

Definitief rapport

Relatie tussen energielabel, werkelijk energiegebruik en CO₂-uitstoot van Amsterdamse corporatiewoningen

Daša Majcen, Laure Itard
28 augustus 2014

Relatie tussen energielabel, werkelijk energiegebruik en CO₂-uitstoot van Amsterdamse corporatiewoningen

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van:

Rekenkamer Metropool Amsterdam

Auteurs:

Daša Majcen, Laure Itard

28 augustus 2014

OTB – Onderzoek voor de gebouwde omgeving
Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
Jaffalaan 9, 2628 BX Delft
Tel. (015) 278 30 05
E-mail: OTB-bk@tudelft.nl
<http://www.otb.bk.tudelft.nl>

© Copyright 2014 by OTB - Research for the Built Environment, Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft University of Technology.

No part of this report may be reproduced in any form by print, photo print, microfilm or any other means, without written permission from the copyright holder.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Werkwijze.....	4
3 Theoretisch en werkelijk energiegebruik per labelklasse.....	6
3.1 Resultaten per labelklasse per woning en per m ² woning	6
3.2 Verdeling van totale primair energiegebruik en van CO ₂ -uitstoot per labelklasse in elektriciteit en gas.....	9
3.3 Eigendomsvormen per labelklasse	10
3.4 Gas- en elektriciteitsverbruik per labelklasse in de Amsterdamse sociale huursector	11
4 Theoretisch en werkelijk gasverbruik en CO₂-uitstoot per woningtype per labelklasse	15
5 Theoretisch en werkelijk gasverbruik en CO₂-uitstoot per bouwjaar-klasse per energielabelklasse.....	18
6 Theoretisch en werkelijk gasverbruik en CO₂-uitstoot per woningtype, bouwjaar-klasse en energielabelklasse.....	22
7 Meervoudige lineaire regressie	24
8 Conclusies en aanbevelingen	28
9 Referenties	30
Bijlage A Dataselectie.....	31
Bijlage B Koppeling met werkelijke energie-verbruiksdata (CBS-energie-data).....	33
Bijlage C Steekproef 2007-2012 vs. 2010-2012	35
Bijlage D Additionele grafieken	37

Samenvatting

De gemeente Amsterdam heeft in het kader van de overeenkomst 'Bouwen aan de Stad II 2011-2014' subsidies verstrekt aan woningcorporaties voor de renovatie van hun huurwoningen naar betere energielabels. De Rekenkamer Amsterdam doet onderzoek naar de effectiviteit van de subsidiëring in het kader van deze overeenkomst en heeft het OTB gevraagd te onderzoeken wat het effect is van verschillende labelstappen op het werkelijke en theoretische energiegebruik en CO₂-uitstoot van woningen in de Amsterdamse sociale huursector.

Het onderzoek heeft plaats gevonden in een steekproef van 37.375 sociale huurwoningen met een energielabel. De steekproef is verkregen door de energielabeldatabase van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) te koppelen aan de energiedata van het CBS. Naast de effectiviteit van verschillende labelstappen op gasverbruik, elektriciteitsverbruik, CO₂-uitstoot en primaire energie zijn ook de effecten van woningtype, bouwjaar en type installaties onderzocht.

Een belangrijke bevinding bij het gasverbruik is dat voor de labels D tot en met G het werkelijke verbruik aanzienlijk lager ligt dan het theoretische verbruik. Bij label G is het theoretische verbruik ongeveer 2,5 keer hoger dan het werkelijke verbruik. Ook is te zien dat het werkelijke gasverbruik in labels D, E, F en G onderling vrijwel identiek is. Bij hoge labelklassen (A-B) is de situatie andersom: het werkelijke energiegebruik is daar hoger dan het theoretische energiegebruik.

Waar iedere labelstap in theorie ongeveer even effectief is, blijkt dit in de praktijk niet zo te zijn. De meest effectieve stappen als het gaat om werkelijk gasverbruik en CO₂-uitstoot zijn die van label B naar label A en van label D naar label C. Hiermee wordt respectievelijk 20 en 16% bespaard op gasverbruik. Voor alle andere stappen is de besparing lager dan 6%. Bij een grote labelstap van G naar A valt 38% besparing op werkelijk gasverbruik te verwachten in plaats van de voorspelde 81%. Ondanks het feit dat de verwachte theoretische besparing met geen enkele energielabelstap niet behaald wordt, correleert het energielabel toch sterk met het werkelijke gasverbruik en de werkelijke CO₂-uitstoot: in het algemeen geldt dat hoe beter het label, hoe lager het gasverbruik, de CO₂-uitstoot en het primaire energiegebruik. Die zijn alleen niet zo laag als voorspeld.

1 Inleiding

De gemeente Amsterdam heeft in het kader van de overeenkomst 'Bouwen aan de Stad II 2011-2014' subsidies verstrekt aan woningcorporaties voor de renovatie van hun huurwoningen naar betere energielabels. De subsidies waren gericht op het verminderen van de CO₂-uitstoot in de gemeente. Daarnaast werd ook een belangrijk neveneffect nagestreefd: het bestrijden van energiearmoede. Er is sprake van energiearmoede wanneer meer dan 10% van het besteedbare inkomen aan de energierekening besteed wordt. De Rekenkamer Amsterdam doet onderzoek naar de effectiviteit van de subsidiëring in het kader van de genoemde overeenkomst en wil de vraag beantwoord zien of de Amsterdamse bijzondere verordening voor de verbetering van de energie-index 2011 (Bouwen aan de Stad II) heeft geleid tot een daadwerkelijke vermindering van het energiegebruik, de CO₂-uitstoot en ervaren energiearmoede door bewoners in de betrokken woningen.

Teneinde deze vraag te kunnen beantwoorden heeft de Rekenkamer Amsterdam het OTB gevraagd een meting uit te voeren in een groep niet recentelijk gerenoveerde woningen met een energielabel en de volgende vraag te beantwoorden:

Hoe groot zijn de verschillen in werkelijk energiegebruik en CO₂-uitstoot tussen niet-recentelijk gerenoveerde Amsterdamse corporatiewoningen met verschillende energielabels (A tot en met G) en hoe verhouden deze werkelijke verschillen zich tot de theoretische verschillen?

De theoretische verschillen refereren aan het energiegebruik zoals die gecalculeerd wordt in de Energielabelmethodiek (ISSO 82.3, 2009).

Daarnaast is het OTB gevraagd om in een tweede fase een analyse te maken van bewonersgedrag en ervaren energiearmoede in woningen met verschillende energielabels.

Dit rapport beschrijft het onderzoek dat heeft plaats gevonden in de eerste fase. In hoofdstuk 2 worden de werkwijze en de uitgangspunten beschreven. Hoofdstuk 3 gaat in op de resultaten per energielabelcategorie (labelklasse). Hoofdstuk 4 en 5 bieden een meer gedetailleerd inzicht per woningtype en per bouwjaarklasse. In hoofdstuk 6 worden de resultaten gespecificeerd per labelklasse, woningtype en bouwjaarklasse. In hoofdstuk 7 wordt een regressieanalyse voorgesteld om de bepalende factoren verder te identificeren en in hoofdstuk 8 worden conclusies en aanbevelingen aangeboden.

2 Werkwijze

De hoofddoelstelling van dit onderzoek is het bepalen wat het werkelijke effect van een labelstap is op het energiegebruik van Amsterdamse corporatiewoningen. Gebruiken (bijvoorbeeld) in het algemeen woningen met energielabel B daadwerkelijk minder energie dan woningen met energielabel F en hoe groot is het verschil in energiegebruik? Voor de bepaling van het werkelijke energiegebruik is gebruik gemaakt van de CBS-energiegedatadatabase. Deze database omvat het jaarlijkse gas- en elektriciteitsverbruik van (bijna) iedere Nederlandse woning en wordt aangeleverd door de energienetbedrijven (CBS, 2014). De energienetbedrijven hebben de verplichting om minimaal eens per drie jaar de meterstanden te controleren. Volgens Kamp (2014, gebaseerd op data van EnergieNed wordt in 10 à 20% van de gevallen door het netbedrijf echter een schatting gemaakt van de meterstand omdat de bewoners geen meterstanden hebben opgegeven en er ook geen controle heeft plaatsgevonden.

Voor deze studie zijn de meest recente CBS-energiegedata gebruikt: die van het jaar 2012. Het werkelijke energiegebruik in 2012 is waarschijnlijk niet zuiver dat van 2012 omdat het deels gebaseerd is op schattingen op basis van de profielenmethodiek gehanteerd door energienetbedrijven (NMa, 2012). De schatting kan gebaseerd zijn op eerdere meetdata van de woning, als die beschikbaar zijn, of op een gemiddelde van andere relevante woningen. Om de nauwkeurigheid van de studie te vergroten zijn alleen gegevens van de woningen gebruikt waarvan bekend is dat ze vanaf 2010 niet gerenoveerd zijn: van die woningen zou volgens de wet het energiegebruik in huidige staat minstens één keer daadwerkelijk gemeten moeten zijn. Het is echter niet uitgesloten dat er toch gegevens van woningen zijn gebruikt waarvan het energiegebruik is geschat op basis van gemiddelde data.

De keuze voor niet gerenoveerde woningen is dus gemaakt om er zeker van te zijn dat het werkelijke energiegebruik volgens de CBS-data overeenkomt met de actuele staat van de woningen. Dit zal een goed beeld geven van de prestaties van woningen in verschillende energielabelcategorieën en deze prestaties kunnen gebruikt worden om de energetische efficiency van energielabelstappen bij renovatie te kwantificeren. Desondanks is enige voorzichtigheid bij het trekken van conclusies geboden omdat het tot nu toe niet bekend is of gerenoveerde woningen exact dezelfde trends zullen laten zien. Het zou kunnen dat in een steekproef bestaande uit uitsluitend gerenoveerde woningen de gemiddelde waarden per energielabelklasse verschillen van de gemiddelde waarden in een steekproef van niet gerenoveerde woningen. Dat kan op dit moment echter nog niet gekwantificeerd worden.

Een tweede reden om te focussen op niet recentelijk gerenoveerde woningen is de gewenste koppeling in fase 2 (waarvan de resultaten in een ander rapport beschreven worden) tussen energielabel en ervaren energiearmoede en bewonersgedrag. Energiegedrag en percepties in het algemeen kunnen afhankelijk zijn van ervaringen en gewoontes in het verleden. Een recente verhuizing of woningrenovatie kan leiden tot gedrag en percepties die gedicteerd worden door de oude situatie.

Het onderzoek bouwt voort op eerder wetenschappelijk onderzoek bij het OTB (zie o.a. Majcen et al., 2013, drie publicaties) en is gericht op Amsterdamse corporatiewoningen met een energielabel die in de periode 2010 tot en met 2012 geen wijzigingen hebben ondergaan die van invloed kunnen zijn geweest op het werkelijke energiegebruik. Dit betekent dat in ieder geval de volgende woningen uit de onderzoekpopulatie verwijderd zijn:

- de woningen waarbij in de periode 2010 tot en met 2012 door de Amsterdamse corporaties is aangegeven dat er een labelstap is gerealiseerd;

- nieuwbouwwoningen gebouwd in de periode 2010 tot en met 2012;

De volledige dataselectieprocedure is beschreven in bijlage A. De basisdata bestaan uit de RVO-energielabeldatabase. Deze database bestaat uit certificaten die bij RVO geregistreerd waren tussen begin 2007 tot en met 2012.

De energielabeldata uit 2008 bleken fouten in de totale energiegebruiksdata te bevatten, en er was voor de jaren 2007-2009 geen splitsing van energiegebruik naar gas en elektriciteit beschikbaar. Verder zijn er in 2010 veranderingen doorgevoerd in de energielabelmethodiek. Als gevolg daarvan is besloten om alleen de certificaten uit de jaren 2010, 2011 en 2012 te gebruiken.

De procedure voor de koppeling van de CBS- en RVO-databases is beschreven in bijlage B. Woningen met blokverwarming zijn verwijderd omdat het CBS aangaf dat de data daarvan niet betrouwbaar zijn.

Ten behoeve van het onderzoek zijn de CBS-energiegegevens 2012 gestandaardiseerd naar het aantal graaddagen dat gebruikt wordt om het theoretisch energiegebruik in de Energielabelmethodiek te berekenen (zie de beschrijving in bijlage C). Dat betekent dat de verschillen tussen theoretisch energiegebruik (het energielabel) en werkelijk energiegebruik (CBS-data) niet door verschillen in het klimaat (buitentemperatuur) veroorzaakt kunnen zijn.

De uiteindelijke steekproef voor deze studie bestaat uit 48.924 woningen. 24% daarvan zijn echter particuliere huurwoningen en koopwoningen (zie ook hoofdstuk 3). De sociale huursector is vertegenwoordigd met 37.375 woningen. Dat is ongeveer 16% van de totale voorraad corporatiehuurwoningen in Amsterdam (CBS Statline, 2014). Het kan echter zijn dat in de volgende hoofdstukken de som van het aantal woningen in diverse categorieën licht afwijkt van dit laatstgenoemde totaal omdat categorieën met minder dan 10 woningen niet geëxporteerd kunnen worden uit de CBS-energiegegevens vanwege privacybescherming. Zo zijn de 5 woningen in de categorieën A+/A++ niet meegenomen in de studie.

3 Theoretisch en werkelijk energiegebruik per labelklasse

In paragraaf 3.1 worden de resultaten voor de totale steekproef (48.924 woningen) per labelklasse gepresenteerd per woning en per vierkante meter woning voor primair energiegebruik en CO₂-uitstoot. In paragraaf 3.2 wordt de verdeling tussen gasverbruik en elektriciteitsverbruik verder toegelicht, terwijl in paragraaf 3.3 het energiegebruik per labelklasse en per type eigendom geanalyseerd wordt. Op basis daarvan worden in paragraaf 3.4 conclusies getrokken en keuzes gemaakt voor de verdere analyse.

3.1 Resultaten per labelklasse per woning en per m² woning

Het totale energiegebruik in een woning wordt in de EPA-methodiek (methodiek volgens het Energieprestatieadvies ISSO 82.3, 2009) uitgedrukt in MJ primaire energie.

- Voor gas wordt de primaire energie berekend door het gasverbruik (in m³) te vermenigvuldigen met de energie-inhoud (de zogenaamde specifieke warmte) van gas: 35,17 MJ/m³.

$$\text{Primaire energie gas [MJ]} = \text{gasverbruik [m}^3\text{]} * 35,17$$

- Voor elektriciteit wordt de primaire energie berekend door het elektriciteitsverbruik in kWh te delen door het rendement van een gemiddelde Nederlandse elektriciteitscentrale (0.39). Men krijgt dan de primaire energie in kWh. Om die in MJ om te zetten dienen de kWh vermenigvuldigd te worden met 3.6.

$$\text{Primaire energie elektriciteit [MJ]} = (\text{elektriciteitsverbruik [kWh]} / 0,39) * 3,6$$

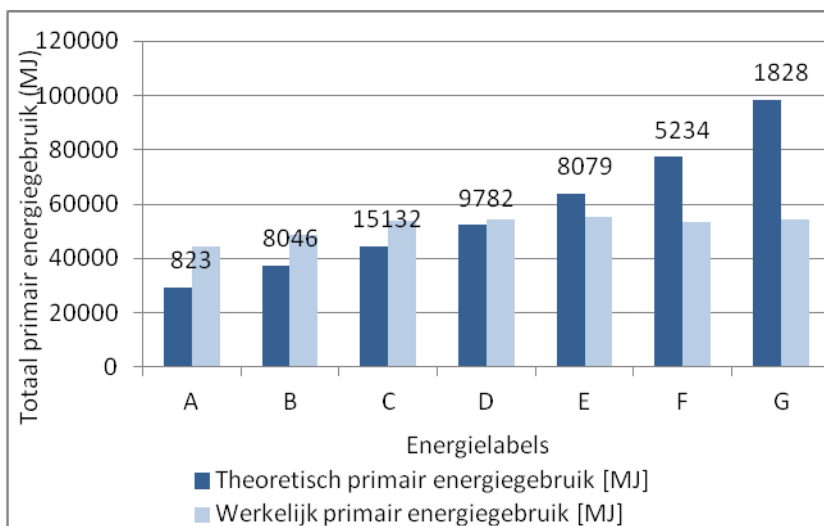
- De primaire energie voor gas en elektriciteit heeft dan dezelfde eenheid en beide kunnen bij elkaar worden opgeteld.

$$\text{Total primaire energie [MJ]} = \text{Primaire energie gas [MJ]} + \text{Primaire energie elektriciteit [MJ]}$$

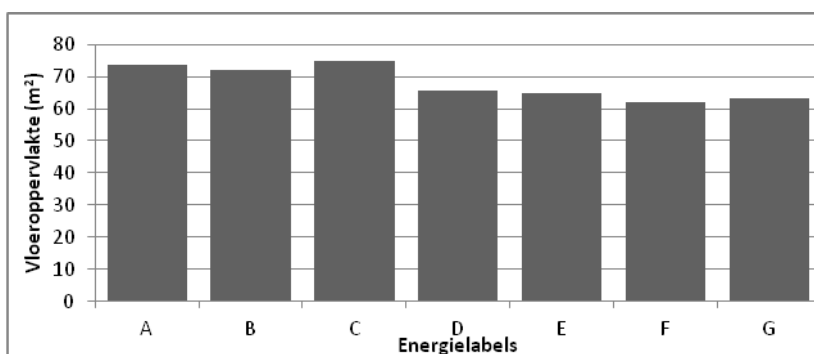
Figuur 1 laat het totale energiegebruik zien per woning voor elk van de zeven labelklassen A tot en met G. Zowel het theoretische primair gebruik als het werkelijke primair gebruik worden getoond. Het theoretische primair gebruik is het gebruik zoals berekend met de EPA-methodiek en geregistreerd in de RVO-database. Het werkelijke primair gebruik komt uit de database gas- en elektriciteitsverbruik van het CBS, en is bewerkt zoals hierboven aangegeven. De labels bovenaan de verticale balken in de figuur geven het aantal woningen in de categorie aan.

Er is een sterke daling in het theoretische primair energiegebruik naarmate de woningen in een betere labelklasse vallen, maar in werkelijkheid blijkt het gebruik veel minder snel te dalen. Voor de klassen G, F en E ligt het fors lager dan het theoretische verbruik, bij de labelklassen D, C, B en A is het werkelijke gebruik groter dan het theoretische gebruik. Het werkelijke energiegebruik in de woningen in de klassen G, F, E en D is ongeveer gelijk.

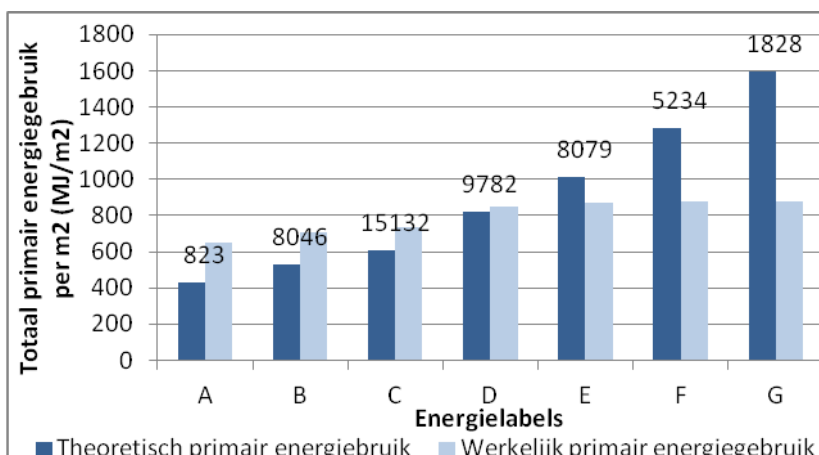
De woningen in alle labelklassen verschillen echter in oppervlakte (figuur 2), dus is het beter om de primaire energie per m² woningoppervlakte te gebruiken, (zie figuur 3). Het beeld van verbruik per m² is in lijn met het verbruik per woning: een sterk dalend theoretisch verbruik en een licht dalend



Figuur 1: Theoretisch en werkelijk totaal primair energiegebruik (gas + elektriciteit) per woning per labelklasse



Figuur 2: Gemiddelde vloeroppervlakte van de steekproefwoningen in de verschillende labelklassen



Figuur 3: Theoretisch en werkelijk totaal primair energiegebruik (gas + elektriciteit) per m² woning, per labelklasse

werkelijk verbruik naarmate de woningen in een betere vallen. Het werkelijk verbruik zet echter vanaf label G lager in dan het theoretisch verbruik en eindigt hoger dan het theoretisch verbruik bij label A; De labels G, F, E en D kennen onderling een zo goed als even groot verbruik. De daling van het wer-

kelijke energiegebruik per m2 per labelstap is licht groter dan de daling op woningniveau (figuur 3), maar nog steeds veel kleiner dan de daling in theoretisch gebruik. Om te begrijpen waardoor dit grote verschil tussen werkelijk en theoretisch verbruik wordt veroorzaakt, wordt de grafiek in paragraaf 3.2 gesplitst naar gas en elektriciteit.

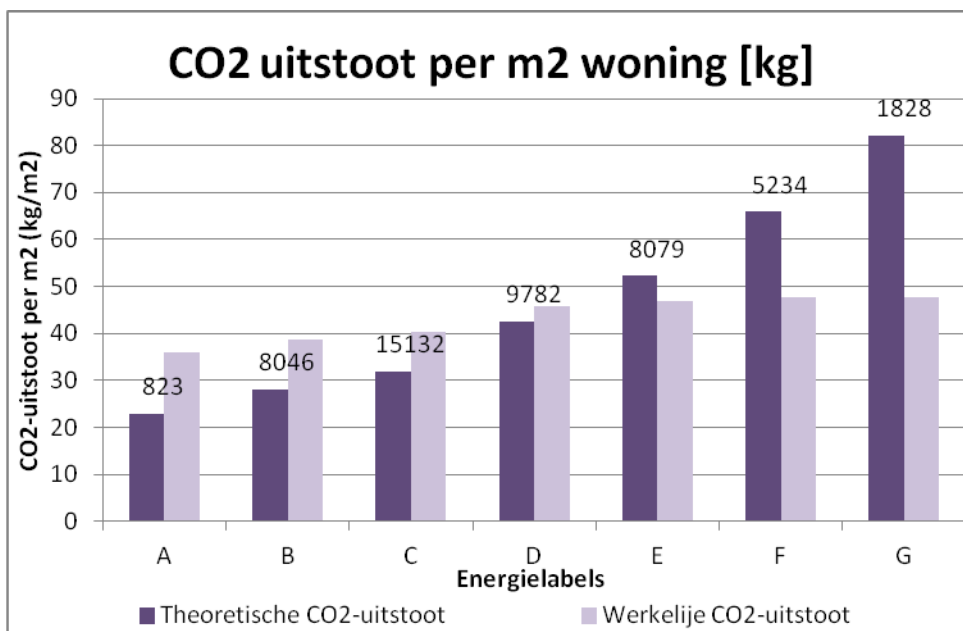
De corresponderende CO₂-uitstoot is afgebeeld in figuur 4. De verschillen tussen werkelijke en theoretische CO₂-uitstoot zijn kleiner dan de verschillen tussen werkelijk en theoretisch energiegebruik. De verklaring daarvoor volgt in paragraaf 3.2.

De theoretische CO₂-uitstoot komt uit de RVO-database en is gebaseerd op de volgende data (ISSO 82.3, 2009):

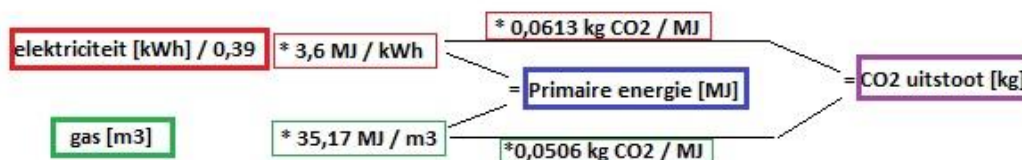
- 1 MJ primaire energie uit gas geeft een uitstoot van 0.0506 kg CO₂;
- 1 MJ primaire energie uit elektriciteit geeft een uitstoot van 0,0613 kg CO₂.

Voor de werkelijke CO₂-uitstoot zijn dezelfde conversiefactoren gebruikt.

Figuur 5 geeft een samenvatting van de rekenprocedure voor het primaire energiegebruik en de bijbehorende CO₂-uitstoot.



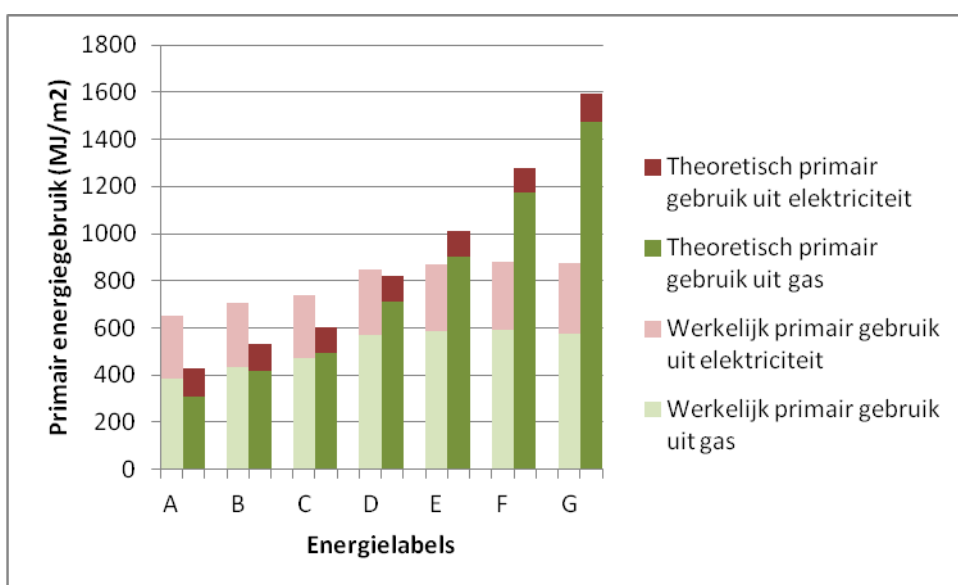
Figuur 4: Theoretische en werkelijke totale CO₂-uitstoot per labelklasse per m² woning (van gas + elektriciteit)



Figuur 5: Rekenprocedure voor primaire energie en CO₂- uitstoot

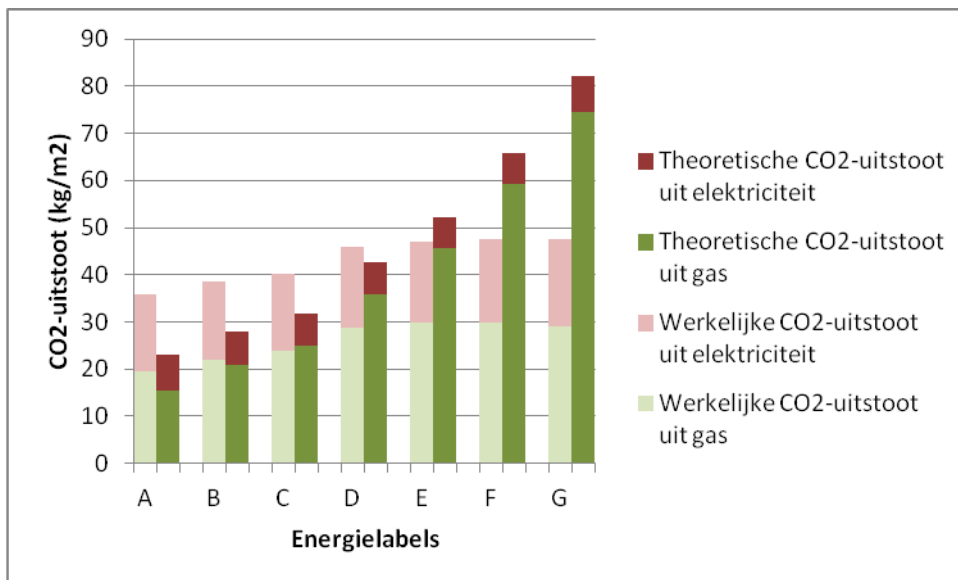
3.2 Verdeling van totale primair energiegebruik en van CO₂-uitstoot per labelklasse in elektriciteit en gas

Figuur 6 geeft de verdeling van het primaire energiegebruik per vierkante meter woningoppervlakte naar gas- en elektriciteitsverbruik. Het totale energiegebruik is gelijk aan dat in figuur 3. Zowel de theoretische als de werkelijk primaire energie door elektriciteitsverbruik blijven in de verschillende labelklassen ongeveer constant. Verschillen in het totale primaire energiegebruik worden dus veroorzaakt door verschillen in gasverbruik. Het werkelijke primaire energiegebruik door elektriciteitsverbruik is veel hoger dan het theoretische verbruik, want het bevat ook elektriciteitsverbruik door huishoudelijke apparaten, zoals televisies en koelkasten. In het theoretische elektriciteitsverbruik is alleen hulp-energie voor installatiesystemen en verlichting opgenomen. Uit figuur 6 blijkt dat het energielabel van een woning niet veel invloed heeft op het werkelijke elektriciteitsverbruik. Dit komt overeen met eerdere bevindingen (Majcen, 2013). Omdat het onderwerp van dit onderzoek het verschil tussen labelklassen is, ligt de focus in de volgende hoofdstukken bij gasverbruik en niet bij elektriciteitsverbruik.



Figuur 6: Aandeel van gas- en elektriciteitsverbruik in het totale primaire energiegebruik in MJ/m²

Op dezelfde manier laat figuur 7 het aandeel gas- en elektriciteitsverbruik in de totale CO₂-uitstoot zien. Elektriciteit speelt een belangrijker rol in deze grafiek, want 1 MJ Nederlandse elektriciteit heeft een hogere CO₂-uitstoot (0,0613 kg CO₂/MJ) dan gas (0,0506 kg CO₂/MJ), zoals aangegeven in paragraaf 3.1.

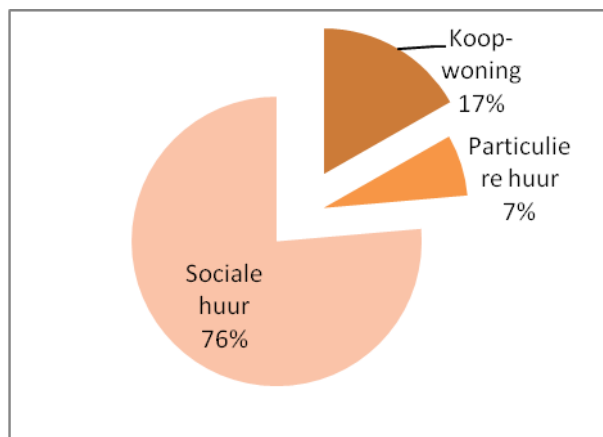


Figuur 7: Aandeel van gas en elektriciteit in de totale CO₂ uitstoot in kg/m²

Als gevolg van deze resultaten wordt vanaf hoofdstuk 4 het onderzoek gericht op gasverbruik en niet op elektriciteitsverbruik, omdat elektriciteitsverbruik in alle labels ongeveer gelijk is. Tevens wordt de CO₂-uitstoot meegenomen, omdat die belangrijk is voor het Amsterdamse klimaatbeleid waaruit de subsidieregeling voor labelstapverbetering is gebaseerd.

3.3 Eigendomsvormen per labelklasse

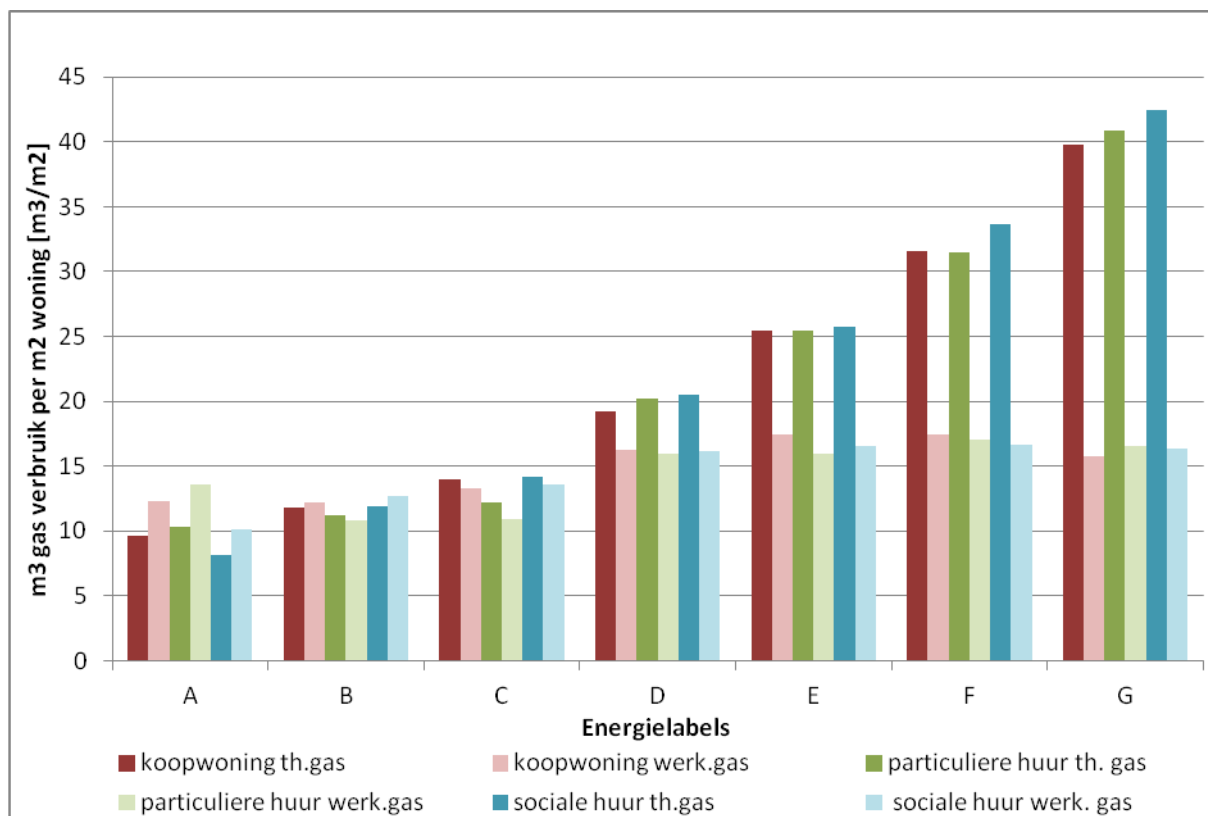
De RVO-database omvat woningen uit de sociale huursector, woningen van eigenaar-bewoners en woningen uit de particuliere huursector. Figuur 8 en tabel 1 laten zien dat verreweg de meeste woningen in de steekproef (76%) sociale huurwoningen zijn. Uit figuur 9 blijkt dat tussen de verschillende eigendomsvormen het werkelijk gasverbruik niet veel verschilt, (zie de kolommen 2, 4 en 6 van elk label). Het theoretisch gasverbruik daarentegen toont meer verschillen: het is duidelijk hoger voor de sociale huurwoningen met label D, F en G dan voor de andere eigendoms categorieën, terwijl het in label A duidelijk lager is. Dit is een indicatie dat de fysieke kwaliteit van sociale huurwoningen (waarop het energielabel gebaseerd is) in de slechte labelcategorieën slechter is dan de fysieke kwaliteit van vergelijkbare woningen uit de particuliere huursector en de koopsector. Voor label A lijkt daarentegen de fysieke kwaliteit in de sociale huursector beter dan in de andere sectoren. Dit met het voorbehoud dat de inspectie van de woningen met gelijke kwaliteit plaats vindt in de verschillende sectoren.



Figuur 8: Percentage verschillende eigendomsvormen in de steekproef

Tabel 1: Aantal woningen per type eigendom per labelklasse

Label	A	B	C	D	E	F	G	Total
Aantal koopwoningen	171	1622	2120	2258	1391	470	171	8203
Aantal particuliere huurwoningen	77	1076	851	277	304	455	306	3346
Aantal sociale huurwoningen	575	5348	12161	7247	6384	4309	1351	37375
Total	823	8046	15132	9782	8079	5234	1828	48924

**Figuur 9: Theoretisch en werkelijk gasverbruik per eigendomstype [m³ gas/m²]**

In de volgende hoofdstukken worden alleen de resultaten gepresenteerd van de sociale huurwoningen. Strikt genomen hoeven corporatiewoningen niet exact overeen te komen met sociale huurwoningen, maar omdat in fase 2 de studie gekoppeld zal worden aan gedragskenmerken, die kunnen verschillen per eigendoms categorie, is de studie beperkt tot de groep woningen die in de RVO database aangemerkt was als sociale huurwoningen.

3.4 Gas- en elektriciteitsverbruik per labelklasse in de Amsterdamse sociale huursector

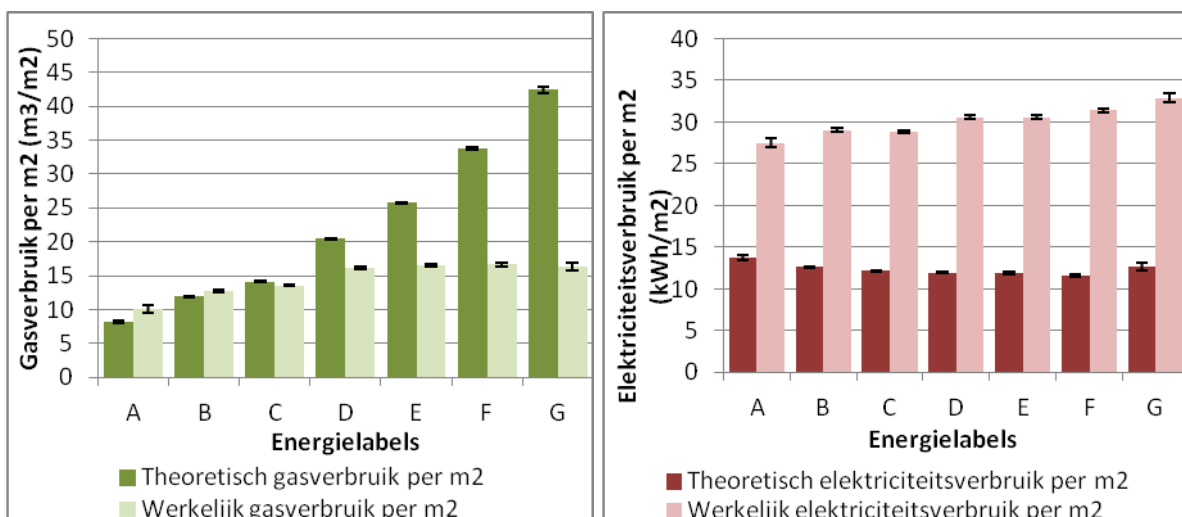
Figuur 10 geeft het gas- en elektriciteitsverbruik per labelklasse weer voor de gehele Amsterdamse sociale huursector. Het elektriciteitsverbruik is, zoals eerder in dit rapport beschreven, voor alle labelcategorieën bijna gelijk. Toch wordt vanaf label F in de theoretische berekening voor elke labelstap een toename van het elektriciteitsverbruik voorspeld omdat modernere systemen (zoals mechanische ventilatie en warmtepompen) ook meer elektriciteit gebruiken. In de praktijk wordt echter wel een significante besparing bereikt (de 95% betrouwbaarheidsintervallen overlappen elkaar niet), waarvoor geen simpele uitleg te vinden is. Wellicht zal fase 2 daarin meer inzicht kunnen leveren.

Wat betreft het gasverbruik moet geconstateerd worden dat voor de labels D tot en met G het werkelijke verbruik aanzienlijk lager ligt dan het theoretische verbruik. Bij label G is het theoretische verbruik ongeveer 2,5 keer hoger dan het werkelijke verbruik. Ook is te zien dat het werkelijke gasverbruik in labels D, E, F en G onderling vrijwel identiek is.

Deze resultaten zijn in lijn met resultaten uit eerdere onderzoeken (Majcen et al., 2013, drie publicaties) op een nationale steekproef van bijna 200.000 woningen (waarvan 79% sociale huurwoningen zonder splitsing naar wel en niet recentelijk gerenoveerde woningen) waaruit ook bleek dat het werkelijke energiegebruik bij 'slechte' labelklassen (D-G) sterk lager is dan het theoretische gebruik. Bij hoge labelklassen (A-B) was, net als hier, de situatie andersom: het werkelijke energiegebruik is daar hoger dan het theoretische energiegebruik. De situatie voor de Amsterdamse corporatiewoningen is zelfs slechter dan voor de woningen in de nationale steekproef in de zin dat er geen enkele verbetering is te zien tussen labels G, F, E terwijl er in de nationale steekproef een kleine, maar significante verbetering te zien was. Over mogelijke oorzaken voor het verschil in de kwaliteit van de voorspelling door de labels heen kon in eerdere onderzoeken geen eenduidige verklaring gevonden worden, maar de volgende parameters spelen waarschijnlijk een belangrijk rol:

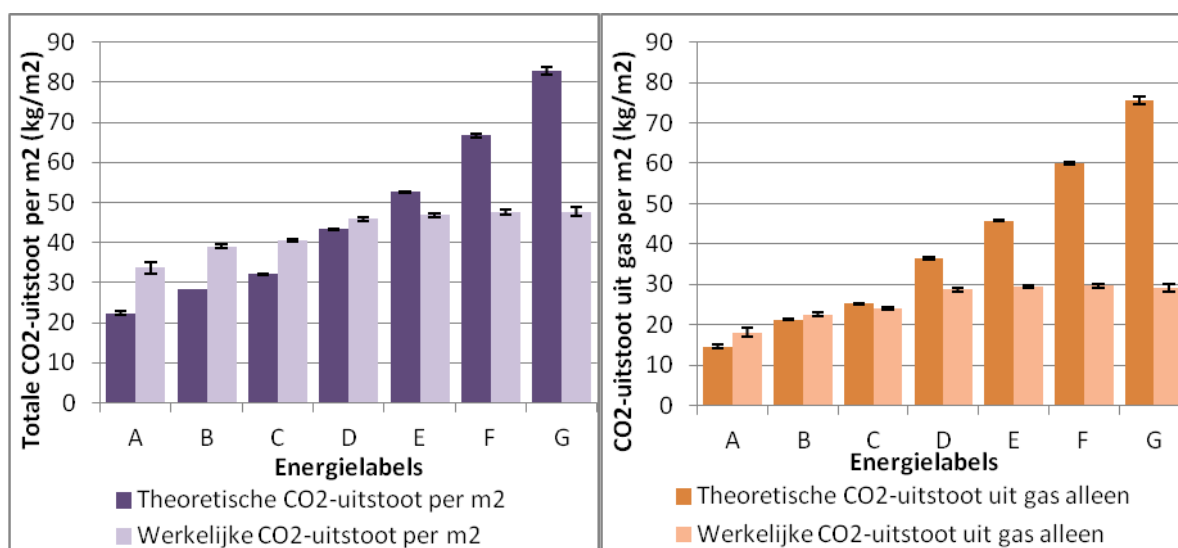
- In woningen met slechtere labels wordt meestal niet, zoals aangenomen wordt in de EPA-rekenmethode, de gehele woning verwarmd, maar beperken bewoners zich tot het verwarmen van delen van de woning.
- De gemiddelde temperatuur in een woning is mede daardoor lager in woningen met slechtere labels. Hiermee wordt geen rekening gehouden in de EPA-methode, die uitgaat van gelijk comfort in alle labelcategorieën.
- Fysieke kenmerken van de woning zoals de isolatie (U-waarde) en luchtinfiltratie, die bepalend zijn voor het vaststellen van het theoretisch verbruik, zijn moeilijker vast te stellen bij oudere woningen (die veelal een slechter label hebben) dan nieuwe woningen of gerenoveerde woningen.
- Daarnaast kunnen huishoudenskenmerken (inkomen, aantal personen etc.) en gedragskenmerken (stoken, gebruik van apparaten, luchten van de woning, etc.) tussen labelklassen verschillen.

Fase 2 van dit onderzoek zou meer inzichten kunnen bieden in deze parameters.



Figuur 10: Theoretisch en werkelijk verbruik van gas (links) en elektriciteit per m² woning in de sociale huursector.

Figuur 11 geeft de totale CO₂-uitstoot en de CO₂-uitstoot uit gasverbruik. Deze figuur komt dus overeen met de figuren 5 en 7, maar houdt alleen rekening met sociale huurwoningen. De relatie tussen werkelijke en theoretische CO₂-uitstoot in de verschillende labelklassen blijft vergelijkbaar met de relatie voor gasverbruik. Er is ook hier bijna geen reductie tussen de labelstappen van G naar D.



Figuur 11: Theoretische en werkelijke uitstoot van CO₂ per m², links het totaal (gas + elektriciteit) en rechts alleen voor gas

In de tabellen 2 en 3 zijn de resultaten van de figuren 10 en 11 samengevat per labelstap. De tabellen geven weer wat de verwachte besparing is volgens de energielabelmethodiek (theoretisch) en volgens de CBS-energiegegevens (werkelijkheid). De besparing is uitgesplitst naar gasverbruik [m³ gas/m²], elektriciteitsverbruik [kWh/m²], totale CO₂-uitstoot (gas + elektriciteit) en totale primaire energiegebruik (gas + elektriciteit). In de tabellen 4 en 5 worden de data ook weergegeven op woningniveau. Het zal duidelijk zijn dat de werkelijke besparing op gasverbruik en primaire energie sterk tegenvalt, evenals de daling van de CO₂-uitstoot. De reductie van gasverbruik wordt op ongeveer 20-30% per labelstap geschat, maar in werkelijkheid is de reductie veel kleiner. Er is een opmerkelijke werkelijke reductie tussen de stap van D naar C en van B naar A (respectievelijk 16 en 20%), maar tussen slechtere labels G, F en E is bijna geen werkelijke reductie te signaleren. De absolute reductiewaarden zijn te vinden in tabel 2, de relatieve waarden in tabel 3.

Tabel 2: Absolute theoretische en werkelijke besparing op gas, elektriciteit, totale CO₂-uitstoot en totale primaire energie per m² woning per labelstap

	Gas [m ³ /m ²]		Elektriciteit [kWh/m ²]		Totale CO ₂ -uitstoot [kg/m ²]		Totale primaire energie [MJ/m ²]	
	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk
B-A	3,7	2,5	-1,1	1,6	6,0	5,4	121,3	102,8
C-B	2,2	0,9	-0,5	-0,2	3,7	1,4	74,7	28,8
D-C	6,3	2,6	-0,2	1,7	11,2	5,5	221,1	105,7
E-D	5,3	0,5	-0,1	0,0	9,3	0,9	184,1	17,4
F-E	7,9	0,1	-0,3	0,8	14,1	0,6	278,0	10,6
G-F	8,7	-0,4	1,0	1,5	16,2	0,2	316,9	1,1
G-A	34,2	6,2	-1,1	5,4	60,5	14,0	1196,2	266,4

Tabel 3: Percentage theoretische en werkelijke besparing op gas, elektriciteit, totale CO₂-uitstoot en totale primaire energie per m² woning per labelstap

	Gas [m ³ /m ²]		Elektriciteit [kWh/m ²]		Totale CO ₂ -uitstoot [kg/m ²]		Totale primaire energie [MJ/m ²]	
	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk
B-A	31%	20%	-9%	5%	21%	14%	23%	14%
C-B	16%	6%	-4%	-1%	12%	4%	12%	4%
D-C	31%	16%	-1%	6%	26%	12%	27%	12%
E-D	20%	3%	-1%	0%	18%	2%	18%	2%
F-E	24%	1%	-2%	2%	21%	1%	21%	1%
G-F	21%	-2%	8%	5%	20%	0%	20%	0%
G-A	81%	38%	-9%	16%	73%	29%	74%	30%

Tabel 4: Absolute theoretische en werkelijke besparing op gas, elektriciteit, totale CO₂-uitstoot en totale primaire energie per woning per labelstap

	Gas [m ³]		Elektriciteit [kWh]		Totale CO ₂ -uitstoot [kg]		Totale primaire energie [MJ]	
	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk
B-A	236,3	145,5	-165,0	-46,7	327,1	232,5	6852,3	4686,7
C-B	242,4	158,7	40,1	176,4	454,1	382,3	8894,7	7211,5
D-C	261,3	37,8	-124,4	-158,4	394,6	-22,4	8062,0	-135,1
E-D	305,0	21,4	-19,6	-30,9	531,7	20,6	10565,2	467,8
F-E	428,5	-33,8	-49,8	-36,1	734,3	-80,6	14645,2	-1522,7
G-F	565,7	5,8	70,0	118,8	1046,3	77,5	20554,6	1299,2
G-A	2039,2	335,4	-248,7	23,0	3488,2	609,8	69574,1	12007,3

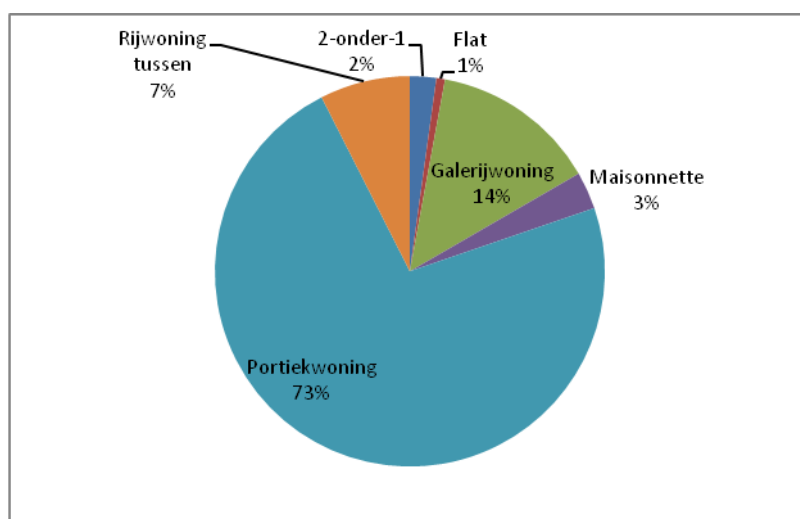
Tabel 5: Percentage theoretische en werkelijke besparing op gas, elektriciteit, totale CO₂-uitstoot en totale primaire energie per woning per labelstap

	Gas [m ³]		Elektriciteit [kWh]		Totale CO ₂ -uitstoot [kg]		Totale primaire energie [MJ]	
	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk	theoretisch	werkelijk
B-A	30%	18%	-19%	-2%	18%	9%	19%	10%
C-B	24%	16%	4%	8%	20%	13%	20%	13%
D-C	20%	4%	-16%	-8%	15%	-1%	15%	0%
E-D	19%	2%	-3%	-2%	16%	1%	17%	1%
F-E	21%	-3%	-7%	-2%	18%	-3%	19%	-3%
G-F	22%	1%	9%	6%	21%	3%	21%	2%
G-A	79%	33%	-32%	1%	69%	21%	71%	22%

4 Theoretisch en werkelijk gasverbruik en CO₂-uitstoot per woningtype per labelklasse

In de hoofdstukken 4 t/m 7 hebben alle data betrekking op de Amsterdamse sociale huursector (steekproef 37.322 woningen omdat de categorieën met minder dan 10 woningen verwijderd moesten worden vanwege het privacybeleid van het CBS) en wordt (om redenen uiteengezet in hoofdstuk 3) voornamelijk ingegaan op het gasverbruik en de daaruit volgende CO₂-uitstoot. In dit hoofdstuk wordt verkend in hoeverre het type woning invloed heeft op de resultaten van hoofdstuk 3.

De verdeling van de verschillende woningtypes uit de steekproef is te zien in Figuur 12. De grootste categorie wordt gevormd door portiekwoningen (73%), gevolgd door galerijwoningen (14%) en rijwoningen (7%). Het aantal woningen per labelklasse is te zien in tabel 6.



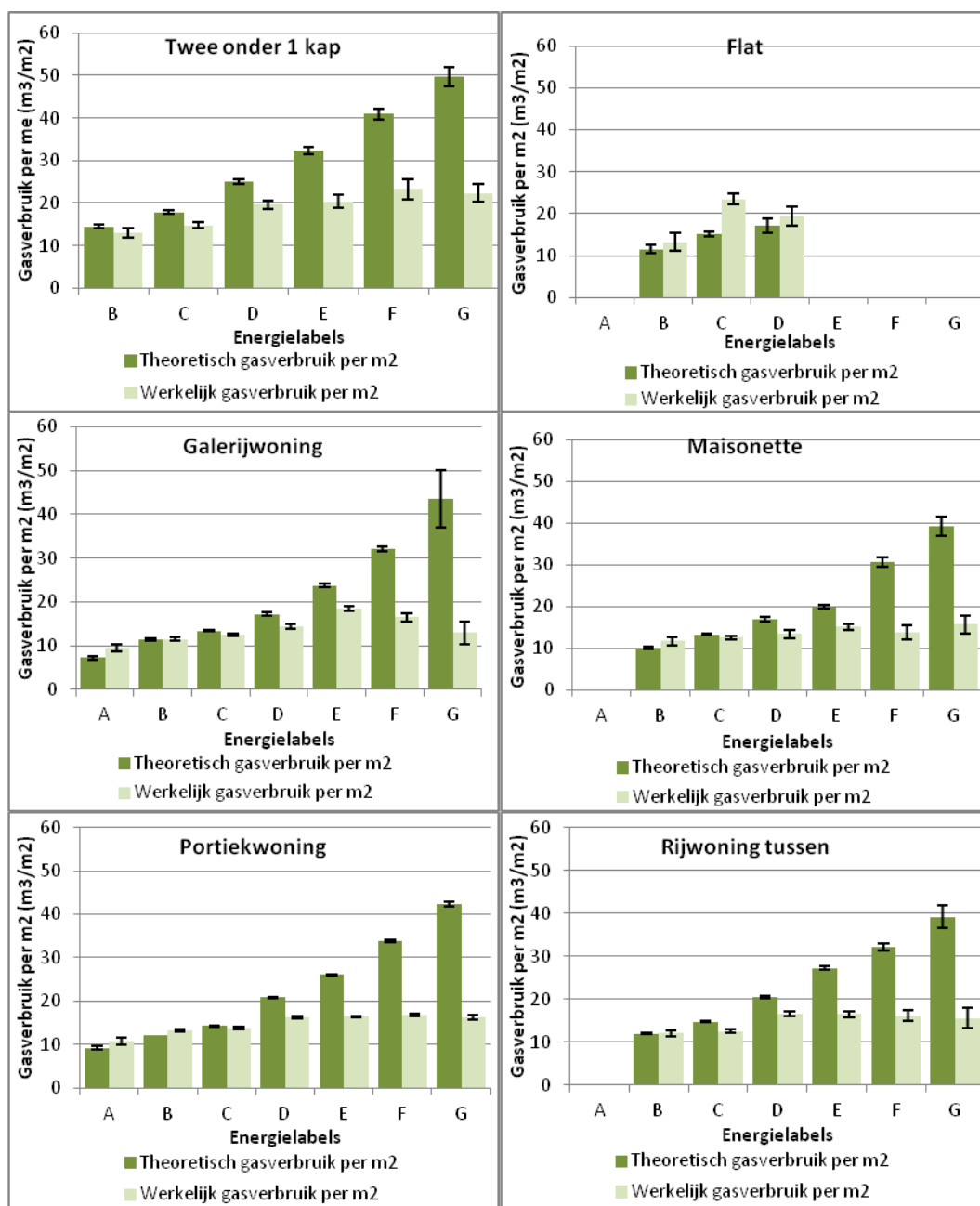
Figuur 12: Types woningen in de steekproef

Tabel 6: Aantal woningen per woningtype per energielabelklasse (n=37.322)

Label	Twee-onder-een-kapwoningen	Flatwoningen	Galerijwoningen	Maisonnettes	Portiekwoningen	Rijwoningen tussen
A			253		296	343
B	66	30	1116	169	3623	1032
C	238	181	1990	436	8284	707
D	231	57	727	142	5383	469
E	159		637	299	4807	192
F	70		357	67	3618	50
G	48		55	42	1148	
Totaal	812	268	5135	1155	27159	2793

Figuur 13 geeft het theoretische en werkelijke gasverbruik per energielabelklasse voor ieder van deze woningtypes. De zwarte I-profielen in elke grafiekstaaf geven de 95%-betrouwbaarheidsinterval. Al-

leen wanneer de intervallen elkaar niet overlappen kan men spreken van een significant verschil in de gemiddelde waarde. De omvang van het 95%-betrouwbaarheidsinterval reflecteert ook het aantal woningen per energielabel uit de steekproef.



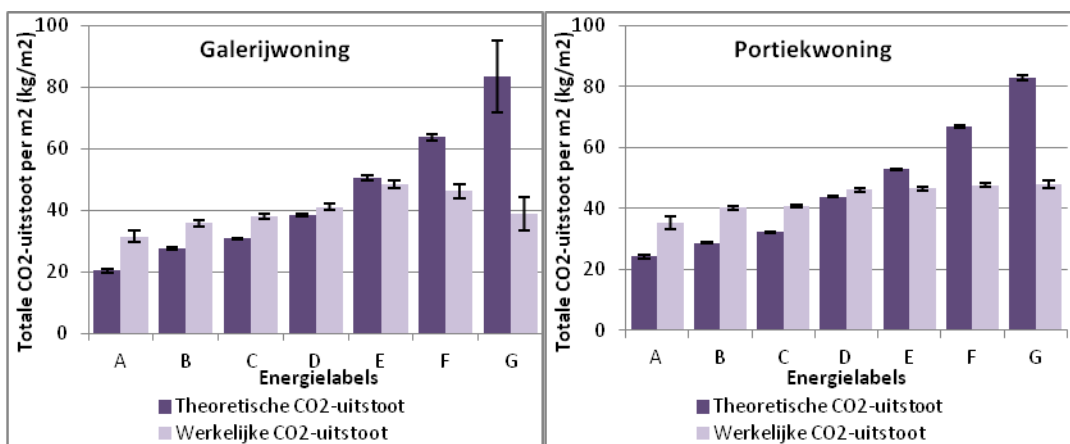
Figuur 13: Werkelijk en theoretisch gasverbruik [m³/m²] per woningtype per m² woning

De verhouding tussen het werkelijke en theoretische gasverbruik vertoont een min of meer constant beeld in de verschillende woningtypes (behalve voor de flats), maar toch zijn er duidelijke verschillen:

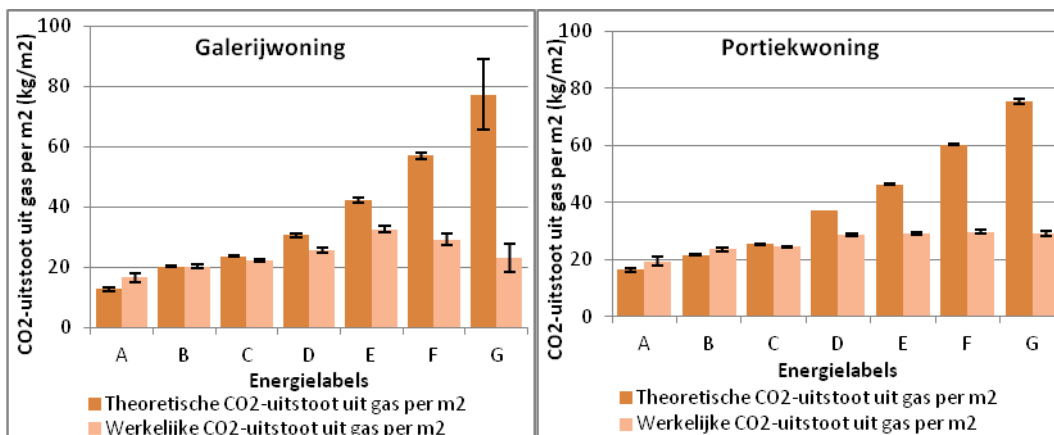
- De overschatting van het verbruik bij slechte energielabels is het grootst bij galerijwoningen.
- Het werkelijke gasverbruik van flatwoningen in de energielabelklassen B, C en D is hoger dan het theoretisch verbruik. Dat komt in andere woningtypes niet voor in de energielabelklassen C en D. De flatwoningen zijn slechts met 2% in de steekproef vertegenwoordigd en er kan sprake zijn van een paar specifieke appartementenblokken die niet representatief zijn.
- De stijging van het werkelijke gasverbruik vanaf energielabel G tot D/E is ook interessant. Deze trend is opmerkelijk en (licht) significant in galerijwoningen. Het vindt in lichtere mate ook plaats in rijwoningen en portiekwoningen, maar de trend is voor deze woningtypes niet signi-

ficant (zie hoofdstuk 7). Het lagere gebruik bij slechte energielabels kan te maken hebben met sociaaleconomische omstandigheden. Fase 2 van dit project zou daarover meer inzichten kunnen genereren.

De figuren 14 en 15 laten de CO₂-uitstoot zien van de twee meest voorkomende woningtypes (galerijwoningen en portiekwoningen). Andere woningtypes zijn te vinden in bijlage D. In figuur 14 wordt de totale uitstoot (gas + elektriciteit) weergegeven. Zoals eerder geschreven in dit rapport, heeft Nederlandse elektriciteit een grotere CO₂-footprint dan gas. Als gevolg daarvan is de werkelijke CO₂-uitstoot van de energielabels D t/m A groter dan de theoretische uitstoot. De daling van CO₂-uitstoot per energielabelsprong blijft laag, zoals bij gasverbruik. Figuur 15 geeft de CO₂-uitstoot weer voor alleen gas. Het beeld is hier gelijk aan het gasverbruik (zie figuur 13) omdat de CO₂-uitstoot gelijk is aan het gasverbruik vermenigvuldigd met een constant factor ($35,17 \cdot 0,0506 = 1,7796$) (zie hoofdstuk 3).



Figuur 14: Werkelijke en theoretische totale CO₂-uitstoot (gas + elektriciteit) per m² per woningtype



Figuur 15: Werkelijke en theoretische CO₂-uitstoot per m² uit gas per woningtype.

5 Theoretisch en werkelijk gasverbruik en CO₂-uitstoot per bouwjaarklasse per energielabelklasse

In dit hoofdstuk wordt de analyse van hoofdstuk 4 herhaald, dit keer per bouwjaarklasse in plaats van per woningtype.

De bouwjaarclassen zijn weergegeven in tabel 7. Deze zijn tot 1991 gebaseerd op de voorbeeldwoningen (AgentschapNL, 2011). Na 1991 is een verdere splitsing gemaakt, afhankelijk van de verplichte energieprestatiecoëfficiënt (EPC) die in 1996 is geïntroduceerd. De periode voor de EPC is de eerste categorie, de periode met EPC 1,4-1,2 de tweede (1996-1999) en woningen met EPC lager dan 1,0 (oftewel woningen gebouwd na het jaar 2000) de derde.

Tabel 7: Bouwjaarclassen in voorbeeldwoningen en in dit rapport

Referentie woningen 2001		1946-1965	1966-1975	1976-1979	1980-1988	1989-1996	
Voorbeeld woningen 2007	- 1945	1946-1965	1966-1975	1976-1979	1980-1988	1989-2000	
Voorbeeld woningen 2011	- 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991		1992-2005	
Gebruikte categorieën in dit rapport	- 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991		1992-1995	1996-1999 2000

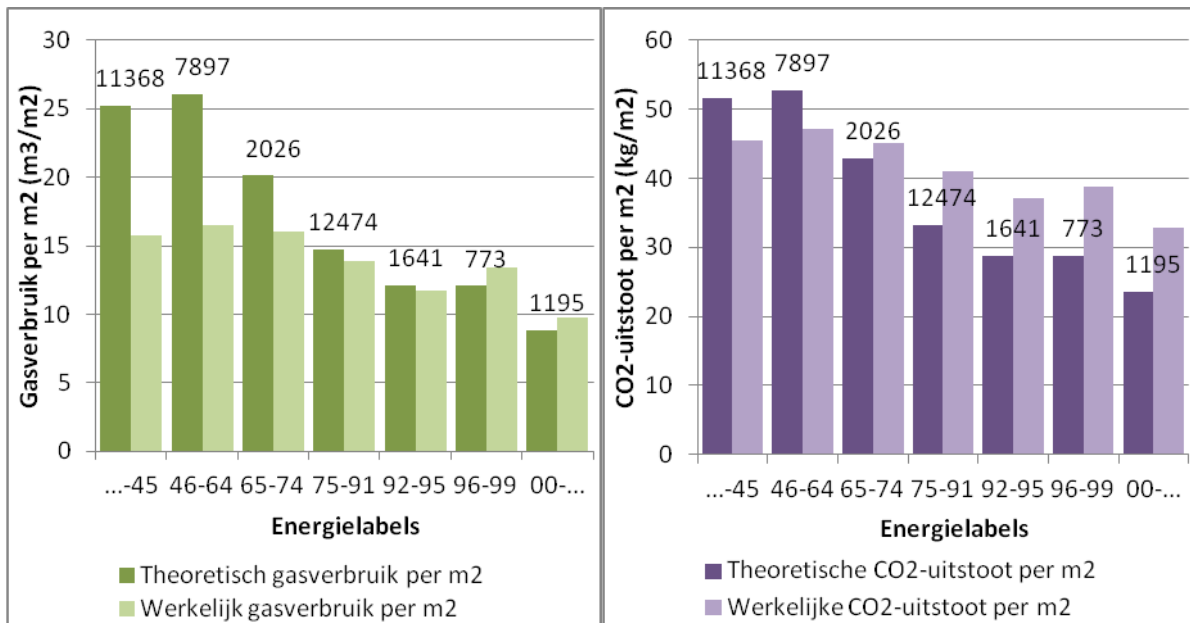
De frequentieverdeling over deze bouwjaarclassen voor de totale steekproef en per energielabelcategorie is weergegeven in tabel 8. De meeste woningen zijn van voor 1945, gevolgd door woningen uit de periode 1975-1991 en woningen die kort na de oorlog zijn gebouwd (1946-1964).

Tabel 8: Verdeling van de Amsterdamse sociale huursector per bouwjaarklasse

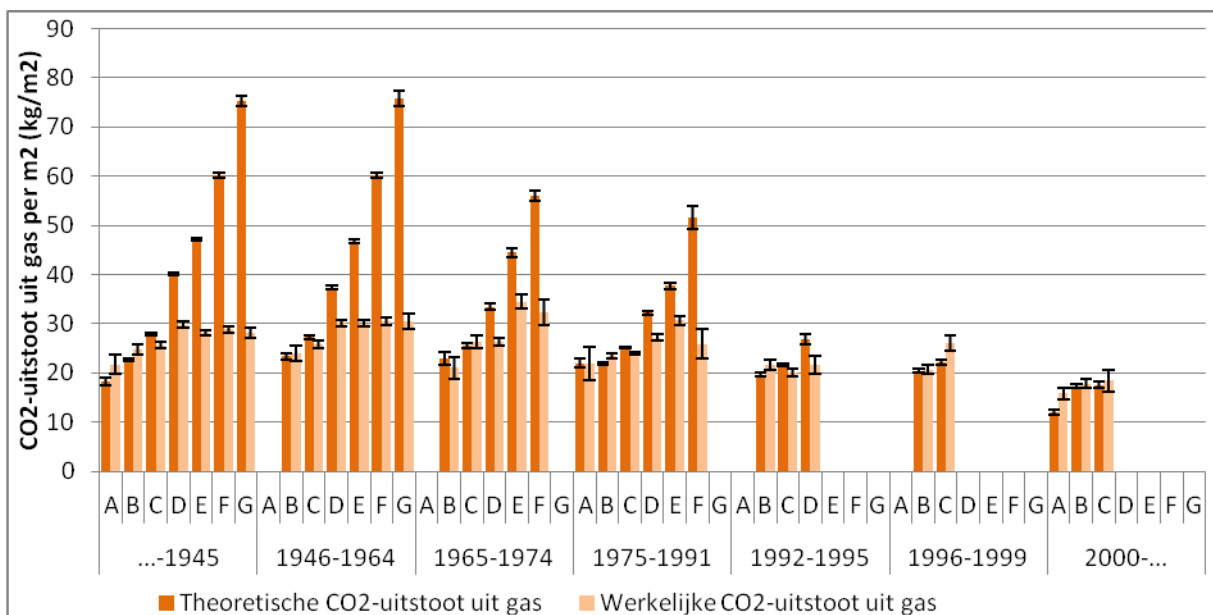
	...-1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-1995	1996-1999	2000-...	Totaal
A	124			49			368	541
B	886	301	45	2528	589	345	654	5348
C	1605	1161	385	7577	851	409	172	12160
D	2754	1783	974	1543	173			7227
E	3141	2048	476	712				6377
F	2061	2056	138	54				4309
G	797	542						1339
Totaal	11368	7891	2018	12463	1613	754	1194	37301

Figuur 16 laat het werkelijke en theoretische gasverbruik en de totale CO₂-uitstoot zien per bouwjaarklasse. Figuur 17 laat de CO₂-uitstoot van alleen gas zien. In de figuren 16 en 17 is de steekproef licht groter dan 37301 omdat geen verdeling naar energielabelklasse is gehanteerd en er dus geen cases zijn weggevallen ten gevolge van het privacybeleid van het CBS. Aannemend dat de slechtere energielabels vooral voorkomen in de oudere woningvoorraad en de betere vooral in nieuwere woningen (zie

ook later in dit hoofdstuk), komt het beeld overeen met het beeld uit de energielabelklassen: hoe ouder de woning, hoe groter het theoretische gasverbruik en hoe groter de overschatting van het werkelijke gasverbruik.

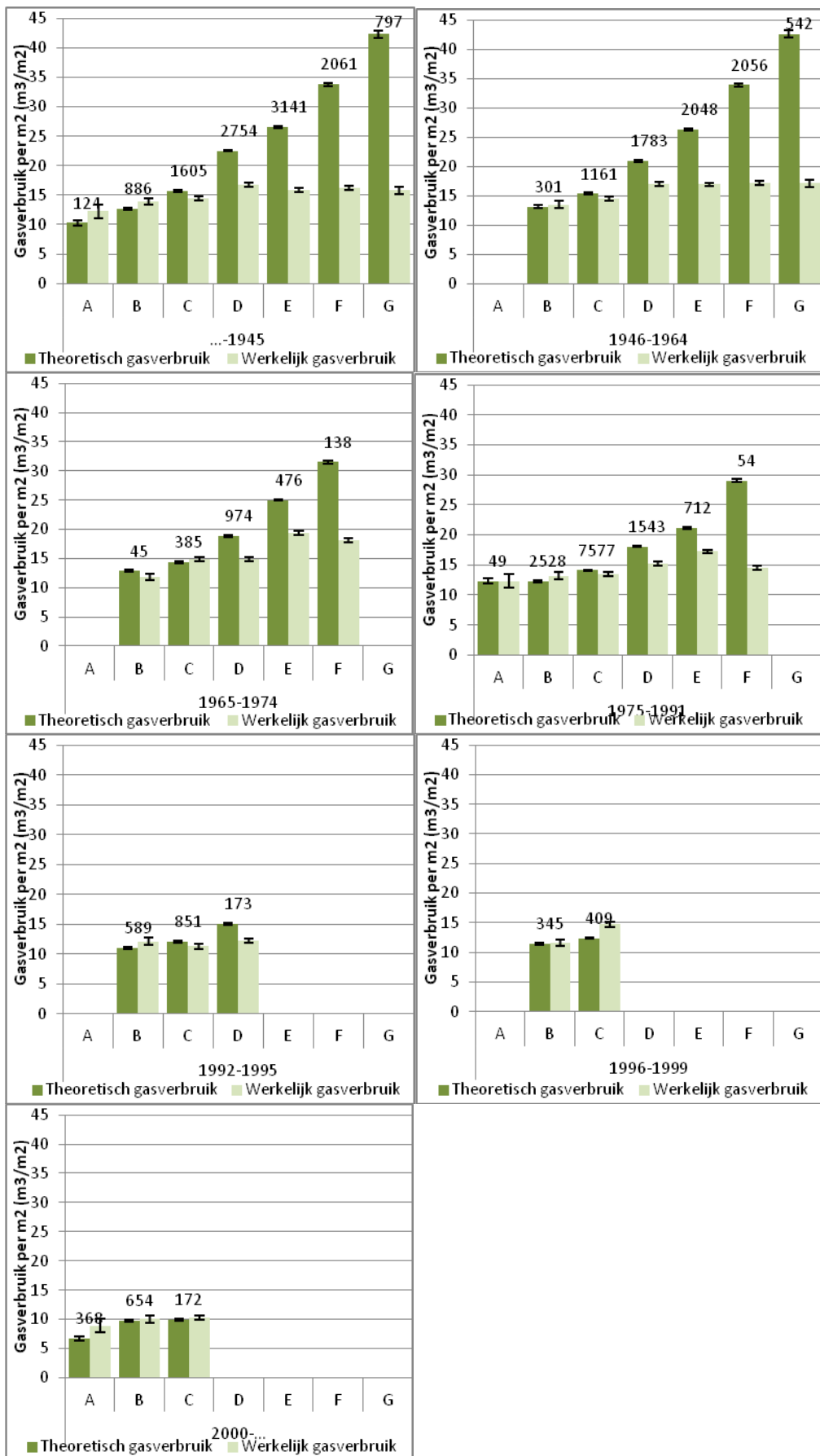


Figuur 16: Gasverbruik en totale CO₂-uitstoot (gas + elektriciteit) in verschillende bouwjaarklassen



Figuur 17: CO₂-uitstoot van gas in verschillende bouwjaarklassen per labelklasse

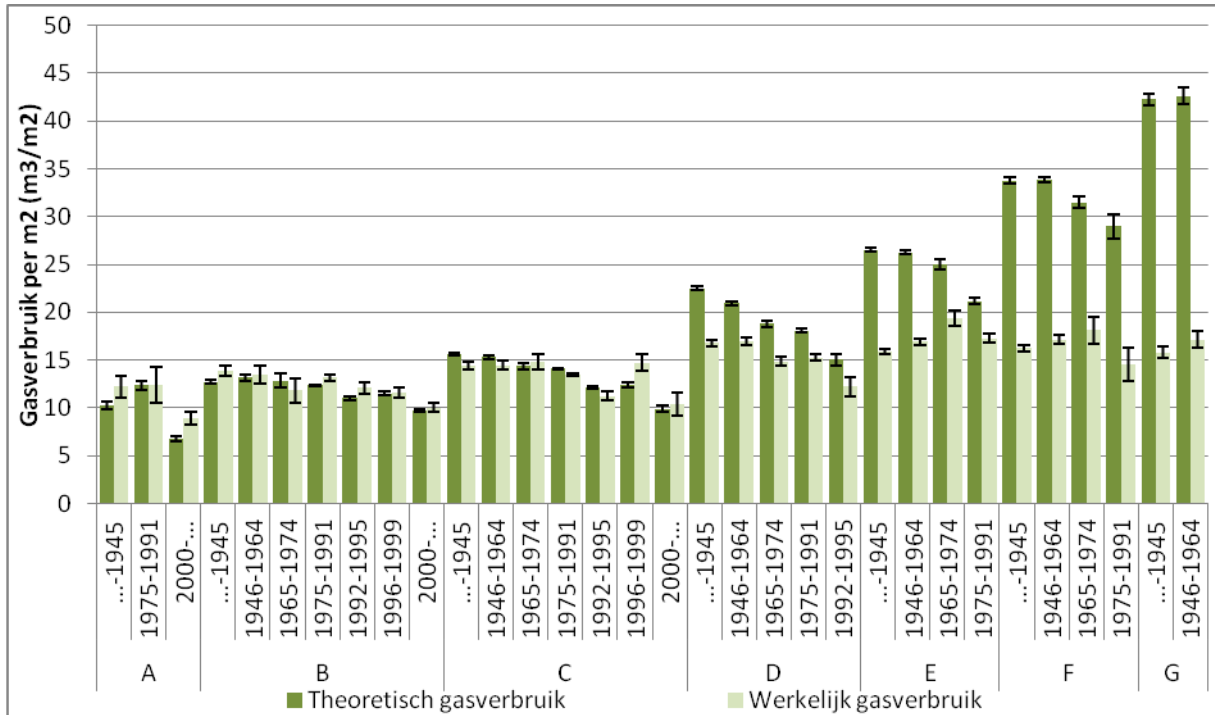
In figuur 18 zijn de gasverbruiken per bouwjaarklasse verdeeld naar energielabelklasse. Het verschil tussen het theoretische en werkelijke verbruik blijkt kleiner bij nieuwere woningen; dit komt voornamelijk doordat het theoretisch verbruik kleiner is bij nieuwere woningen. Het gasverbruik in nieuwere woningen lijkt dus beter voorspeld te worden door de energielabelmethodiek dan het gasverbruik in oudere woningen. Bij nieuwere woningen wordt het verbruik vaker onderschat. In alle bouwjaarklas-



Figuur 18: Gasverbruik per m² woning in verschillende bouwjaarklassen per energielabel-klasse

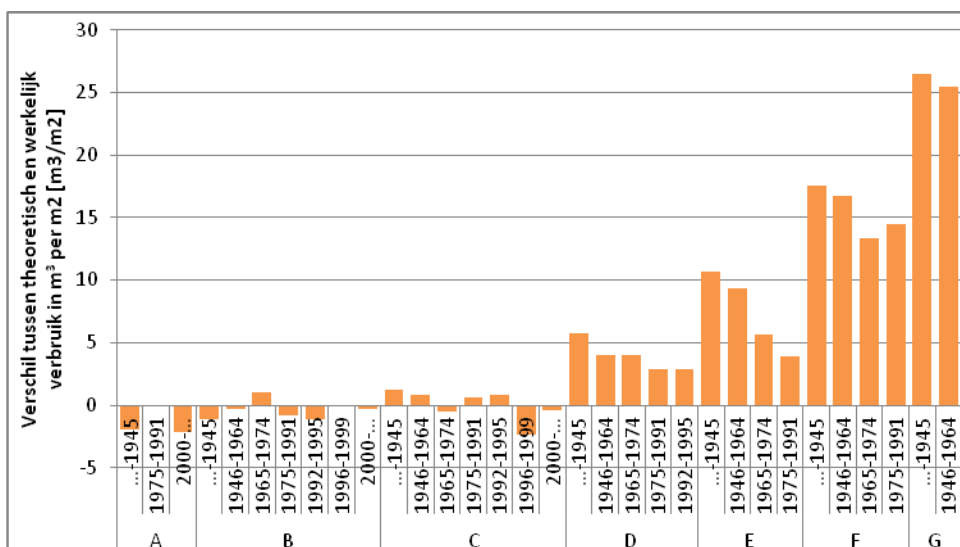
sen is er een daling in werkelijk gasverbruik tussen energielabel D en energielabel A, maar tussen energielabel D en slechtere energielabels is er meestal weinig verschil in werkelijk verbruik.

Figuur 19 toont hetzelfde, maar ditmaal zijn de gasverbruiken per energielabelklasse verdeeld naar bouwjaar-klasse.



Figuur 19: Gasverbruik per m² woning in verschillende energielabelklassen per bouwjaar-klasse

Figuur 20 toont het verschil tussen het theoretische en werkelijke gasverbruik. Van de energielabels G tot en met D is duidelijk een daling in verschil te zien naarmate de woning nieuwer is. De schatting van het gasverbruik is beter bij de energielabels A, B en C, ongeacht de bouwperiode.



Figuur 20: Verschil in theoretisch en werkelijk gasverbruik per m² woning in verschillende energielabelklassen per bouwjaar-klasse

6 Theoretisch en werkelijk gasverbruik en CO₂-uitstoot per woningtype, bouwjaarklasse en energielabelklasse

In dit hoofdstuk worden de resultaten voor de meest voorkomende woningtypes in de steekproef besproken: portiekwoningen en galerijwoningen uit de jaren 1946-1991 (zie figuur 21 en figuur 22). De resultaten voor alle overige significante woningcategorieën zijn te vinden in bijlage D. De frequenties in elke groep zijn boven de verticale balken in de grafieken weergegeven.

Het gasverbruik in galerijwoningen is ongeveer zoals te zien in figuur 10. Bij nieuwere woningen is de overschatting van het werkelijke verbruik (theoretisch verbruik) kleiner dan bij oudere woningen. Dit lijkt voornamelijk te worden verklaard door een betere theoretische berekening naarmate de woning nieuwer is.

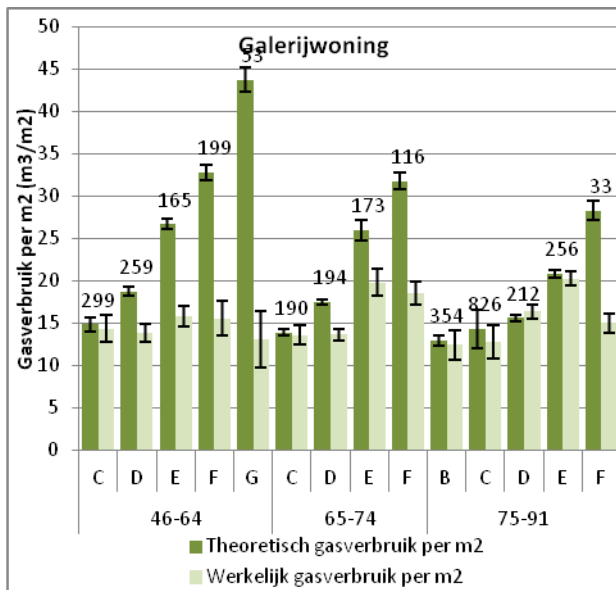
In alle bouwjaarklassen is er een opmerkelijke stijging van het werkelijke gasverbruik te zien wanneer het energielabel verbetert van G naar F en van F naar E. Het 95% betrouwbaarheidsinterval laat echter zien dat deze daling alleen significant is (de intervallen overlappen elkaar niet) in de bouwjaarklasse 1975-1991. In de andere bouwjaarklassen is dezelfde trend te zien, maar die is niet significant omdat de intervallen elkaar overlappen.

Verder is te stellen dat

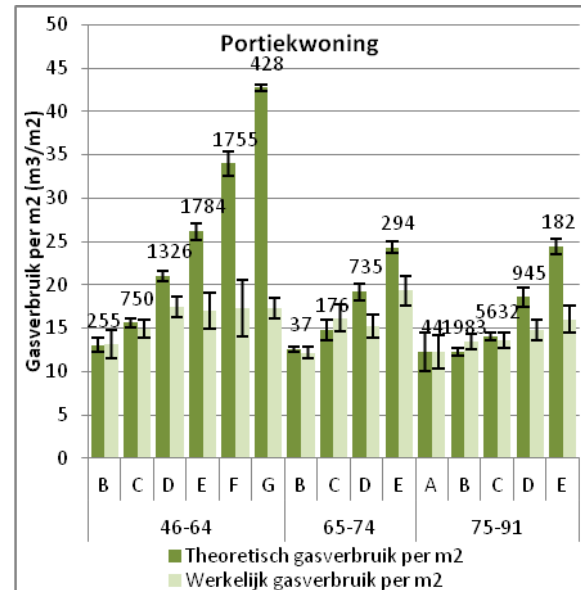
- het werkelijke gasverbruik in de C-labels niet afhankelijk is van het bouwjaar;
- het werkelijke gasverbruik in de D-labels significant hoger is in de bouwperiode 1975-1991 dan in de perioden daarvoor;
- het werkelijke gasverbruik in de E-labels significant hoger is in de bouwperiode 1965-1991 dan in de periode daarvoor;
- het werkelijke gasverbruik in de F-labels het hoogste is in de bouwperiode 1965-1974.

Er is geen eenduidige uitleg te vinden voor deze bevindingen. De fysieke kwaliteit van de constructie kan een rol spelen, alsmede specifieke bewonerskenmerken.

Bij portiekwoningen (figuur 22) zijn voor energielabel E dezelfde bevindingen (hetzij minder significant) zichtbaar (werkelijk gasverbruik hoger in de bouwperiode 1965-1991). Er zijn verder geen grote verrassingen ten opzichte van de bevindingen in eerdere hoofdstukken. Ook hier is de voorspelling (theoretisch gasverbruik) in overeenkomst met de werkelijkheid naarmate de woning jonger is.



Figuur 21: Gasverbruik per m² in galerijwoningen per bouwjaar-klasse en per energielabelklasse [m³/MJ]



Figuur 22: Gasverbruik per m² in portiekwoningen per bouwjaar-klasse en per energielabelklasse [m³/MJ]

7 Meervoudige lineaire regressie

Als laatste stap hebben wij onderzocht hoe alle hierboven bestudeerde variabelen samen het werkelijke en theoretische gasverbruik en de werkelijke en theoretische CO₂-uitstoot beïnvloeden. Naast woningtype, energielabelklasse, oppervlakte en bouwjaar (getransformeerd naar woningleeftijd) zijn ook de installatietypes meegenomen omdat deze zeer bepalend kunnen zijn voor het energiegebruik. De regressieanalyse is eerst uitgevoerd voor gasverbruik, elektriciteitsverbruik, primaire energie en CO₂-uitstoot als afhankelijke variabelen.

Omdat de resultaten voor totale CO₂-uitstoot en primaire energie bijna identiek zijn, wordt hieronder alleen de regressieanalyse voor de CO₂-uitstoot gepresenteerd. De regressieanalyse van het elektriciteitsverbruik levert weinig interessante resultaten op omdat het voor bijna alle energielabels even groot is, en wordt hier niet verder behandeld.

Eerst is een regressieanalyse uitgevoerd op woningniveau. Daaruit is te concluderen dat de invloed van de woningoppervlakte bij verreweg het grootste is, zowel bij het werkelijke als bij het theoretische verbruik. Daarom zijn de regressieanalyses uiteindelijk uitgevoerd per m² woning.

Voor de regressieanalyses moesten een paar woningen uit de steekproef verwijderd worden. Sommige categorieën (zoals A+ en A++ label, vrijstaande woningen, micro-WKK, warmtepompen en lokale elektrische verwarming) bevatten namelijk niet genoeg woningen om een betrouwbaar voorspeller in de regressieanalyses te zijn. Onze steekproef voor dit hoofdstuk bestond uit 48.888 woningen. Verder moesten categorische variabelen getransformeerd worden naar dummyvariabelen. De referentievariabele voor energielabelklasse was energielabel G, voor woningtype de galerijwoning, voor installatietype de VR-ketel en voor eigendomstype de koopwoning.

In de tabellen 9 en 10 zijn de resultaten te vinden voor CO₂-uitstoot en in de tabellen 11 en 12 de resultaten voor het gasverbruik. De tabellen 9 en 11 geven de resultaten wanneer het energielabel niet meegenomen wordt in de regressieanalyse en de tabellen 10 en 12 wanneer het energielabel wel als variabele meegenomen wordt. In de tabellen worden verschillende parameters gebruikt:

- R^2 is de variantie (% van de variatie in gasverbruik en de CO₂-uitstoot die verklaard kan worden);
- Sig. is de significantie. Hoe kleiner Sig. hoe signifikanter een parameter is (hoe groter is de kans dat het waargenomen effect niet door toeval is ontstaan). In de tabellen zijn de niet significante parameters in rood aangegeven.
- B is de regressiecoëfficiënt (geeft aan wat het effect is op het gasverbruik en de CO₂-uitstoot van iedere parameter wanneer de andere parameters constant gehouden worden);
- Bèta is de gestandaardiseerde regressiecoëfficiënt. Gestandaardiseerde regressiecoëfficiënten zijn beter onderling te vergelijken dan regressiecoëfficiënten.

Energielabelklasse

De vergelijking tussen de tabellen 9 en 10 en de tabellen 11 en 12 laat zien dat het energielabel een belangrijke verklarende parameter is voor de theoretische CO₂-uitstoot en het theoretische gasverbruik. Wanneer er rekening wordt gehouden met de energielabelklasse kan 77,2% van de variantie in CO₂-uitstoot verklaard worden, terwijl dat maar 40,4% is als de energielabelklasse niet meegenomen

wordt. Voor het gasverbruik gaat het om respectievelijk 76,6% en 39,6%. Dit is een logische uitkomst omdat de energielabelmethodiek beoogt de CO₂-uitstoot en het gasverbruik te voorspellen.

Als het gaat om de werkelijke CO₂-uitstoot en het werkelijke gasverbruik kan echter slechts een klein aandeel van de variantie verklaard worden, ook als de energielabelklasse meegenomen wordt (CO₂-uitstoot: 3,2% zonder energielabelklasse, 4,8% met energielabelklasse; gasverbruik: respectievelijk 3,8% en 6,3%).

Dit betekent dat de onderzochte parameters (woningtype, energielabelklasse, leeftijd woning, type installatie en eigendomstype) maar heel zijdelings verantwoordelijk zijn voor de variantie in de werkelijke CO₂-uitstoot en het werkelijke gasverbruik. Dat is logisch en komt overeen met de resultaten van eerdere onderzoeken (Majcen et al., 2013). Om de werkelijke CO₂-uitstoot en het werkelijke gasverbruik beter te kunnen verklaren, moeten variabelen zoals bewonersgedrag en huishoudenskenmerken (zoals inkomen) meegenomen worden.

Er is geen significant verschil tussen woningen met energielabel F en woningen met energielabel G. Dit is ook in lijn met eerdere bevindingen in dit rapport. Voor de werkelijke CO₂-uitstoot is er wel een significant verschil tussen de energielabels E en G, maar niet voor het werkelijke gasverbruik.

Leeftijd woning

De leeftijd van de woning heeft een behoorlijke invloed op zowel de werkelijke als de theoretische CO₂-uitstoot ($\beta=0,10$ en $0,31$ in tabel 8 en $\beta=0,04$ en $0,07$ in tabel 9). Dit komt overeen met de bevindingen in voorgaande hoofdstukken. Wel is de invloed minder groot wanneer de energielabelklasse betrokken wordt bij de analyse. Het beeld is identiek voor het gasverbruik.

Type woning

Het type woning heeft ook een significante invloed op CO₂-uitstoot en gasverbruik (voor gasverbruik met uitzondering van de rijwoningen). Alle woningtypes stoten meer CO₂ uit (c.q. verbruiken meer gas) dan de galerijwoningen, behalve de maisonnettes (negatieve β).

Installatietype

Het beeld bij de installaties is minder homogeen, behalve voor de HR100-ketel, die nooit significant is voor de werkelijke CO₂-uitstoot en het werkelijke gasverbruik (dus de resultaten zijn niet significant anders voor woningen met een HR-ketel vergeleken met een CR-ketel). HR107-ketels en lokale gasverwarming hebben daarentegen altijd een significant effect op de werkelijk CO₂-uitstoot en het werkelijke gasverbruik: woningen met een HR107-ketel of met lokale gasverwarming gebruiken significant minder gas (en stoten significant minder CO₂ uit) dan woningen met een VR-ketel.

Concluderend is te stellen dat het beeld, opgeroepen door de regressieanalyse, overeen komt met het beeld geschetst in de eerdere hoofdstukken en aanvullende data levert betreffende het effect van de installaties. De bestudeerde parameters verklaren veel van de theoretische variantie maar zeer weinig van de werkelijke variantie.

Tabel 9: Regressieanalyse bij werkelijke en theoretische totale CO₂-uitstoot per m² woning zonder energielabelklasse

	Werkelijk CO ₂ -uitstoot/m ² (r ² =3,2%)				Theoretisch CO ₂ -uitstoot/m ² (r ² =40,5%)			
	B	Std. Error	Beta	Sig.	B	Std. Error	Beta	Sig.
(Constant)	40,69	0,40		0,00	35,52	0,26		0,00
Leeftijd woning	0,06	0,00	0,10	0,00	0,15	0,00	0,31	0,00
Portiekwoning vs Galerijwoning	3,36	0,28	0,08	0,00	2,63	0,18	0,07	0,00
2-onder-1-kapwoning vs Galerijwoning	9,47	0,63	0,07	0,00	9,83	0,41	0,09	0,00
Flat vs Galerijwoning	6,22	0,69	0,05	0,00	3,13	0,45	0,03	0,00
Maisonnette vs Galerijwoning	-2,46	0,58	-0,02	0,00	-3,17	0,38	-0,03	0,00
Rijwoning tussen vs Galerijwoning	2,70	0,40	0,04	0,00	0,91	0,26	0,01	0,00
CR-ketel vs VR-ketel	1,61	0,52	0,02	0,00	11,99	0,34	0,14	0,00
HR100-ketel vs VR-ketel	-0,47	0,51	0,00	0,36	-5,72	0,34	-0,07	0,00
HR104-ketel vs VR-ketel	-4,64	1,40	-0,01	0,00	-6,32	0,92	-0,02	0,00
HR107-ketel vs VR-ketel	-4,94	0,26	-0,11	0,00	-9,72	0,17	-0,26	0,00
Lokalegas vs VR-ketel	-3,73	0,42	-0,05	0,00	17,26	0,28	0,26	0,00
Particuliere huurder vs Eigenaar	-3,34	0,43	-0,04	0,00	-1,38	0,28	-0,02	0,00
Sociale huurder vs Eigenaar	0,51	0,24	0,01	0,04	2,54	0,16	0,06	0,00

Tabel 10: Regressieanalyse bij werkelijke en theoretische totale CO₂-uitstoot per m² woning met energielabelklasse

	Werkelijk CO ₂ -uitstoot/m ² (r ² =4,8%)				Theoretisch CO ₂ -uitstoot/m ² (r ² =77,2%)			
	B	Std. Error	Beta	Sig.	B	Std. Error	Beta	Sig.
(Constant)	45,35	0,65		0,00	75,92	0,27		0,00
Leeftijd woning	0,03	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00
Label A vs G	-10,14	0,88	-0,07	0,00	-56,73	0,36	-0,44	0,00
Label B vs G	-8,15	0,60	-0,15	0,00	-51,78	0,24	-1,15	0,00
Label C vs G	-6,97	0,57	-0,16	0,00	-48,15	0,23	-1,34	0,00
Label D vs G	-2,33	0,56	-0,05	0,00	-38,11	0,23	-0,92	0,00
Label E vs G	-1,41	0,56	-0,03	0,01	-28,62	0,23	-0,64	0,00
Label F vs G	-0,41	0,54	-0,01	0,44	-15,68	0,22	-0,29	0,00
Portiekwoning vs Galerijwoning	3,16	0,28	0,07	0,00	1,50	0,11	0,04	0,00
2-onder-1-kapwoning vs Galerijwoning	9,08	0,63	0,07	0,00	8,61	0,26	0,08	0,00
Flat vs Galerijwoning	5,74	0,68	0,04	0,00	1,16	0,28	0,01	0,00
Maisonnette vs Galerijwoning	-2,31	0,58	-0,02	0,00	-3,53	0,24	-0,04	0,00
Rijwoning tussen vs Galerijwoning	2,81	0,40	0,04	0,00	2,06	0,16	0,03	0,00
CR-ketel vs VR-ketel	0,09	0,53	0,00	0,86	-0,19	0,22	0,00	0,38
HR100-ketel vs VR-ketel	1,10	0,51	0,01	0,03	0,93	0,21	0,01	0,00
HR104-ketel vs VR-ketel	-3,20	1,39	-0,01	0,02	-0,13	0,57	0,00	0,83
HR107-ketel vs VR-ketel	-2,37	0,28	-0,05	0,00	0,92	0,11	0,03	0,00
Lokalegas vs VR-ketel	-5,00	0,46	-0,06	0,00	3,14	0,19	0,05	0,00
Particuliere huurder vs Eigenaar	-2,76	0,43	-0,04	0,00	-2,05	0,18	-0,03	0,00
Sociale huurder vs Eigenaar	0,29	0,24	0,01	0,24	0,91	0,10	0,02	0,00

Tabel 11: Regressieanalyse bij werkelijk en theoretisch gasverbruik per m² woning zonder energielabelklasse

	Werkelijk gasverbruik per m ² (r ² =3,8%)				Theoretisch gasverbruik per m ² (r ² =39,6%)			
	B	Std. Error	Beta	Sig.	B	Std. Error	Beta	Sig.
(Constant)	14,178	0,164		0,000	15,744	0,148		0,000
Leeftijd woning	0,028	0,001	0,118	0,000	0,085	0,001	0,315	0,000
Portiekwoning vs Galerijwoning	1,053	0,115	0,058	0,000	1,782	0,104	0,086	0,000
2-onder-1-kapwoning vs Galerijwoning	3,320	0,262	0,061	0,000	6,126	0,237	0,098	0,000
Flat vs Galerijwoning	2,830	0,284	0,050	0,000	1,467	0,257	0,023	0,000
			-					
Maisonnette vs Galerijwoning	-0,964	0,240	0,020	0,000	-1,454	0,217	-0,026	0,000
Rijwoningtussen vs Galerijwoning	0,228	0,167	0,008	0,170	0,958	0,150	0,028	0,000
			-					
CR-ketel vs VR-ketel	-0,599	0,215	0,014	0,005	5,794	0,194	0,118	0,000
			-					
HR100-ketel vs VR-ketel	-0,205	0,212	0,005	0,334	-3,575	0,191	-0,074	0,000
			-					
HR104-ketel vs VR-ketel	-2,075	0,580	0,016	0,000	-3,652	0,523	-0,025	0,000
			-					
HR107-ketel vs VR-ketel	-2,602	0,108	0,143	0,000	-5,882	0,098	-0,283	0,000
			-					
Lokalegas vs VR-ketel	-2,415	0,175	0,074	0,000	8,591	0,158	0,231	0,000
			-					
Particuliere huurder vs Eigenaar	-1,659	0,178	0,051	0,000	-0,221	0,161	-0,006	0,171
Sociale huurder vs Eigenaar	0,341	0,101	0,017	0,001	1,754	0,091	0,079	0,000

Tabel 12: Regressieanalyse bij werkelijk en theoretisch gasverbruik per m² woning met energielabelklasse

	Werkelijk gasverbruik per m ² (r ² =6,3%)				Theoretisch gasverbruik per m ² (r ² =76,6%)			
	B	Std. Error	Beta	Sig.	B	Std. Error	Beta	Sig.
(Constant)	16,352	0,270		,000	38,486	0,153		0,000
Leeftijd woning	,012	,001	,051	,000	,021	,001	,079	,000
Label A vs G	-5,271	0,363	-,082	,000	-32,097	0,206	-,436	0,000
Label B vs G	-4,069	0,246	-,182	,000	-29,257	0,140	-1,151	0,000
Label C vs G	-3,308	0,236	-,185	,000	-27,105	0,134	-1,330	0,000
Label D vs G	-0,976	0,233	-,047	,000	-21,459	0,132	-0,911	0,000
Label E vs G	-0,401	0,229	-,018	,080	-16,049	0,130	-,632	0,000
Label F vs G	0,105	0,222	,004	,636	-8,517	0,126	-,279	0,000
Portiekwoning vs Galerijwoning	0,936	0,114	,051	,000	1,133	0,065	,054	,000
2-onder-1-kapwoning vs Galerijwoning	3,108	0,259	,057	,000	5,437	0,147	,087	0,000
Flat vs Galerijwoning	2,558	0,281	,046	,000	0,338	0,160	,005	,035
Maisonnette vs Galerijwoning	-0,893	0,238	-,018	,000	-1,657	0,135	-,030	,000
Rijwoningtussen vs Galerijwoning	0,277	0,165	,009	,093	1,615	0,094	,047	,000
CR-ketel vs VR-ketel	-1,365	0,219	-,032	,000	-1,146	0,124	-,023	,000
HR100-ketel vs VR-ketel	0,610	0,211	,014	,004	0,203	0,120	,004	,091
HR104-ketel vs VR-ketel	-1,305	0,573	-,010	,023	-0,115	0,326	-,001	,724
HR107-ketel vs VR-ketel	-1,250	0,114	-,069	,000	0,174	0,065	,008	,007
Lokalegas vs VR-ketel	-3,019	0,188	-,092	,000	0,566	0,107	,015	,000
Particuliere huurder vs Eigenaar	-1,334	0,178	-,041	,000	-0,596	0,101	-,016	,000
Sociale huurder vs Eigenaar	0,208	0,100	,011	,038	0,816	0,057	,037	,000

8 Conclusies en aanbevelingen

Dit rapport doet verslag van het onderzoek naar het effect van verschillende energielabelstappen op het werkelijke en theoretische gasverbruik en de CO₂-uitstoot van woningen in de Amsterdamse sociale huursector. Dit is onderzocht op voorraadniveau en voor verschillende categorieën: woningtype, bouwjaar en installatietype. De belangrijkste resultaten worden hieronder samengevat.

Theoretische totale CO₂-uitstoot en theoretische totale primair energiegebruik

Iedere afzonderlijke energielabelstap tussen G en A (dus van G naar F of van F naar E etc.) levert een theoretische besparing van 18-26%, behalve voor de stap van C naar B die 12% besparing oplevert. Een stap van energielabel G naar A levert ongeveer 74% besparing op.

Werkelijke totale CO₂-uitstoot en werkelijke totale primair energiegebruik

In tegenstelling tot de theoretische waarden levert iedere enkele energielabelstap tussen G en A niet meer dan 14% besparing. Stappen van G naar F, van F naar E, van E naar D en van C naar B leveren zelf niet meer dan 4% besparing. Energielabelstappen van B naar C en van B naar A zijn het meest efficiënt met respectievelijk 12 en 14% besparing. Een stap van energielabel G naar A levert ongeveer 30% besparing in plaats van de verwachte 74%.

Vergelijkt men de werkelijke waarden met de theoretische waarden, dan blijkt dat de CO₂-uitstoot/totale primaire energie sterk overschat wordt bij twee slechte energielabelklassen (E en F) en sterk onderschat wordt bij drie betere energielabelklassen (A, B en C).

Theoretisch en werkelijk elektriciteitsverbruik

Zowel het theoretische als het werkelijke elektriciteitsverbruik is relatief onafhankelijk van de energielabelklasse. Het theoretische verbruik is altijd veel lager dan het werkelijke verbruik omdat het verbruik voor huishoudelijke apparatuur niet meegenomen wordt in de EPA-methodiek. Behalve voor energielabel G vertoont het theoretische verbruik een licht stijgende lijn tussen de energielabelstappen (een 'energielabelstap' is van een slechter energielabel naar een beter label). Dit komt doordat installaties in woningen met betere energielabels vaak meer elektriciteit verbruiken. Daarentegen vertoont het werkelijke elektriciteitsverbruik een dalende lijn tussen de energielabelstappen. Daarvoor is geen duidelijke uitleg voorhanden.

Theoretisch en werkelijk gasverbruik

Een belangrijke bevinding bij het gasverbruik is dat voor de labels D tot en met G het werkelijke verbruik aanzienlijk lager ligt dan het theoretische verbruik. Bij label G is het theoretische verbruik ongeveer 2,5 keer hoger dan het werkelijke verbruik. Ook is te zien dat het werkelijke gasverbruik in labels D, E, F en G onderling vrijwel identiek is. Bij hoge labelklassen (A-B) is de situatie andersom: het werkelijke energiegebruik is daar hoger dan het theoretische energiegebruik. Deze resultaten zijn in lijn met resultaten uit eerdere onderzoeken (Majcen et al., 2013, drie publicaties) op een nationale steekproef van bijna 200.000 woningen.

Iedere enkele energielabelstap tussen G en A (dus van G naar F of van F naar E etc..) levert een theoretische besparing van 21-31%, waarbij de stappen van B naar A en van D naar C het hoogst scoren met 31%, en de stap van C naar B het laagst scoort met 16%. Een stap van energielabel G naar A levert 81% theoretische besparing. Deze besparingen worden in werkelijkheid niet behaald. De werke-

lijke besparing bij een stap van B naar A of van D naar C is wel redelijk hoog (respectievelijk 20% en 16%), maar voor alle andere stappen is de besparing niet hoger dan 6% en zelfs niet significant. Een stap van energielabel G naar A levert 38% besparing in plaats van de verwachte 81%.

Invloed van het bouwjaar van de woningen

Er is een sterke correlatie gevonden tussen het bouwjaar en het gasverbruik, de totale CO₂-uitstoot en het totale primaire energiegebruik, zowel bij de theoretische waarden als bij de werkelijke waarden. Hoe ouder de woning hoe hoger het gasverbruik, de CO₂-uitstoot en het primaire energiegebruik. Vooroorlogse woningen hebben echter identieke prestaties als woningen uit de periode 1946-1964.

Invloed van het woningtype

Er is een correlatie gevonden tussen het woningtype en het gasverbruik, de totale CO₂-uitstoot en het totale primaire energiegebruik. Ten opzichte van een galerijwoning presteren portiekwoningen, twee-onder-een-kapwoningen, flatwoningen en rijwoningen-tussen slechter (lees: hebben een groter verbruik en grotere uitstoot). Verder is de (theoretische) overschatting van het werkelijke gebruik bij slechte energielabels (E, F en G) het hoogst bij galerijwoningen.

Invloed van de installaties

Er is een correlatie gevonden tussen de aanwezigheid van een aantal installaties en het gasverbruik, de totale CO₂-uitstoot en het totale primaire energiegebruik. Met name de aanwezigheid van een HR1007-ketel of van lokale gasverwarming leidt tot betere prestaties (ten opzichte van een VR-ketel). Warmtepompen zijn niet meegenomen in het onderzoek omdat er te weinig cases waren.

Uit deze uitkomsten uit een steekproef bestaande uit niet gerenoveerde woningen valt te concluderen dat waar iedere energielabelstap in de theorie ongeveer even effectief is, dit in de werkelijkheid niet zo is. De meest effectieve stappen zijn die van energielabel B naar energielabel A en van energielabel D naar energielabel C. Bij de grootste energielabelstap (van G naar A) valt 38% besparing op gasverbruik te verwachten in plaats van de voorspelde 81%. Het verschil is grotendeels te verklaren doordat het werkelijke gasverbruik in labelklasse G veel kleiner is dan het theoretische gasverbruik.

9 Referenties

AgentschapNL (2011). *Voorbeeldwoningen 2011 – bestaande bouw*. Geraadpleegd via <http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/4.%20Brochure%20Voorbeeldwoningen%202011%20bestaande%20bouw.pdf>

CBS (2014). *Documentatierapport Energieverbruik*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Centrum voor Beleidsstatistiek, 17 januari 2014.

CBS statline (2014). *Woningvoorraad naar eigendom; regio, 2006-2012*.

ISSO publicatie 82.3 *Energieprestatieadvies woningen*, versie 2009.

Kamp (2014). *Antwoord van Minister Kamp (Economische Zaken), mede namens de Minister van Infrastructuur en Milieu* 17 januari 2014, geraadpleegd via https://zoek.officielebekendmakingen.nl/ah-tk-20132014-987.html?zoekcriteria=%3fzkt%3dEenvoudig%26pst%3d%26vrt%3dmeterstanden%26zkd%3dInDeGeheleText%26dpr%3dAfgelopenDag%26spd%3d20140807%26epd%3d20140808%26sdt%3dDatumBrief%26ap%3d%26pnr%3d1%26rpp%3d10%26_page%3d2%26sorttype%3d1%26sortorder%3d4&resultIndex=16&sorttype=1&sortorder=4

Majcen, D., L.C.M. Itard, & H.J. Visscher (2013). Energielabels en werkelijk energieverbruik, *TVVL Magazine 2013* (1), pp. 1-9.

Majcen, D., L.C.M. Itard & H.J. Visscher (2013). Theoretical vs. actual energy consumption of labelled dwellings in the Netherlands: Discrepancies and policy implications, *Energy Policy 2013* (54), pp. 125-136.

Majcen, D., L.C.M. Itard & H.J. Visscher (2013). Actual and theoretical gas consumption in Dutch dwellings: what causes the differences?, *Energy Policy 2013* (61), pp. 460-471.

Bijlage A **Dataselectie**

Het onderzoek is gebaseerd twee bestanden, gestuurd door de Rekenkamer Metropool Amsterdam. Er is één bestand, afkomstig uit woningcorporaties, met de adressen van 2.367 woningen, waarvan alvast bekend is dat ze een renovatie hebben ondergaan na 2010. Het andere bestand is afkomstig uit RVO en omvat 245.841 energielabelcertificaten. Er kunnen meerdere energielabelcertificaten zijn per adres omdat het RVO-bestand alle certificaten omvat die afgemeld zijn tussen 2007 en 2012.

Als eerste zijn de extensies in de adressen veranderd in hoofdletters om beide bestanden op elkaar af te kunnen stemmen en is het bestand met de gerenoveerde woningen gecontroleerd (zo stonden enkele huisnummer niet in de juiste kolom). Vervolgens hebben we beide bestanden samengevoegd tot een bestand van 246.282 cases. Dit was nodig om daarna de energielabelcertificaten te kunnen verwijderen die bij een gerenoveerde woning horen. Wanneer meer certificaten zijn toegekend aan een adres van een gerenoveerde woning, moeten deze gemarkeerd en verwijderd worden (zie tabel A1). Op deze manier worden 5339 certificaten verwijderd. (Deze certificaten hebben betrekking tot alleen 1926 adressen). Na controle zijn handmatig nog 441 energielabelcertificaten verwijderd (vanwege uiteenlopende weergaven in de adressen konden ze niet automatisch via scripts verwijderd worden).

Table A-1 Databeschrijving

	Frequency	Percent
Aantal certificaten overeenkomend met adressen van gerenoveerde woningen	5339	2,2
Adressen die alleen in het bestand met gerenoveerde woningen voorkomen (handmatig gecontroleerd)	441	,2
Certificaten die niet overeenkomen met adressen van gerenoveerde woningen	240502	97,7
Totaal	246282	100,0

Na verwijdering van de certificaten overeenkomend met adressen van gerenoveerde woningen bleven dus 240502 energielabelcertificaten over. Daarna zijn de certificaten afgemeld na 2102 verwijderd, waarna we 211.327 energielabelcertificaten overhielden. Daarvan is 51% uniek (er is in de periode 2007-2012 alleen 1 certificaat afgemeld per adres) en 49% is meervoudig (er zijn meerdere certificaten per adres).

Van deze 211.327 energielabelcertificaten zijn alle certificaten verwijderd die overeenkomen met een adres waarop een nieuw certificaat is afgemeld in 2010, 2011 en 2012 (23.763 adressen). Op deze manier hebben wij de zekerheid dat alle woningen die mogelijke gerenoveerd zijn in de periode 2010-2012 uit de database zijn weggehaald en houden wij uiteindelijk 187.564 energielabelcertificaten.

Verdere analyse liet zien dat er zich echter nog steeds doublures in het bestand bevonden: het kan gebeuren dat twee keer exact hetzelfde certificaat is geregistreerd (eenzelfde registratiedatum, ener-

gie-index en adres). Ook deze dubbele certificaten (13.336) zijn vervolgens verwijderd waardoor het aantal energielabelcertificaten in de steekproef 174.228 werd.

Wanneer meerdere certificaten aanwezig waren op een adres is alleen de meest recent bewaard. Er zijn dus 33630 verouderde certificaten uit het bestand verwijderd. Ook zijn 118 extra certificaten verwijderd omdat die bleken hddubbele certificaten te zijn met eenzelfde afgiftedatum en tijd maar niet dezelfde energie-index. Het was dus niet achter te halen welk van de twee certificaten juist was. Het uiteindelijke bestand bestaat dus uit 140.480 energielabelcertificaten. Deze certificaten zijn uniek per adres. Het uiteindelijke bestand bestaat dus ook uit 140.480 adressen.

Tabel A2 laat de verdeling van de steekproef zien naar jaar van uitgifte en tabel A3 naar eigendomsvorm en jaar van uitgifte.

Tabel A-2: Verdeling van de steekproef naar jaar van afmelding

Jaar	Frequentie	Percentage	Cumulatief Percentage
2007	623	,4	,4
2008	10189	7,3	7,7
2009	54447	38,8	46,5
2010	6943	4,9	51,4
2011	51236	36,5	87,9
2012	17042	12,1	100,0
Totaal	140480	100,0	

Tabel A-4: Verdeling van de steekproef naar eigendomsvorm en jaar van afmelding

Eigendoms-vorm	Jaar	Frequentie	Percentage	Cumulatief percentage
Koopwoning	2007	38	,1	,1
	2008	1733	3,1	3,1
	2009	41615	73,2	76,4
	2010	2499	4,4	80,8
	2011	7722	13,6	94,4
	2012	3207	5,6	100,0
	Totaal	56814	100,0	
Particuliere huurwoning	2010	5	,1	,1
	2011	702	13,8	13,9
	2012	4367	86,1	100,0
	Totaal	5074	100,0	
Sociale huurwoning	2007	585	,7	,7
	2008	8456	10,8	11,5
	2009	12832	16,3	27,8
	2010	4439	5,6	33,5
	2011	42812	54,5	88,0
	2012	9468	12,0	100,0
	Totaal	78592	100,0	

Bijlage B **Koppeling met werkelijke energie-verbruiksdata (CBS-energie-data)**

Het CBS kon een koppeling maken tussen de CBS-energie-data en de energielabeldatabase (140.480 adressen) voor 128.937 adressen. Daarvan zijn 116.744 adressen gevonden in de CBS-energie-data uit 2012.

Tabel B1 geeft een overzicht van de verdeling naar installatietype.

Table B-1: Verdeling van de steekproef naar installatietype

	Frequency	Percent
CR ketel	4360	3,7
HR 100 ketel	4310	3,7
HR104 ketel	1023	0,9
HR107 ketel	70307	60,2
Lokale elektrische verwarming	14	0,0
Lokale olie/gasverwarming	8076	6,9
Micro-WKK met HRE-label	1	0,0
Micro-WKK zonder HRE-label	4	0,0
VR ketel	18683	16,0
Warmtelevering door derden	9473	8,1
Warmtepomp bodem	1	0,0
Warmtepomp elektrisch	11	0,0
Warmtepomp lucht	311	0,3
WKK	170	0,1
Total	116744	100,0

Uit deze 116.744 adressen zijn de volgende woningen uit het bestand verwijderd:

- Woningen met stadsverwarming. Deze woningen kunnen gevonden worden via de energielabel database en via de variable 'stadsw' in het CBS-bestand. Volgens de energielabelgegevens zijn 9473 woningen aangesloten op stadsverwarming en volgens de CBS-gegevens 5540. In het totaal zijn 5362 labels overlappend. Volgens het energielabel hebben meer woningen stadsverwarming. Alle woningen met stadverwarming volgens de energielabeldata zijn daarom uit het bestand verwijderd. Er resteren $116.744 - 9473 = 107.271$ woningen.
- Alle woningen zonder data over werkelijk elektriciteitsverbruik (10.192 woningen) zijn verwijderd. Er resteren $107271 - 10192 = 97.025$ woningen.
- Alle woningen zonder data over werkelijk gasverbruik of met een gasverbruik 0 (nul) terwijl de verwarmingsinstallatie op gas werkt zijn verwijderd: $97025 - 9047 = 87.978$ woningen.
- Alle niet-zelfstandige woonruimten (32 woningen) zijn verwijderd. Er resteren uiteindelijk $87978 - 32 = 87.946$ woningen.

De verdeling van deze steekproef (87.946 woningen) over het jaar van afmelding van het certificaat is af te lezen uit de tabel B2.

Tabel B-2: Verdeling van de steekproef naar jaar van afmelding.

	Frequentie	Percentage
2007	23	,0
2008	4296	4,9
2009	33471	38,1
2010	3980	4,5
2011	35927	40,9
2012	10249	11,7
Totaal	87946	100,0

Uiteindelijk zijn alle woningen met een certificaat afgemeld voor 2010 verwijderd (zie voor uitleg Bijlage C), waardoor het bestand alleen 50.156 woningen omvat en zijn ook alle woningen met een oppervlakte groter dan 1000 m² verwijderd, wat het bestand terugbrengt tot 48.929 woningen.

Standaardisatie van het energiegebruik

Om het gasgebruik uit de CBS-data en het theoretisch gasverbruik te kunnen vergelijken, is standaardisatie toegepast. De CBS-data betreffen het klimatologisch jaar 2012 dat 2878,8 graaddagen omvatte. De berekening van het theoretisch gasverbruik dat gebaseerd is op het Energie Prestatie Advies (EPA, ISSO 82.3, 2009) gaat echter uit van 2620 graaddagen, zodat een correctiefactor $2878,8/2620=1,0988$ is toegepast op de CBS-data.

Bijlage C Steekproef 2007-2012 vs. 2010-2012

Alle woningen met een certificaat afgemeld voor 2010 moesten verwijderd worden omdat de certificaten uitgereikt in 2007, 2008 en 2009 geen gegevens bevatten van het theoretisch gas en elektriciteitsverbruik. Wel bevatten de certificaten vanaf 2008 een totaal theoretisch primair energiegebruik. In deze bijlage zijn het theoretische en werkelijke energiegebruik vergeleken voor de periode 2010 tot en met 2012 (figuur C1) en de periode 2008 tot en met 2012.

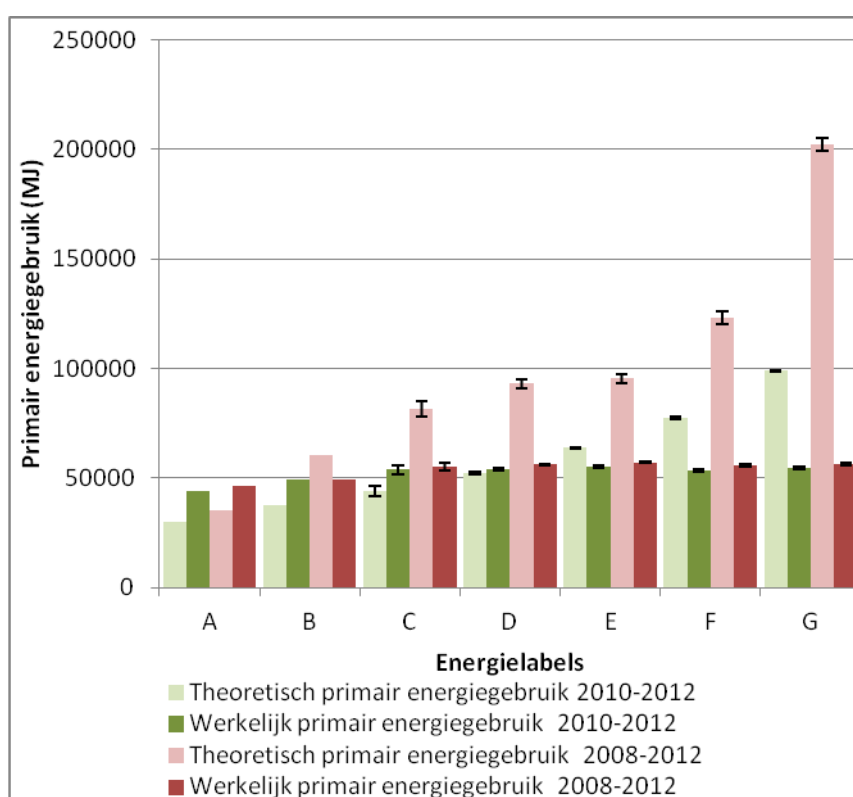


Figure C-1: Vergelijking van het primair energiegebruik per woning voor de woningen afgemeld in de periode 2008-2012 en in de periode 2010-2012.

Vanwege de grote verschillen in theoretisch energiegebruik in de periode 2008-2012 en de periode 2010-2012 is het theoretisch energiegebruik per jaar verder geanalyseerd (figuur C2).

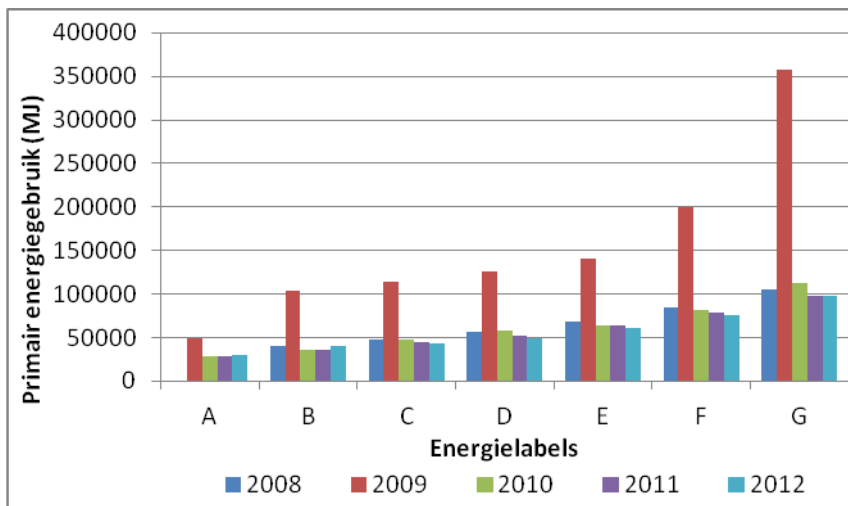


Figure C-2: Theoretisch primair energiegebruik naar jaar van afmelding van het energielabelcertificaat.

Het theoretisch primair energiegebruik in certificaten afgemeld in 2009 is veel hoger dan in de andere jaren. Dit bleek te komen doordat een hoog aandeel woningen in dat jaar ingevoerd zijn met een zeer grote vloeroppervlakte. Deze grote vloeroppervlakte leidt tot een zeer hoge energiegebruik. Het gaat om ongeveer 5000 woningen, 15% van het totaal aantal woningen uit dat jaar (figuur C3). Omdat de oorzaak van deze afwijking onbekend is, is besloten op alle jaren voor 2010 buiten beschouwing te laten.

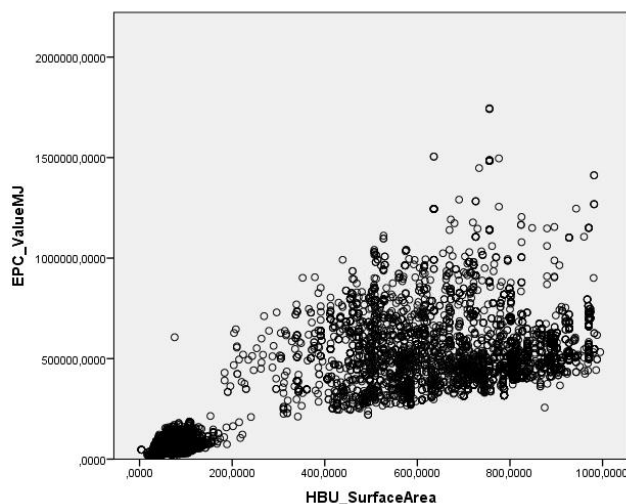
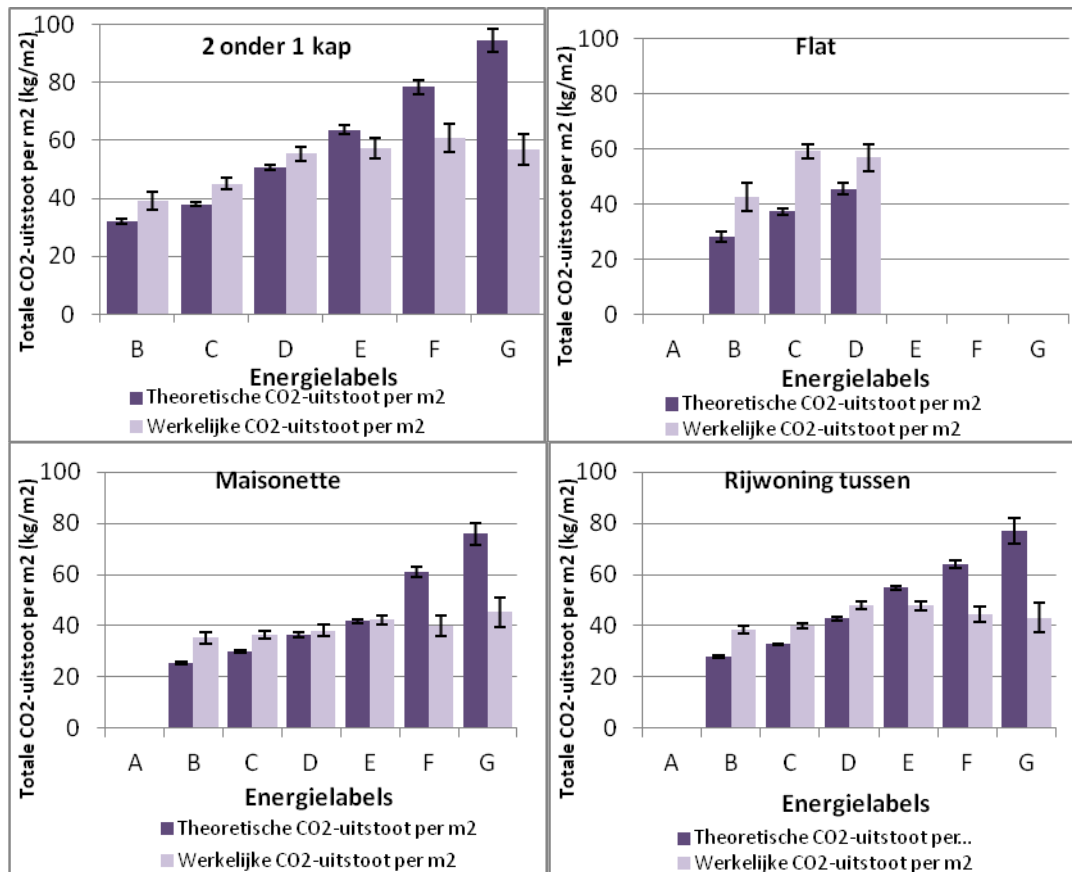
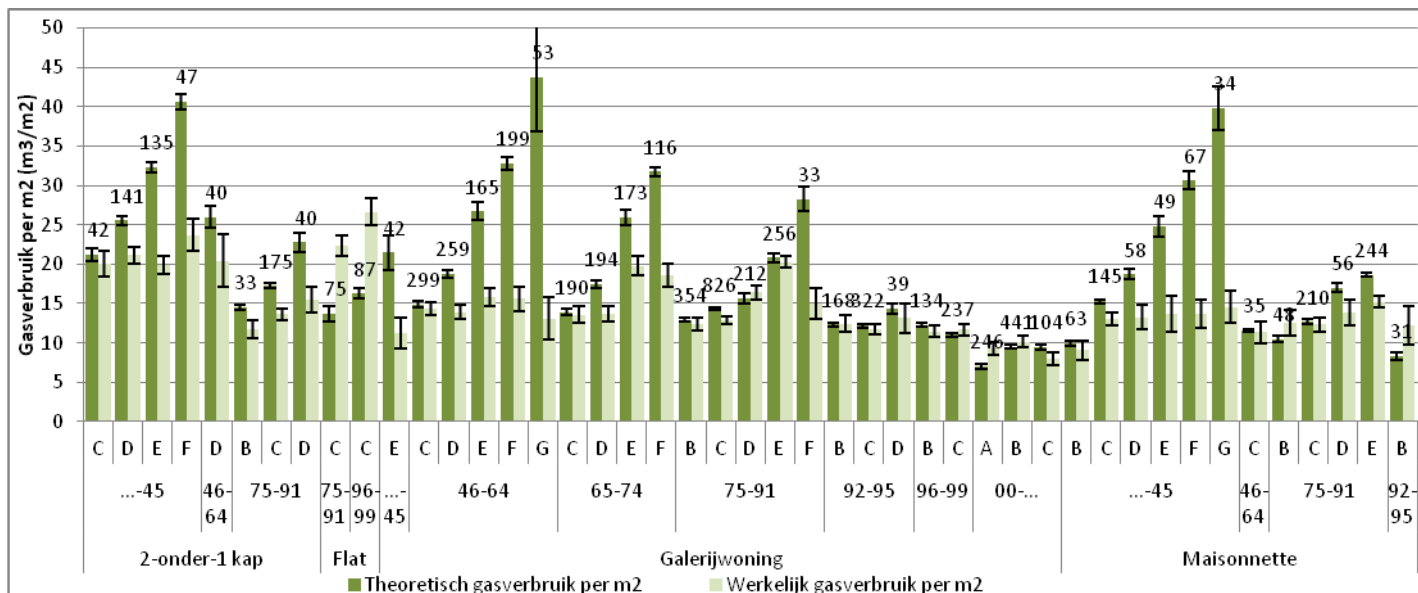


Figure C-3: Primair energiegebruik (MJ) versus vloeroppervlakte (m²) in certificaten afgemeld in 2009.

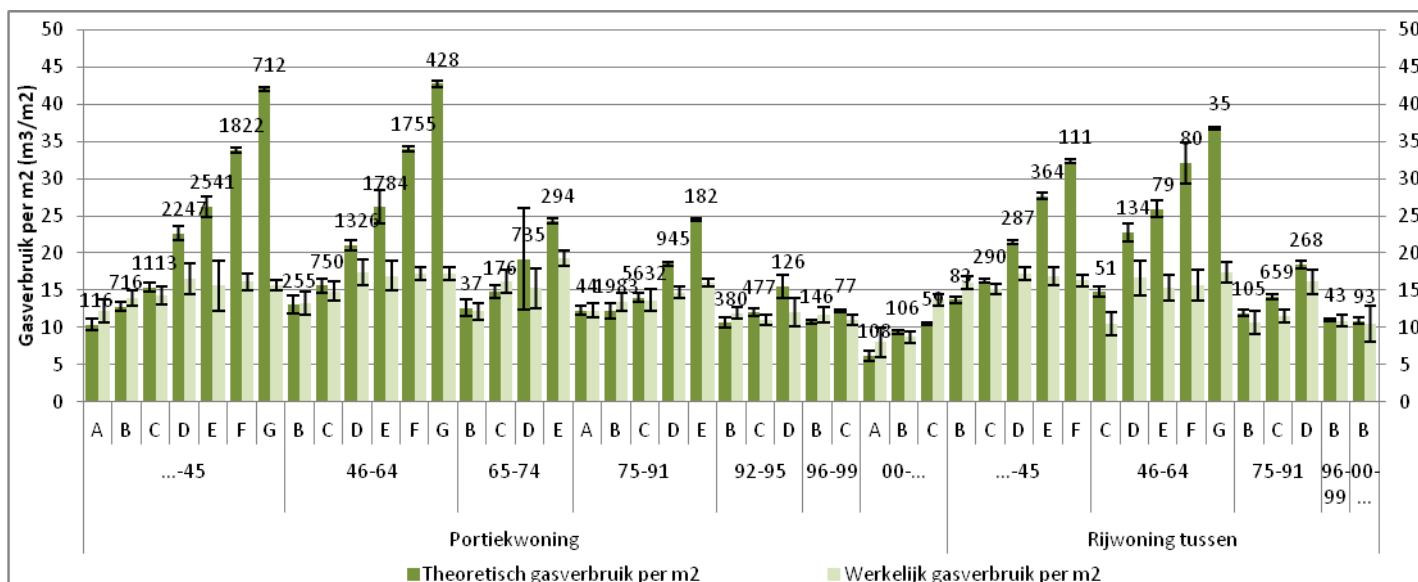
Bijlage D **Additionele grafieken**



Figuur D-1: Werkelijke en theoretische totale CO₂-uitstoot (gas + elektriciteit) per m² per woningtype



Figuur D-2: Gasverbruik in verschillende energielabelklassen per bouwjaar per type woning [m³ gas per m² woning]



Figuur D-3: Gasverbruik in verschillende energielabelklassen per bouwjaar per type woning [m³ gas per m² woning]

OTB – Onderzoek voor de gebouwde omgeving

Faculteit Bouwkunde, TU Delft

Jaffalaan 9, 2628 BX Delft

Postbus 5030, 2600 GA Delft

Telefoon: +31 (0)15 278 30 05

E-mail: OTB-bk@tudelft.nl

www.otb.bk.tudelft.nl