld 23% meer gas ten opzichte van een eenpersoonshuishouden. Eveneens blijkt dat huurders 18% minder gas verbruiken dan kopers.

Het energiegedrag bepaalt voor een belangrijk deel de energieconsumptie. Uit dit onderzoek blijkt dat huishoudens die energiezuiniggedrag belangrijk vinden, 5% minder gas verbruiken dan huishoudens die energiezuiniggedrag niet belangrijk vinden. Tevens blijkt dat de temperatuurinstelling een dominante voorspeller is van de energieconsumptie en dat een verhoogde temperatuurinstelling van een graden leidt tot 5 a 10% meer gasverbruik. In de toekomst gaat het energiegedrag een prominentere rol spelen in de verklaring van de energieconsumptie van huishoudens, omdat het effect

van de gebouwkarakteristieken op de energieconsumptie door vernieuwde regelgeving en innovaties verminderd wordt. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de EPC norm in 2020, waarbij ten doel is gesteld dat woningen vanaf dat jaar 'energie neutraal' gebouwd moeten worden. Diverse studies tonen aan dat energiegedragsverandering kan leiden tot een besparing van 8%, terwijl andere concluderen dat dit tussen de 20 en 25% bedraagt (Rigo Research, 2005; CE Delft, 2006).

In de studie zijn structurele verschillen getoetst tussen eengezins- en meergezinswoningen. De resultaten van de Chow-test tonen aan dat er structurele verschillen zijn in de energieconsumptie van huishoudens woonachtig in eengezins- en meergezinswoningen. Diverse verklaringen liggen hieraan ten grondslag. Allereerst is de gemiddelde woonoppervlakte van eengezinswoningen groter dan meergezinswoningen. Ten tweede wonen er relatief kleinere huishoudens in meergezinswoningen. Tevens is er bij meergezinswoningen minder warmteverlies, omdat de woningen aan elkaar gebonden zijn.

5.2 Aanbevelingen

Een eerste aanbeveling is gedaan in het kader van WoON Energie 2018 en de uitvoerende instantie 'de Rijksoverheid' om in het veldonderzoek meer gedragsvariabelen te meten die de energieconsumptie verklaren. Een beperking in voorliggend studie zijn het aantal opgenomen gedragsvariabelen in de regressie-analyse. In tegenstelling tot WoON Energie 2012, bevat WoON Energie 2006 meerdere en verschillende soorten gedragsvariabelen die het energiegedrag verklaren. De gedragsvariabelen die in WoON Energie 2006 zijn gemeten, zouden in WoON 2018 ook gemeten kunnen worden. Hierbij zou in een vervolgonderzoek de gedragsvariabelen voor zowel het gas- en elektriciteitsverbruik middels een regressie-analyse geanalyseerd kunnen worden met als doelstelling het effect van het energiegedrag op de energieconsumptie beter te voorspellen en te verklaren.

Een tweede aanbeveling voor vervolgonderzoek betreft een studie naar het effect van de energetische prestatie – het energielabel - op de woontevredenheid. Een dergelijk (positief) effect leidt ertoe dat een verbeterde energie-efficiëntie meerdere baten heeft, zoals het ecologisch effect, een verlaagde energierekening (Jarmo, 2013), een kapitalisatie in de woningwaarde (Brounen & Kok, 2011) en een eventueel hogere woontevredenheid. Het effect kan dienen als stimulans en bijkomend baat voor huishoudens die energiebesparende maatregelen in de woning willen doen.

Een derde aanbeveling voor vervolgonderzoek is het analyseren van het investeringsgedrag, waarbij de kosten centraal staan. Enerzijds is het interessant om middels een logistische regressie-analyse te analyseren welke determinanten het investeringsgedrag van huishoudens verklaren. Anderzijds hoe de investeringen zich verhouden ten opzichte van de resultaten uit voorliggend onderzoek en die van Brounen & Kok (2011). Door het investeringsgedrag te analyseren is het mogelijk effectief beleid te implementeren, eventueel gespecificeerd op bepaalde doelgroepen.

5.3 Reflectie

Tijdens het doen van het onderzoek en het schrijven van de masterthesis ben ik tegen een aantal belemmeringen opgelopen. Allereerst heb ik een lange oriëntatiefase doorlopen, waarbij ik het zeer lastig vond een geschikt afstudeeronderwerp te vinden waar enerzijds maar interesses liggen en anderzijds data beschikbaar is om een empirische analyse mogelijk te maken. Het uiteindelijke onderwerp blijkt een zeer actueel onderwerp te zijn. Het bereikte energieakkoord in augustus 2013 toont de belangstelling van energiebesparing in de gebouwde omgeving aan en daarbij krijgen alle woningeigenaren en huurders een indicatief energielabel in 2014 en 2015. Een onderzoek naar de voorspellende waarde van het energielabel is om eerdergenoemde redenen een juiste keuze geweest.

Daarnaast spreken de ecologische- en economische aspecten van het onderzoeksonderwerp mij zeer aan.

Tijdens het doen van het onderzoek heb ik gemerkt dat het van belang is de literatuur gedegen te bestuderen. Het ordenen en markeren van relevante literatuur zal leiden tot het effectiever beschrijven van het theoretisch kader. Opvallend is het aantal studies naar energiebesparing in de gebouwde omgeving, voornamelijk gedaan in de jaren '80 en de afgelopen tien jaar. Een verklaring is dat in de eerdergenoemde periodes de politieke- en maatschappelijke belangstelling over energiebesparing in de gebouwde omgeving leidde tot meer en vernieuwde inzichten. Met voorliggend studie heb ik getracht hier een bijdrage aan te leveren.

De beschikbaarheid van WoON Energie 2012 heeft ertoe geleid dat recent vrijgekomen data beschikbaar is en met de data is het mogelijk geweest de relatie tussen het energielabel en de energieconsumptie te analyseren. Tijdens het analyseren van de data viel op dat de beschikbaarheid van subjectieve variabelen, die het energiegedrag van huishoudens verklaren, beperkt is. Dit blijkt ook uit de verklaarde variantie, namelijk 4,8% van de opgenomen gedragsvariabelen verklaren de energieconsumptie van huishoudens in de Nederlandse woningmarkt. Graag had ik meer gedragsvariabelen in de regressie-analyse opgenomen om het energiegedrag beter te voorspellen en te verklaren.

6. LITERATUURLIJST

- Abrahamse, W. (2007). *Energy conservation through behavioral change: Examining the effectiveness of a tailor-made approach*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- AgentschapNL (2010). *Energiebesparing door gedragsverandering*. Geraadpleegd op 20-07-2013 via <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/cursusboek%20Gedragsverandering%20AgNL.pdf>. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
- AgentschapNL (2013a). *EPBD / Energielabel*. Geraadpleegd op 4-07-2013 via <http://www.agentschapnl.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/epbd--energielabel>. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- AgentschapNL (2013b). *Energielabel gebouwen*. Geraadpleegd op 9-07-2013 via <http://www.agentschapnl.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/epbd-energielabel/energielabel-gebouwen>. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- Ayers, I., Raseman, S. & Shih, A. (2009). *Evidence from two large field experiments that peer comparison feedback can reduce residential energy usage*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behaviour. *Organization Behavior and Human Decision Process*, 50, 179-211.
- Baarda, D.D. & Goede, M.P.M., de (2006). *Basisboek methoden en technieken. Handleiding voor het opzetten en uitvoeren van kwantitatief onderzoek*. 4^{de} editie. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Becker, L.J. (1978). Joint effect of feedback and goal setting on performance: A field study of residential energy conservation. *Journal of Applied Psychology*, 63(4), 428-433.
- Berben, J. & Oomen, R. (2013). Verschil tussen werkelijk en berekend energieverbruik. *VV+ Magazine*, 4, 210-213.
- Bouwbesluit (2013). *Artikel 5.2 Energieprestatiecoefficient*. Geraadpleegd op 2-09-2013 via <http://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet>.
- Branco, G., Lachal, B., Gallinelli, P. & Weber, W. (2004). Expected versus observed heat consumption of a low energy multifamily complex in Switzerland based on long-term experimental data. *Energy and Buildings*, 36, 543-555.
- Brounen, K. & Kok, N. (2011). On the economics of energy labels in the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(2), 166-179.
- Brounen, K., Kok, N. & Quigley, J.M. (2012). Residential energy use and conservation: economics and demographics. *European Economic Review*, 56, 931-945.
- Brounen, K., Kok, N. & Quigley, J.M. (2013). Energy literacy, awareness, and conservation behavior of residential households. *Energy Economics*, 38, 42-50.
- CBS (2012). *Monitor duurzaam Nederland 2011*. Hardinxveld-Giessendam: Tuijtel.

- CBS (2013). *Gas- en elektriciteitsverbruik per woning het laagst in stedelijke gebieden*. Geraadpleegd op 21-09-2013 via <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/bouwen-wonen/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-energieverbruik-woningtype-art.htm>. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CE Delft (2006). *Energiebesparingsgedrag. Verkenning t.b.v. Algemene Energie Raad*. Delft: CE Delft.
- Chow, G.C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, 28(3), 591-605.
- Diggelen, L. van (2009). *Het energielabel gelabeld*. Nijmegen: Radboud Universiteit Nijmegen.
- Eck, A. van (2008). *De 'willingness to pay' voor een energiezuinige nieuwbouw woning*. Delft: Technische Universiteit Delft.
- EU (2010). Richtlijn 2010/31/EU van het Europees Parlement en de Raad betreffende de energieprestatie van gebouwen, *Publicatieblad van de Europese Unie*, 19 mei 2010.
- Gardner, G.T. & Stern, P.C. (2002). *Environmental problems and human behaviour*. Boston: Pearson.
- Gorts, C.A. & Jonkers, R. (2000). *Verkenning determinanten van huishoudelijk energiegebruik in het bijzonder van huishoudelijke apparaten*. Haarlem: Rescon Research & Consultancy.
- Green, L.W. & Kreuter, M.W. (1991). *Health promotion planning: An educational and environmental approach*. 2^{de} editie. Londen: Mayfield Publishing Company.
- Green, S.L. (2002). *Rational choice theory: an overview*. Waco: Baylor University.
- Guerra Santin, O. (2010). *Actual energy consumption in dwellings. The effect of energy performance regulations and occupant behavior*. Delft: Delft University Press.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. & Anderson, R.E. (2010). *Multivariate Data Analysis, A Global Perspective*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Heijs, W. (1999). *Huishoudelijk energiegebruik: gewoontegedrag en interventiemogelijkheden*. Eindhoven: TU Eindhoven.
- Hens, H., Parijs, W. & Deurinck, M. (2010). Energy consumption for heating and rebound effects. *Energy and Buildings*, 42, 105-110.
- ISSO 82.1 (2011). *Handleiding energieprestatie advies woningen*. Rotterdam: Kennisinstituut voor de Installatiesector.
- Jackson, T. (2005). *Motivating sustainable consumption, a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change*. 1ste editie. London: Sustainable Development Research Network.
- Kahn, M. & Kok, N. (2012). *The value of green labels in the California housing market*. Los Angeles: University of California.
- Knippenberg, A.F.M. (2012). *Gedrag*. Nijmegen: Radboud Universiteit.

- Leth-Petersen, S. & Togeby, M. (2001). Demand for space heating in apartment blocks: measuring effect of policy measures aiming at reducing energy consumption. *Energy Economics*, 23, 387-403.
- Linden, A.L., Carlsson-Kanyama, A. & Eriksson, B. (2006). Efficient and inefficient aspects of residential energy behaviour: what are the policy instruments for change? *Energy Policy*, 34, 1918-1927.
- Lutzenhiser, L. (1992). A question of control – alternative patterns of roomairconditioner use. *Energy and Buildings*, 18, 193-200.
- Maggio, G. & Cacciola, G. (2012). When will oil, natural gas and coal peak? *Fuel*, 98, 111-123.
- Majcen, D., Itard, L.C.M. & Visscher, H.J. (2013). Energielabels en werkelijk energiegebruik. *TWV Magazine*, 1, 4-9.
- Martiskainen, M. (2007). *Affecting consumer behaviour on energy demand*. Brighton: University of Sussex.
- Min. BZK (2011). *Plan van Aanpak Energiebesparing Gebouwde Omgeving*. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
- Min. BZK (2013). *Cijfers over wonen en bouwen*. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
- Min. VROM (2010). *Energiegedrag in de woning. Aanknopingspunten voor de vermindering van het energiegebruik in de woningvoorraad*. Den Haag: Ministerie van VROM.
- NRC (2013). *Energieakkoord bereikt*. Geraadpleegd op 28-08-2013 via <http://www.nrc.nl/nieuws/2013/08/27/energieakkoord-bereikt-in-2020-16-procent-duurzame-energie/>. Amsterdam: NRC Media.
- PBL (2009). *Growing with limits. A report of the global assembly 2009 of the club of Rome*. Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Plateringen, L. van (2013). *Energielabel en woontevredenheid. Onderzoek naar het verband tussen de energiezuinigheid van de woning en de woontevredenheid van de huurder*. Eindhoven: Technische Universiteit van Eindhoven.
- Raaij, W.F. van & Verhallen, T.M.M. (1983). Patterns of residential energy behaviour. *Journal of Economic Psychology*, 3, 39-63.
- Reddy, A.K.N. (2000). *World Energy Assessment: Energy and the challenge of sustainability*. New York: UNDP.
- Reichhardt, A., Fuerst, F., Rottke, N. & Zietz, J. (2012). Sustainable building certification and the rent premium: a panel data approach. *Journal of Real Estate Research*, 34(1), 99-126.
- Rigo Research (2005). *Wonen en energie. Stook- en ventiliatiegedrag van huishoudens*. Amsterdam: Rigo Research B.V.
- Sande, M.A.W.M., van de (2011). Hoe creer je een bewuste bewoner? *TWV Magazine*, 4, 50-53.

Sardianou, E. (2008). Estimating space heating determinants: an analysis of Greek households. *Energy and Buildings*, 40, 1084-1093.

SER (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*. Den Haag: Sociaal Economische Raad.

Shipworth, M., Firth, S.K., Gentry, M.I., Wright, A.J., Shipworth D.T. & Lomas K.J. (2010). Central heating thermostat settings and timing: building demographics. *Building Research & Information*, 38, 50-69.

Simon, H. (1972). *Theories of Bounded Rationality*, Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

Sonderregger, R.C. (1998). Movers and stayers: the resident's contribution to variation across houses in energy consumption for space heating. *Energy and Buildings*, 1, 313-324.

Tigchelaar, C. (2011). *Do energy efficiency investments lead to lower household expenditure? Detailed analyses of the Dutch energy efficiency potential in 'real' households*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Uyterlinde, M.A. & Jeeninga, H. (2000). *Leefstijl en Huishoudelijk Energieverbruik. Een kwalitatief onderzoek naar de relatie tussen leefstijl en energieverbruik bij bewoners van energiezuinige woningen*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Veenstra, W. (2012). *De draagbaarheid van energielasten in beeld: de omvang van 'fuel poverty' in Nederland*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.

Vringer, C.R. (2005). *Analysis of the requirements for household consumption*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Vringer, K. & Blok, K. (2007). Household energy requirements and value patterns. *Energy Policy*, 35, 553-556.

BIJLAGE I: VOORBEELD ENERGIELABEL

Energielabel woning

Afgegeven conform de Regeling energieprestatie gebouwen.

Veel besparingsmogelijkheden



Weinig besparingsmogelijkheden

Uw woning

Labelklasse maakt vergelijking met woning(en) van het volgende type mogelijk.

Rijwoning - Tussen

Gebruiksoppervlak

131,0 m³

Opnamedatum

01-01-2010

Energielabel geldig tot

01-01-2020

Afmeldnummer

Adviesbedrijf

Advies BV

Inschrijfnummer

Handtekening

Energielabel op basis van een ander representatief gebouw of gebouwdeel? -

Adres representatief gebouw of gebouwdeel: -

D
(zie toelichting in bijlage)



Straat

Dorpstraat

Nummer/toevoeging

1

Postcode

9999 AA

Woonplaats

Hoofdstad



Standaard energiegebruik voor uw woning

Energiegebruik maakt vergelijking met andere woning(en) mogelijk.

- Het standaard energiegebruik is de hoeveelheid primaire energie die nodig is voor de verwarming van uw woning, de productie van warm water, ventilatie en verlichting.
- De eventuele opbrengst van een zonnepaneel wordt hiervan afgetrokken.
- Het energiegebruik wordt berekend op basis van de bouwkundige eigenschappen en de installaties van uw woning.
- Bij de berekening wordt uitgegaan van het gemiddelde Nederlandse klimaat, een gemiddeld aantal bewoners en gemiddeld bewonersgedrag.
- Het standaard energiegebruik wordt uitgedrukt in de eenheid 'megajoules', dit wordt uitgesplitst naar elektriciteit (kWh), gas (m³) en warmte (GJ).

76705 MJ

(megajoules)

1037 kWh (elektriciteit)

1909 m³ (gas)

0 GJ (warmte)

Advies voor uw woning

Een goed moment om energiebesparende maatregelen te treffen is tijdens het plegen van (groot)onderhoud of een verbouwing. De kosten van de energiebesparende maatregelen kunnen dan lager zijn. U kunt een advies op maat aanvragen, speciaal op uw huishouden afgestemd (maatwerkadvies). De adviseur zet op een rij waar u energie kunt besparen, hoeveel u daarvoor moet investeren en op welke termijn u de investering kunt terugverdienen. Meer informatie over het energielabel en het maatwerkadvies kunt u vinden op www.vrom.nl/energielabel

De volgende verbetermaatregelen zijn voor uw woning van belang:

Isolatie (of verdere verbetering van de isolatie) van de begane grondvloer.

Isolatie van de begane grondvloer kan op verschillende manieren gebeuren en is voornamelijk afhankelijk van de aan- of afwezigheid van een kruipruimte. Door isolatie van de begane grondvloer wordt energie bespaard in uw woning. Daarnaast kan ook het wooncomfort verbeteren doordat de vloer minder koud aanvoelt.

Toepassing van HR++glas.

HR++ glas is een speciaal type dubbel glas. Het heeft een zeer goede isolerende werking. Door toepassing van HR++glas wordt energie bespaard in uw woning. Het wooncomfort kan ook verbeteren doordat u minder last heeft van de koudeval van ramen en geluid van buiten.

Toepassing van een HR-107 combiketel voor verwarming en warm water.

Een HR-107 combiketel is een zuinige CV-ketel waarmee de woning verwarmd kan worden. Daarnaast verwarmt de combiketel het water voor de kranen en douche op een energiezuinige manier.

Toepassing van een zonnecollector en zonneboiler voor warm water.

Een zonnecollector op het dak vangt warmte van de zon op en verwarmt daarmee kraanwater op. Dit warme water wordt in een boiler vat opgeslagen en kan gebruikt worden voor douchen etc. Hierdoor hoeft de CV-ketel minder vaak aan om het kraanwater te verwarmen en wordt energie bespaard. Als het kraanwater in het boiler vat te koud is, zorgt de CV-ketel voor de naverwarming van het water.

Isolatie van de CV-leidingen die in onverwarmde ruimten aanwezig zijn.

Wanneer CV-leidingen door ruimten lopen die niet verwarmd worden (zoals bijvoorbeeld door bergingen en garages), kan veel warmte verloren gaan. Door deze leidingen te isoleren wordt dit warmteverlies tegengegaan.

Toepassing van een HR-107 ketel voor verwarming.

Een HR-107 ketel is een zuinige CV-ketel. Met deze ketel kan de woning verwarmd worden. Het water voor de kranen en douche wordt in deze gevallen verwarmd met een ander toestel (bijvoorbeeld een geiser of elektrische boiler). Een HR-107 combiketel is een zuinig toestel voor verwarming én warmwater.

De energiebesparende maatregelen 'HR-107 ketel', 'HR-107 combiketel' en 'warmtepomp voor verwarming' kunnen gelijktijdig op het certificaat verschijnen, slechts één van de maatregelen is zinvol om uit te voeren. U kunt hieruit dus een keuze maken.

Vloerisolatie

HR++ glas

HR-107 combiketel

Zonneboiler

Isolatie CV-leidingen

HR-107 ketel

Energie-index

Voor uw woning wordt een energie-index berekend. Deze bepaalt in welke labelklasse uw woning valt. De letter hieronder geeft de labelklasse van uw woning aan. Het getal geeft de energie-index van de woning aan. De energie-index wordt berekend op basis van de bouwkundige eigenschappen en gebouwgebonden installaties. De berekening gaat uit van een gemiddeld aantal bewoners en gemiddeld bewonersgedrag.

A⁺⁺	A⁺	A	B	C	D	E	F	G
≤ 0,50	0,51 - 0,70	0,71 - 1,05	1,06 - 1,30	1,31 - 1,60	1,61 - 2,00	2,01 - 2,40	2,41 - 2,90	> 2,90

D 1,63
(energie-index)

Disclaimer

De maatregelen die genoemd worden op dit energielabel zijn maatregelen die op dit moment in de meeste gevallen kosten-effectief zijn of dit binnen de geldigheidsduur van het energielabel kunnen worden. Of de genoemde maatregelen daadwerkelijk verantwoord toegepast kunnen worden uit oogpunt van bijvoorbeeld binnenmilieu, comfort, technische mogelijkheden, gezondheid, kosteneffectiviteit en dergelijke is afhankelijk van de huidige specifieke eigenschappen van uw woning. U kunt hierover nader advies inwinnen door bij voorbeeld een maatwerkadvies.

Het energielabel geeft inzicht in het gestandaardiseerd gebouwgebonden primaire energiegebruik en niet in het daadwerkelijke energiegebruik van de gebruikers van uw woning. Daarom komt het jaarlijks energiegebruik op het energielabel wellicht niet overeen met de informatie op de jaarlijkse energierekening van uw woning.

Alleen een volledig ingevuld energielabel is rechtsgeldig.

BIJLAGE II: OPERATIONALISERING VAN DE DATA

Variabele	Schaal	Missing data / Uitschieters	Transformatie	# cases
Energieconsumptie: Gas (m3)	Metrisch	(+/-) 2,5% verwijderd (238 cases)	Geen normale verdeling (Shapiro-Wilk), transformatie wortel (SQRT)	4.552
Energielabel:	Ordinaal	Boxplot Energieconsumptie/Energielabel. Aangegeven outliers verwijderd (66 cases)	Transformatie dummy variabelen, Energielabel A = referentiegroep	4.486
Fysieke gebouwkenmerken:				
Type woning	Binair	n.v.t.	n.v.t. (Chow-test)	4.486
Type woning functioneel	Ordinaal	n.v.t.	Transformatie dummy variabelen, etagewoning = referentiegroep	4.486
Bouwjaar	Ordinaal	n.v.t.	Transformatie dummy variabelen, 1996+ = referentiegroep	4.486
Oppervlakte woning	Metrisch	204 missing data & (+/-) 2,5% verwijderd (233 cases)	Geen normale verdeling (Shapiro-Wilk), transformatie logaritme (log)	4.049
Aantal kamers	Metrisch	Boxplot Oppervlakte woning/aantal kamers. Extreme uitschieters verwijderd (19 cases) + x kamers > 8 gefilterd (63 cases)	n.v.t.	3.967
Bad aanwezig	Binair	n.v.t.	Transformatie dummy variabelen, geen bad = referentiegroep	3.967
<u>Thermische- en kwaliteitskenmerken:</u>				
Type Ruimteverwarming	Ordinaal	Gefilterd op individueel (398 cases) & 'lokale verwarming, elektr. waterpomp en 'overig' (35 cases)	Hercoderen. Transformatie dummy variabelen, HR Ketel = referentiegroep	3.534
Thermostaat	Ordinaal	Gefilterd op 'programmeerbare' & 'handmatige' thermostaat (309 cases)	Hercoderen, Transformatie dummy variabelen, Programmeerbare thermostaat = referentiegroep	3.225
Conditie Score	Metrisch	n.v.t.	n.v.t.	3.225
Isolatiekwaliteit	Metrisch	n.v.t.	Variabelen 'Iso_Dak', 'Iso_Vloer', 'Iso_Glas' & 'Iso_Gevel' gereduceerd naar 'Factor Isolatie'	3.225
Huishoudkenmerken:				
Leeftijd	Metrisch	n.v.t.	n.v.t.	3.225
Leeftijdsklassen	Ordinaal	n.v.t.	Hercoderen, transformatie dummy variabelen, <50 = referentiegroep	3.225
Aantal personen	Metrisch	n.v.t.	Hercoderen. Transformatie dummy variabelen, 4+ = referentiegroep	3.225
Type huishouden	Ordinaal	Gefilterd op 'niet persoonshuishouden' (41 cases)	Transformatie dummy variabelen, Eenpersoonshuishouden = referentiegroep	3.184
Type eigendom	Ordinaal	n.v.t.	Transformatie dummy variabelen, Koop = referentiegroep	3.184
Inkomen	Metrisch	(+/-) 2,5% verwijderd (160 cases)	Geen normale verdeling (Shapiro-Wilk), transformatie logaritme (log)	3.024
Energiegedrag:				
Hoe belangrijk energiezuiniggedrag	Ordinaal	n.v.t.	Hercoderen, 1=belangrijk, 0=niet belangrijk. Transformatie dummy variabele, Niet Belangrijk = referentiegroep	3.024
<u>Investeringsgedrag:</u>				
Afgelopen vijf jaar energiebesparende maatregelen gedaan?	Ordinaal	n.v.t.	1 = ja, 0 = nee	3.024
<u>Gebruiksgedrag:</u>				
Temperatuurinstelling bij aanwezigheid	Metrisch	n.v.t.	Variabelen 'Ochtend', 'Overdag', 'Namiddag', 'Avond' & 'Nacht' gereduceerd naar 'Factor Temperatuurinstelling Aanwezigheid'	3.024
Temperatuurinstelling bij afwezigheid	Metrisch	Cases instelling 5-9 graden Celsius & >23 graden Celsius verwijderd (22 cases)	n.v.t. (thermostaat uit = 0)	3.002
Frequentie sluiten gordijnen (stookseizoen)	Ordinaal	Gefilterd 'weet niet' (14 cases)	Hercoderen. Transformatie dummy variabelen, nooit = referentiegroep	2.988
Frequentie tussendeur & ramen open (stookseizoen)	Ordinaal	n.v.t.	Hercoderen. Transformatie dummy variabelen, nooit = referentiegroep	2.988
Frequentie ventilatie woonkamer (stookseizoen)	Ordinaal	n.v.t.	Hercoderen. Transformatie dummy variabelen, nooit = referentiegroep	2.988

BIJLAGE IV: FACTORANALYSE

KMO and Bartlett's Test

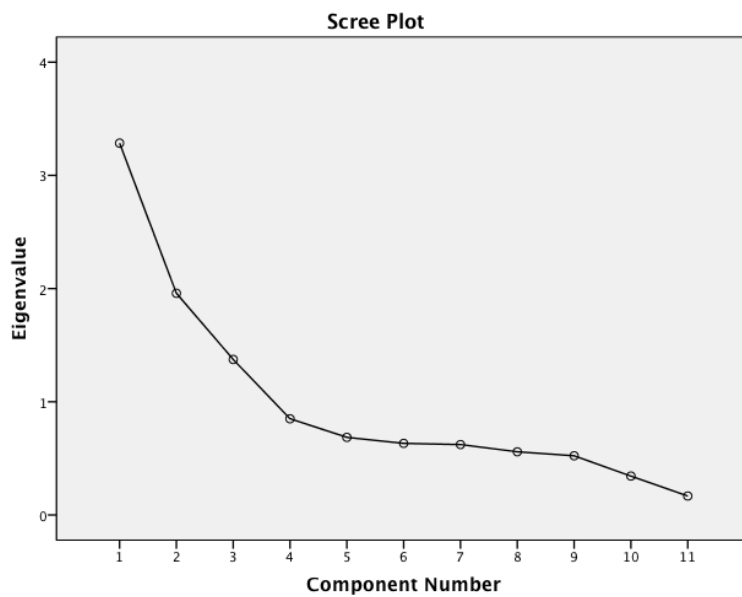
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,778
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	8397,743
	df	78
	Sig.	0

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Total
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	
1	3,285	29,862	29,862	3,285	29,862	29,862	3,277
2	1,959	17,805	47,667	1,959	17,805	47,667	1,975
3	1,374	12,490	60,157	1,374	12,490	60,157	1,392
4	0,850	7,727	67,884				
5	0,686	6,235	74,119				
6	0,633	5,750	79,869				
7	0,622	5,657	85,526				
8	0,558	5,076	90,602				
9	0,523	4,754	95,356				
10	0,343	3,122	98,478				
11	0,167	1,522	100				

Extraction Method: Principal Component Analysis

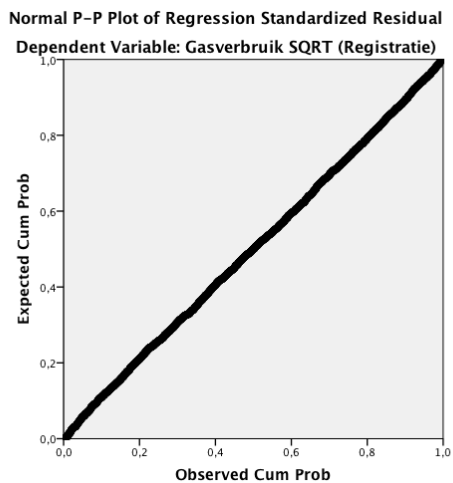
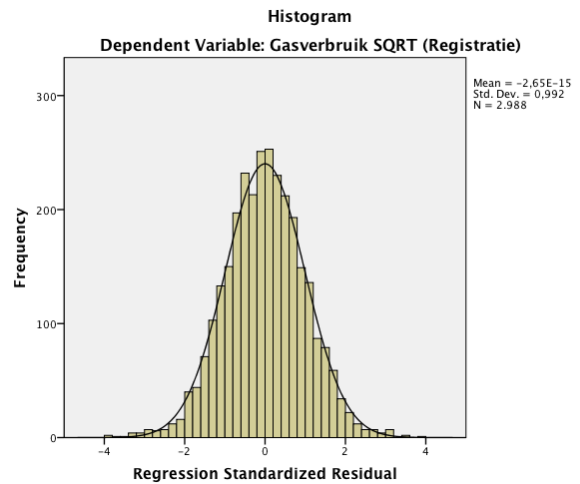
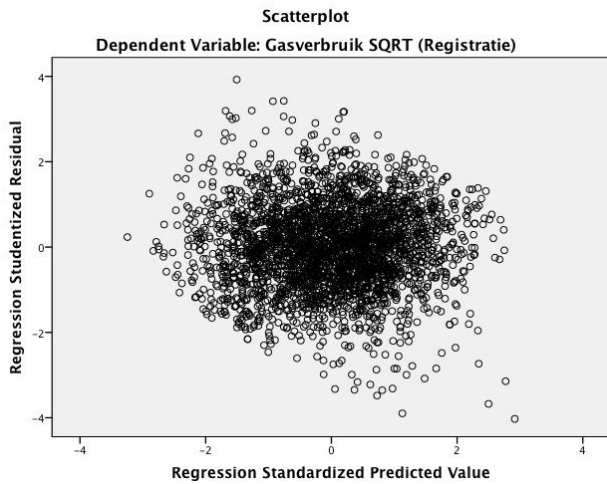
- a. When component are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance



BIJLAGE V: VERONDERSTELLINGEN LINEAIRE REGRESSIE

De meervoudige lineaire regressie wordt getoetst op vier veronderstellingen, zowel in de individuele variabelen en de relatie als geheel (Hair et al., 2010):

- Lineariteit in de parameters;
- Constante variantie van de residuen (homoscedasticiteit);
- Onafhankelijkheid van de residuen;
- Normale verdeling van de residuen.



Uit bovenstaande figuren blijkt dat voldaan is aan de veronderstellingen van de meervoudige lineaire regressie.

BIJLAGE VI: SYNTAX

```
DATASET ACTIVATE DataSet1.  
FREQUENCIES VARIABLES=Gasverbruik  
  /ORDER=ANALYSIS.
```

```
FILTER OFF.  
USE ALL.  
SELECT IF (Gasverbruik >= 350 & Gasverbruik <= 3560).  
EXECUTE.
```

```
EXAMINE VARIABLES=Gasverbruik  
  /PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT  
  /COMPARE GROUPS  
  /STATISTICS DESCRIPTIVES  
  /CINTERVAL 95  
  /MISSING LISTWISE  
  /NOTOTAL.
```

```
COMPUTE SQGasverbruik=SQRT(Gasverbruik).  
EXECUTE.
```

```
EXAMINE VARIABLES=SQGasverbruik  
  /PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT  
  /COMPARE GROUPS  
  /STATISTICS DESCRIPTIVES  
  /CINTERVAL 95  
  /MISSING LISTWISE  
  /NOTOTAL.
```

```
EXAMINE VARIABLES=Gasverbruik BY Energielabel  
  /PLOT=BOXPLOT  
  /STATISTICS=NONE  
  /NOTOTAL.
```

```
RECODE Energielabel (2=1) (ELSE=0) INTO B_Label.  
VARIABLE LABELS B_Label 'Energielabel'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Energielabel (3=1) (ELSE=0) INTO C_Label.  
VARIABLE LABELS C_Label 'Energielabel'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Energielabel (4=1) (ELSE=0) INTO D_Label.  
VARIABLE LABELS D_Label 'Energielabel'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Energielabel (5=1) (ELSE=0) INTO E_Label.  
VARIABLE LABELS E_Label 'Energielabel'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Energielabel (6=1) (ELSE=0) INTO F_Label.  
VARIABLE LABELS F_Label 'Energielabel'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Energielabel (7=1) (ELSE=0) INTO G_Label.  
VARIABLE LABELS G_Label 'Energielabel'.  
EXECUTE.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=TypeWoning Bouwjaar  
/ORDER=ANALYSIS.
```

```
RECODE Bouwjaar (1=1) (ELSE=0) INTO Bouwjaar_1930.  
VARIABLE LABELS Bouwjaar_1930 'Bouwjaar'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Bouwjaar (2=1) (ELSE=0) INTO Bouwjaar_1931_1959.  
VARIABLE LABELS Bouwjaar_1931_1959 'Bouwjaar'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Bouwjaar (3=1) (ELSE=0) INTO Bouwjaar_1960_1980.  
VARIABLE LABELS Bouwjaar_1960_1980 'Bouwjaar'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE Bouwjaar (4=1) (ELSE=0) INTO Bouwjaar_1981_1995.  
VARIABLE LABELS Bouwjaar_1981_1995 'Bouwjaar'.  
EXECUTE.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=OppervlakteWoning  
/ORDER=ANALYSIS.
```

```
FILTER OFF.  
USE ALL.  
SELECT IF (OppervlakteWoning >= 50 & OppervlakteWoning <= 226).  
EXECUTE.
```

```
EXAMINE VARIABLES=OppervlakteWoning  
/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT  
/COMPARE GROUPS  
/STATISTICS DESCRIPTIVES  
/CINTERVAL 95  
/MISSING LISTWISE  
/NOTOTAL.
```

```
COMPUTE LogOppervlakteWoning=LG10(OppervlakteWoning).  
EXECUTE.
```

```
EXAMINE VARIABLES=LogOppervlakteWoning  
/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT  
/COMPARE GROUPS
```

```
/STATISTICS DESCRIPTIVES  
/CINTERVAL 95  
/MISSING LISTWISE  
/NOTOTAL.
```

```
EXAMINE VARIABLES=OppervlakteWoning BY AantalKamers  
/PLOT=BOXPLOT  
/STATISTICS=NONE  
/NOTOTAL.
```

```
RECODE BadAanwezig (1=1) (ELSE=0) INTO Bad_Ja.  
VARIABLE LABELS Bad_Ja 'BadAanwezig'.  
EXECUTE.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=TypeRuimteverwarming  
/ORDER=ANALYSIS.
```

```
DATASET ACTIVATE DataSet4.  
FILTER OFF.  
USE ALL.  
SELECT IF (TypeOpwarming = 1).  
EXECUTE.
```

```
FILTER OFF.  
USE ALL.  
SELECT IF (TypeRuimteverwarming >= 1 & TypeRuimteverwarming <= 8).  
EXECUTE.
```

```
RECODE TypeRuimteverwarming (1=1) (2=1) (3=1) (4=2) (5=2) (6=3) (7=3) (8=3).  
EXECUTE.
```

```
RECODE TypeRuimteverwarming (1=1) (ELSE=0) INTO LokaleVerwarming_CRKetel.  
VARIABLE LABELS LokaleVerwarming_CRKetel 'TypeRuimteverwarming'.  
EXECUTE.
```

```
RECODE TypeRuimteverwarming (2=1) (ELSE=0) INTO VRKetel.  
VARIABLE LABELS VRKetel 'TypeRuimteverwarming'.  
EXECUTE.
```

```
DATASET ACTIVATE DataSet1.  
EXAMINE VARIABLES=Isolatiekwaliteit  
/PLOT BOXPLOT STEMLEAF  
/COMPARE GROUPS  
/STATISTICS DESCRIPTIVES  
/CINTERVAL 95  
/MISSING LISTWISE  
/NOTOTAL.
```

```
DATASET ACTIVATE DataSet1.  
RECODE oordeel (1=1) (2=2) (3=3) (4=3) (5=3) (6=3).
```

EXECUTE.

RECODE oordeel (2=1) (ELSE=0) INTO Conditie_goed.
VARIABLE LABELS Conditie_goed 'ConditieOordeel'.
EXECUTE.

RECODE oordeel (3=1) (ELSE=0) INTO Conditie_redelijk_matig.
VARIABLE LABELS Conditie_redelijk_matig 'ConditieOordeel'.
EXECUTE.

EXAMINE VARIABLES=LeeftijdHuishouden
/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

FREQUENCIES VARIABLES=AantalPersonen
/ORDER=ANALYSIS.

FILTER OFF.
USE ALL.
SELECT IF (TypeHuishouden >= 1 & TypeHuishouden <= 4).
EXECUTE.

RECODE TypeHuishouden (2=1) (ELSE=0) INTO Paar.
VARIABLE LABELS Paar 'TypeHuishouden'.
EXECUTE.

RECODE TypeHuishouden (3=1) (ELSE=0) INTO Paar_kinderen.
VARIABLE LABELS Paar_kinderen 'TypeHuishouden'.
EXECUTE.

RECODE TypeHuishouden (4=1) (ELSE=0) INTO Eenoudergezin_kind.
VARIABLE LABELS Eenoudergezin_kind 'TypeHuishouden'.
EXECUTE.

FREQUENCIES VARIABLES=TypeEigendom
/ORDER=ANALYSIS.

RECODE TypeEigendom (1=1) (ELSE=0) INTO SocialeHuur.
VARIABLE LABELS SocialeHuur 'TypeEigendom'.
EXECUTE.

RECODE TypeEigendom (2=1) (ELSE=0) INTO ParticuliereHuur.
VARIABLE LABELS ParticuliereHuur 'TypeEigendom'.
EXECUTE.

FREQUENCIES VARIABLES=VoltooideOpleiding

```

/ORDER=ANALYSIS.

FILTER OFF.
USE ALL.
SELECT IF (VoltooideOpleiding >= 1 & VoltooideOpleiding <= 5).
EXECUTE.

RECODE VoltooideOpleiding (1=1) (2=1) (3=2) (4=2) (5=3).
EXECUTE.

RECODE VoltooideOpleiding (2=1) (ELSE=0) INTO MiddelbaarOnderwijs.
VARIABLE LABELS MiddelbaarOnderwijs 'Voltooide Opleiding'.
EXECUTE.

RECODE VoltooideOpleiding (3=1) (ELSE=0) INTO HogerOnderwijs.
VARIABLE LABELS HogerOnderwijs 'Voltooide Opleiding'.
EXECUTE.

EXAMINE VARIABLES=InkomenHuishouden
/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

FILTER OFF.
USE ALL.
SELECT IF (InkomenHuishouden >= 10779 & InkomenHuishouden <= 119500).
EXECUTE.

COMPUTE LogInkomen=LG10(InkomenHuishouden).
EXECUTE.

DESCRIPTIVES VARIABLES=Gasverbruik A_Label B_Label C_Label D_Label E_Label F_Label G_Label
Eengezinswoning Meergezinswoning Bouwjaar_1930 Bouwjaar_1931_1959 Bouwjaar_1960_1980
Bouwjaar_1981_1995 Bouwjaar_1996 OppervlakteWoning AantalKamers BadAanwezig
LokaleVerwarming_CRKetel VRKetel HRKetel IsolatieKwaliteit Conditie_uitstekend Conditie_goed
Conditie_redelijk_matig LeeftijdHuishouden LFTPAAE Een Twee Drie Vier Eenpersoonshuishouden
Paar
Paar_kinderen Eenoudergezin_kind Koop Huur LagerOnderwijs MiddelbaarOnderwijs
HogerOnderwijs
InkomenHuishouden
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

CORRELATIONS
/VARIABLES=SQGasverbruik A_Label B_Label C_Label D_Label E_Label F_Label G_Label
Eengezinswoning
Meergezinswoning Bouwjaar_1930 Bouwjaar_1931_1959 Bouwjaar_1960_1980
Bouwjaar_1981_1995

```


Bouwjaar_1996 LogOppervlakteWoning AantalKamers Bad_Ja LokaleVerwarming_CRKetel VRKetel
HRKetel

Conditie_uitstekend Conditie_goed Conditie_redelijk_matig IsolatieKwaliteitzz LeeftijdHuishouden
Een Twee Drie Vier Eenpersoonshuishouden Paar Paar_kinderen Eenoudergezin_kind Koop Huur
LagerOnderwijs MiddelbaarOnderwijs HogerOnderwijs LogInkomen

/PRINT=TWOTAIL NOSIG

/MISSING=PAIRWISE.

FACTOR

/VARIABLES Iso_Dak Iso_Vloer Iso_Glas Iso_Gevel AANTemperatuur_Ochtend
AANTemperatuur_Overdag

AANTemperatuur_Namiddag AANTemperatuur_Avond AANTemperatuur_Nacht Ventilatie
Tussendeur_ramen

/MISSING LISTWISE

/ANALYSIS Iso_Dak Iso_Vloer Iso_Glas Iso_Gevel AANTemperatuur_Ochtend
AANTemperatuur_Overdag

AANTemperatuur_Namiddag AANTemperatuur_Avond AANTemperatuur_Nacht Ventilatie
Tussendeur_ramen

/PRINT INITIAL EXTRACTION ROTATION

/FORMAT BLANK(.40)

/PLOT EIGEN

/CRITERIA MINEIGEN(1) ITERATE(25)

/EXTRACTION PC

/CRITERIA ITERATE(25) DELTA(0)

/ROTATION OBLIMIN

/SAVE REG(ALL)

/METHOD=CORRELATION.

REGRESSION

/MISSING LISTWISE

/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA

/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)

/NOORIGIN

/DEPENDENT SQGasverbruik

/METHOD=ENTER B_Label C_Label D_Label E_Label F_Label G_Label Bouwjaar_1930
Bouwjaar_1931_1959

Bouwjaar_1960_1980 Bouwjaar_1981_1995 LogOppervlakteWoning AantalKamers Bad_Ja

LokaleVerwarming_CRKetel VRKetel IsolatieKwaliteit Conditie_goed Conditie_redelijk_matig

LeeftijdHuishouden Paar Paar_kinderen Eenoudergezin_kind Huur LagerOnderwijs

MiddelbaarOnderwijs

LogInkomen

/SCATTERPLOT=(*ZRESID ,*ZPRED) (*SRESID ,*ZPRED)

/RESIDUALS HISTOGRAM(ZRESID) NORMPROB(ZRESID).