ENERGIEBESPARINGSGARANTIE VOOR HUURWONINGEN

AFSTUDEERONDERZOEK NAAR DE RISICO'S VOOR EEN BELEGGER BIJ HET AFGEVEN VAN EEN ENERGIEBESPARINGSGARANTIE BIJ DE VERDUURZAMING VAN HUURWONINGEN

Auteur

ing H.G. Tenback

Datum

15 Juli 2016

Opleiding

Amsterdam School of Real Estate

Master of Science in Real Estate (MSRE)

Jaargang

2015-2016

Eerste begeleider

dr. F.P.W. (Frans) Schilder

Tweede lezer

dr. ir. G.J. (Gert-Joost) Peek MRICS

Voorwoord

Mijn HBO opleiding Bouwtechnische Bedrijfskunde werd in 2001 afgerond met een scriptie over het bouwen van duurzame woningen met een zonnewoning© keurmerk, waarvan uiteindelijk 12 woningen werkelijk zijn gebouwd. Dat ik na deze scriptieperiode wederom de stoute schoenen zou aantrekken voor een nieuwe scriptie had ik niet verwacht, dat deze scriptie wederom een duurzaam karakter heeft was voor mij een vanzelfsprekendheid. Er liggen namelijk nog voldoende kansen om de woningmarkt in Nederland duurzamer en comfortabeler te maken.

In mijn huidige baan als Technisch Assetmanager bij institutionele vastgoedbelegger ASR Vastgoed Vermogensbeheer sta ik voor de opgave dat een deel van de woningportefeuille nog niet in het bezit is van een groen energielabel. Voor dit deel van de portefeuille heeft a.s.r. de ambitie om, middels het aanbrengen van energiebesparende maatregelen, dit in de komende jaren wel te realiseren. In de gedrevenheid om deze duurzame ambitie voor a.s.r. waar te maken heeft het mij verwonderd dat het overtuigen van de huurders om in te stemmen én bij te dragen aan deze verduurzaming moeilijk op gang komt. Met deze verwondering was het onderwerp voor mijn scriptie snel geboren. Mijn doel is om de uitkomsten van mijn onderzoek rechtstreeks toe te kunnen passen in de eigen praktijk en zowel (institutionele) vastgoedbeleggers als particuliere eigenaren te laten zien wat de mogelijkheden zijn om rendabel te investeren in het energetisch verbeteren van de woningvoorraad, waarbij een oplossingsrichting wordt geboden om drempels weg te kunnen nemen.

Nu het einde van mijn MSRE opleiding in zicht is wil ik allereerst ASR Vastgoed Vermogensbeheer bedanken dat zij mij de kans en de mogelijkheid hebben geboden deze mooie studie te mogen volgen, waardoor ik nu deze scriptie aan jullie kan presenteren. Deze scriptie was niet mogelijk zonder de beschikking te hebben over toepasbare data. In de Nederlandse institutionele vastgoedmarkt zijn nog weinig beleggers grootschalig aan het investeren in het energetisch renoveren van de huurwoningen. MN is hierin een uitzondering en voorloper door in de afgelopen jaren meer dan 1000 huurwoningen, middels het aanbrengen van energiebesparende maatregelen, te voorzien van gemiddeld energielabel B. Ik wil dan ook Dennis Verhagen en Gert van der Heiden van MN hartelijk danken dat zij mij de mogelijkheid hebben gegeven de data van deze verduurzaamde woningen te mogen gebruiken voor mijn onderzoek, een unieke kans. Daarnaast ook dank voor de openheid, tijd en feedback die ik van hen heb gekregen. Tijdens het schrijven van mijn scriptie hebben de gesprekken met mijn begeleider Frans Schilder ervoor gezorgd dat in de brij van data concreet de juiste stippen aan de horizon gezet konden worden waardoor ik met mijn verhaal uiteindelijk op de juiste lijn kwam te zitten, waarvoor ik hem zeer dankbaar ben. Voor de verzameling van een deel van de data wil ik ook Pascal Holleman van BAM woningbouw bedanken. Daarnaast niet te vergeten mijn collega Sander Radix, Chris van Harten en mijn zus Janneke Tenback voor de ondersteuning in het meelezen en de finishing touch.

Met mijn studie en scriptie heb ik de afgelopen jaren veel vrije tijd weggesnoept van mijn gezin om achter de boeken te zitten of aan mijn scriptie te schrijven. Ik heb respect voor het geduld wat zij hebben opgebracht om deze studie mogelijk te maken en zie er naar uit om na mijn studie samen met hen alle tijd te kunnen investeren in nieuwe uitdagingen.

Harm Tenback

Son en Breugel, Augustus 2016

"Tell me and I forget,

teach me and I may remember,

involve me and I learn"

Benjamin Franklin

Managementsamenvatting

De klimaatdoelstellingen vragen ons om na te denken over energieverbruik. Als we kijken naar de huurwoningen in Nederland kunnen we vaststellen dat het gebouwgebonden energieverbruik 7,5% bedraagt van het totale energieverbruik in Nederland, waarin een besparingspotentieel aanwezig is. Een woningbelegger zal aan de huurder een huurverhoging vragen indien energiebesparende maatregelen worden aangebracht, aangezien de opbrengsten van de energiebesparing bij de huurder terecht komen. Doordat huurders onzeker zijn of de werkelijke besparing hoger zal zijn dan de huurverhoging lopen vastgoedbeleggers tegen weerstand aan van huurders, waardoor verduurzamingen moeizaam van de grond komen. In dit onderzoek wordt onderzocht wat het risico voor de belegger is als deze de garantie geeft dat de werkelijke energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gelijk of hoger zal zijn dan de huurverhoging. Het afgeven van een garantie op de energiebesparing vormt mogelijk een sleutel tot het op gang brengen van de verbetering van de energiezuinigheid van huurwoningen.

Van het totale energieverbruik in een woning wordt 75% gebruikt voor verwarming en warm tapwater, het overige betreft het elektriciteitsverbruik. Uit onderzoek blijkt dat het energielabel van een woning weinig invloed heeft op het elektriciteitsverbruik waardoor het onderzoek zich met name richt op het gasverbruik. De rekenmethodiek, welke verplicht gebruikt moet worden bij energiebesparingsberekeningen, gaat bij woningen met een energielabel D t/m G uit van een 31% hoger theoretisch energieverbruik dan werkelijk gemeten, waardoor bij gelijkblijvend bewonersgedrag maximaal 69% van de theoretische besparing werkelijk kan worden gerealiseerd. Gelijkblijvend bewonersgedrag is echter niet vanzelfsprekend, uit onderzoek blijkt dat er een reboundeffect aanwezig is. Als we rekening houden met het reboundeffect kan worden gesteld dat, als de belegger de werkelijke energiebesparing bij het aanbrengen van energiebesparende maatregelen wil garanderen, de huurverhoging niet meer mag bedragen dan 42% van de theoretische besparing. Op basis van het praktijkonderzoek is zichtbaar dat in het 1e jaar na de verduurzaming gemiddeld een kwart van de berekende besparing werkelijk wordt behaald, terwijl dit na 2 jaar cumulatief oploopt naar 40%. Hiermee komt na 2 jaar de werkelijke besparing gelijk met de doorgevoerde huurverhoging én de uitkomsten van de literatuur.

Als we kijken naar het rendement van de belegger kunnen we vaststellen dat de waardestijging het meeste invloed heeft op het te behalen rendement. Met een gemiddelde waardestijging van 2,32% wordt in combinatie met de huurverhoging de rendementseis behaald. Indien er geen waardestijging zou worden toegekend zal er echter een negatief rendement zichtbaar zijn. Indien de belegger de werkelijke besparing zou doorrekenen als huurverhoging, gelijk aan de energieprestatievergoeding bij projecten als de stroomversnelling, zal bij een gemiddelde werkelijke besparing van 24,55% van de theoretische besparing worden voldaan aan de rendementseis. Indien de belegger aan de huurder zou garanderen dat de werkelijke besparing hoger zal zijn dan de huurverhoging bestaat de kans dat de belegger een deel van de huurders moet compenseren. In de situatie dat 50% van de huurders maar 50% van de doorgevoerde huurverhoging werkelijk bespaard en de huurders hiervoor gecompenseerd worden blijkt dat de IRR, bij een waardestijging van 2,98% met 5,94% net onder de rendementseis van 6% uitkomt. Op basis van de het praktijkonderzoek kan worden gesteld dat het afgeven van een energiebesparingsgarantie over een periode van 2 jaar de woningbelegger het minste risico zal opleveren.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 8

1.1 Aanleiding 8
1.2 Probleem- en doelstelling 9
1.3 Centrale vraagstelling 10
1.4 Deelvragen 10
1.5 Afbakening 10
1.6 Relevantie 11
1.7 Onderzoeksmethode 11
1.8 Onderzoeksmodel 13

2 ENERGIEVERBRUIK EN ENERGIEBESPARING 14

2.1 Energiebronnen 14
2.2 Energieverbruikers 16
2.3 Woning- en huishoudenskenmerken 17
2.4 Overige invloedfactoren 19
2.5 Rebound effect 22
2.6 Subconclusie 22

3 EMPIRISCH ONDERZOEK 24

3.1 Opzet 24
3.2 Onderzoekspopulatie en steekproef 25
3.3 Verantwoording data 25
3.3.1 Woningdata 25
3.3.2 Energiedata 26
3.4 Energiebesparing analyse 27
3.4.1 Energiebesparingen per kalanderjaar 27
3.4.2 Bevindingen 27
3.5 Rendement analyse 30
3.5.1 Berekeningsmethodiek en uitgangspunten 30
3.5.2 Rendement op basis van huurverhoging 32
3.5.3 Rendement op basis van energiebesparing 32
3.6 gevoeligheidsanalyse 33
3.7 Subconclusie 37

4 CONCLUSIE 38

5 AANBEVELINGEN 42

5.1 Werkelijke besparing 1e jaar na verduurzaming 42
5.2 Theorie gedragsverandering 43
5.3 Stimuleringsprogramma 44
5.4 Effecten stimuleringsprogramma 46
5.5 Aandachtspunten stimuleringsprogramma 47

6 REFLECTIE 48

LITERATUURLIJST 50

BIJLAGEN 52
Bijlage 1 Voorbeeld rendementsberekening 53
Bijlage 2 Energieprijzenoverzicht 54

Hoofdstuk 1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Vanuit de hele wereld wordt de noodzaak voor klimaatverandering uitgesproken, van het Kyotoprotocol in 1997, de klimaattop in Kopenhagen in 2009 tot het in 2015 gesloten "akkoord van Parijs". De EU heeft met alle lidstaten de "20-20-20"doelstelling afgesproken wat inhoudt dat in 2020 er ten opzichte van 1990 20% minder CO^2 wordt uitgestoten, 20% minder energie wordt verbruikt en dat 20% van het totale energieverbruik afkomstig is uit hernieuwbare energiebronnen.

Het gebouwgebonden energieverbruik , goed voor 30% van het totale energieverbruik in Nederland, heeft een groot besparingspotentieel en kan daardoor een belangrijke bijdrage leveren aan de te realiseren klimaatdoelstellingen (Vringer et al, 2014). Huurwoningen gebruiken een kwart van het totale gebouwgebonden energieverbruik (Planbureau voor de leefomgeving, 2014). 30% van de huurwoningen in Nederland is in bezit van particuliere institutionele verhuurders(CBS, 2012). Ondanks dat het gebouwgebonden energieverbruik van particuliere huurwoningen in Nederland (maar) 2,5% bedraagt van het totale energieverbruik in Nederland, blijft ook hier een groot besparingspotentieel aanwezig.

Veel Nederlandse institutionele vastgoedbeleggers hebben duurzaamheid verankerd in het beleid, wat is terug te lezen in de jaarverslagen. Een actueel onderdeel hierin is de ambitie om de bestaande woningportefeuille te verduurzamen door het aanbrengen van energiebesparende maatregelen in deze woningen. Dit om een bijdrage te leveren aan de klimaatdoelstellingen, vermindering energieverbruik en CO2-uitstoot, maar ook om een comfortabelere woning te creëren die toekomstbestendig is in de beleggingsportefeuille. Uiteindelijk moet dit leiden tot een hogere huurderstevredenheid zonder dat dit ten koste gaat van het benodigde rendement.

Het aanbrengen van energiebesparende maatregelen in een woning vergt van de woningbelegger een voorinvestering, terwijl de opbrengst , de energiebesparing, rechtstreeks in de portemonnee van de huurder terecht komt.

Hier is sprake van een split-incentive. Zonder de huurder een huurverhoging te vragen die (een deel van) de investering dekt ontstaat er een onrendabele case voor de woningbelegger om te investeren in energiebesparende maatregelen (Verhagen, 2014). Indien een woningbelegger energiebesparende maatregelen complexmatig wil aanbrengen tegen een huurverhoging is wettelijke instemming nodig van minimaal 70% van de huurders. Op dit punt lopen vastgoedbeleggers tegen weerstand aan van huurders. Voor huurders ontstaat een onzekerheid of de werkelijke besparing wel opweegt tegen de doorgevoerde huurverhoging, waardoor complexmatige uitvoering van energiebesparende maatregelen bij vastgoedbeleggers moeizaam op gang komt. Uit onderzoek (Booijink, 2011) blijkt dat huurders vaker bereid zijn in te stemmen met het, tegen een huurverhoging, uitvoeren van energiebesparende maatregelen in de woning als de garantie kan worden afgegeven dat de som van de huidige huurprijs vermeerderd met de huurverhoging en de energiekosten ná de verduurzaming niet hoger zal zijn dan de som van de huidige huurprijs vermeerderd met de energiekosten van vóór de verduurzaming. Het afgeven van een garantie op de energiebesparing vormt mogelijk een sleutel tot het op gang brengen van de verbetering van de energiezuinigheid van huurwoningen.

De vraag is of de werkelijk te behalen energiebesparing door huurders alleen wordt beïnvloed door de werkelijk behaalde rendementen van de energiebesparende maatregelen. Uit onderzoek blijkt dat bewonersgedrag een belangrijke factor is die invloed heeft op het realiseren van de theoretische energiebesparing ná een verduurzaming (Berben & Oomen, 2013). In het onderzoek van Berben & Oomen wordt aangegeven dat er nog onvoldoende onderzoek gedaan is naar de verdeling van het aantal "niet zuinige bewoners" ten opzichte tot het aantal "zuinige bewoners" om een risico inschatting te kunnen maken.

1.2 Probleem- en doelstelling

Huurders hebben er onvoldoende vertrouwen in dat de berekende gemiddelde energiebesparing per woning, na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen, in de persoonlijke situatie werkelijk wordt gerealiseerd. Door deze onzekerheid is het verkrijgen van de wettelijke 70% instemming van de huurders voor de door te voeren benodigde huurverhoging moeilijk. Aan de andere kant is het voor de belegger onzeker wat de invloed is van het bewonersgedrag op de werkelijke besparing ná het aanbrengen van energiebesparende maatregelen. Uit onderzoek blijkt dat huishoudens binnen vergelijkbare woningen een enorme spreiding aan energie verbruiken laten zien (Santin et al, 2009) waardoor beleggers onvoldoende inzicht hebben in het bewonersgedrag ná verduurzaming om (een deel van) de theoretische energiebesparing te kunnen garanderen.

De probleemstelling van dit onderzoek luidt:

Door de onzekerheid bij de huurder over het werkelijk behalen van de theoretische besparingen en bij de belegger over het gedrag van de bewoner ontstaat er een spanningsveld waarbij de huurders minder snel toestemming geven en de belegger de besparing niet durft te garanderen.

De doelstelling van dit onderzoek luidt:

Inzicht verkrijgen in de werkelijke energiebesparing en de belangrijkste elementen die invloed hebben op deze energiebesparing om de belegger instrumenten aan te reiken om (een deel van) de energiebesparing te kunnen garanderen.

1.3 Centrale vraagstelling

Huurders zijn vaker bereid in te stemmen met het aanbrengen van energiebesparende maatregelen tegen een huurverhoging als door de belegger de garantie wordt gegeven dat de werkelijke besparing hoger is dan de huurverhoging.

De centrale vraag van dit onderzoek luidt:

Wat is het risico voor de belegger bij het afgeven van de garantie dat de werkelijke energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gelijk of hoger zal zijn dan de huurverhoging?

1.4 Deelvragen

Om de centrale vraagstelling te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

Theoretisch kader

- Wat zijn de belangrijkste elementen die invloed hebben op de energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen volgens de onderzoeksliteratuur ?
- In welke mate hebben deze elementen invloed op de energiebesparing volgens de onderzoeksliteratuur ?

Praktijkonderzoek

- Wat zijn de energieverbruiken in praktijkvoorbeelden vóór en ná het aanbrengen van energiebesparende maatregelen o.b.v. energieverbruik op wijkniveau en individueel niveau?
- Wat is er op basis van praktijkvoorbeelden bekend over de behaalde werkelijke besparingen t.o.v. de berekende theoretische besparingen?

Analyse

- Wat zijn de belangrijkste elementen van een energiebesparingsgarantie die invloed hebben op het rendement van de belegger?
- In welke mate hebben deze elementen invloed op het behalen van rendement van de belegger?
- Kan worden gegarandeerd dat de werkelijke energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gelijk of hoger zal zijn dan de benodigde huurverhoging ?

1.5 Afbakening

- Binnen de vastgoedbranche richt dit onderzoek zich alleen op de woningbouwsector
- Binnen de woningbouwsector richt dit onderzoek zich alleen op de huursector
- Binnen de huursector richt dit onderzoek zicht alleen op de vrije sector huurwoningen van institutionele vastgoedbeleggers en/of pensioenfondsen
- Binnen de voorraad vrije sector huurwoningen worden complexen van één of meerdere institutionele vastgoedbeleggers en/of pensioenfondsen geselecteerd waar in de periode 2012 tot en met 2014 complexmatig energiebesparende maatregelen zijn uitgevoerd;
- Binnen deze selectie worden complexen geselecteerd met 10 of meer wooneenheden en waarvan voldoende betrouwbare gegevens beschikbaar zijn over het energieverbruik vóór en ná het aanbrengen van de energiebesparende maatregelen;
- Daar waar in dit onderzoek wordt gesproken over huurverhoging wordt uitgegaan van de werkelijk doorgevoerde huurverhoging aan de huurders.

1.6 Relevantie

Maatschappelijke relevantie

Nederlandse institutionele vastgoedbeleggers hebben nog geen concrete doelstellingen voor energiebesparing collectief vastgelegd zoals de corporatiesector en particuliere vastgoedbeleggers (vastgoedbelang) in het "convenant energiebesparing huursector" wel hebben gedaan. Indien door middel van dit onderzoek voldoende zekerheid kan worden gegeven om de energiebesparing te kunnen garanderen en het vertrouwen van de huurder in het aanbrengen van energiebesparende maatregelen kan worden vergroot, ontstaan er kansen om de verduurzaming van de voorraad huurwoningen van Nederlandse institutionele vastgoedbeleggers verder op gang te brengen.

Wetenschappelijke relevantie

Dit onderzoek sluit geheel aan bij de aanbevelingen uit het onderzoek van Booijink (2011, p46):
"Verder kan er dieper worden ingegaan op de belangrijkste conclusie van dit onderzoek, namelijk de woonlastengarantie. Deze zou geheel uitgewerkt kunnen worden waarna er berekend kan worden of het afgeven van een garantie wel rendabel is voor beleggers".

Tevens gaat dit onderzoek in op de aanbeveling uit het onderzoek van Berben & Oomen (2013, P4):
"Het verdient aanbeveling om het gedrag en juist ook de interactie tussen gedrag en maatregelen verder te onderzoeken".

In een onderzoek naar de toepassing van de woonlastenwaarborg in de corporatiesector is uit nameting gebleken dat in 8 van de 9 projecten de waarborg wordt gehaald (Atrive, 2013). Door middel van dit onderzoek zal voor beleggershuurwoningen een gelijksoortige nameting uitgevoerd worden om vast te stellen of een vergelijkbare waarborg (garantie) af te geven zal zijn.

1.7 Onderzoeksmethode

Deze masterthesis betreft een kwantitatief onderzoek. Om antwoord te kunnen geven op de probleemstelling wordt middels een praktijkonderzoek de verkregen kennis vanuit het theoretisch kader getoetst aan de werkelijke energiebesparingen in referentieobjecten. Op basis van de uitkomsten van dit praktijkonderzoek zal een data-analyse plaatsvinden om vast te stellen of de werkelijke energiebesparing bij het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gelijk of hoger zal zijn dan de benodigde huurverhoging. Tevens zal op basis van een gevoeligheidsanalyse worden vastgesteld welke parameters de grootste invloed hebben op het rendement van de woningbelegger. Uiteindelijk zal de conclusie getrokken worden of het voor de belegger rendabel mogelijk is om een energiebesparingsgarantie af te geven.

Theoretisch kader

Allereerst zal op basis van literatuurstudie onderzoek gedaan worden naar de belangrijkste elementen die invloed hebben op de energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen. Op basis van deze gegevens wordt een theoretisch kader geschept waarin voor elk element wordt vastgelegd in welke mate deze invloed heeft op de energiebesparing.

Praktijkonderzoek

In hoofdstuk 3 zullen op basis van praktijkonderzoek beleggershuurwoning complexen geselecteerd worden met 10 of meer woningen waarbij in de periode 2012 tot en met 2014 energiebesparende maatregelen zijn aangebracht tegen een huurverhoging. Het empirisch onderzoek naar deze woningen zal worden uitgesplitst in 2 onderdelen:

Wijkniveau

Voor alle geselecteerde woningen zal door middel van geanonimiseerde energieverbruiken van netbeheerders worden onderzocht wat de verbruiken vóór en ná de verduurzaming op wijkniveau bedragen. Deze verbruiken zullen worden afgezet tegen de berekende energiebesparingen bij de uitgevoerde verduurzaming om inzichtelijk te maken in hoeverre de werkelijke energieverbruiken op wijkniveau afwijken van de theoretische berekende energieverbruiken.

Woningniveau

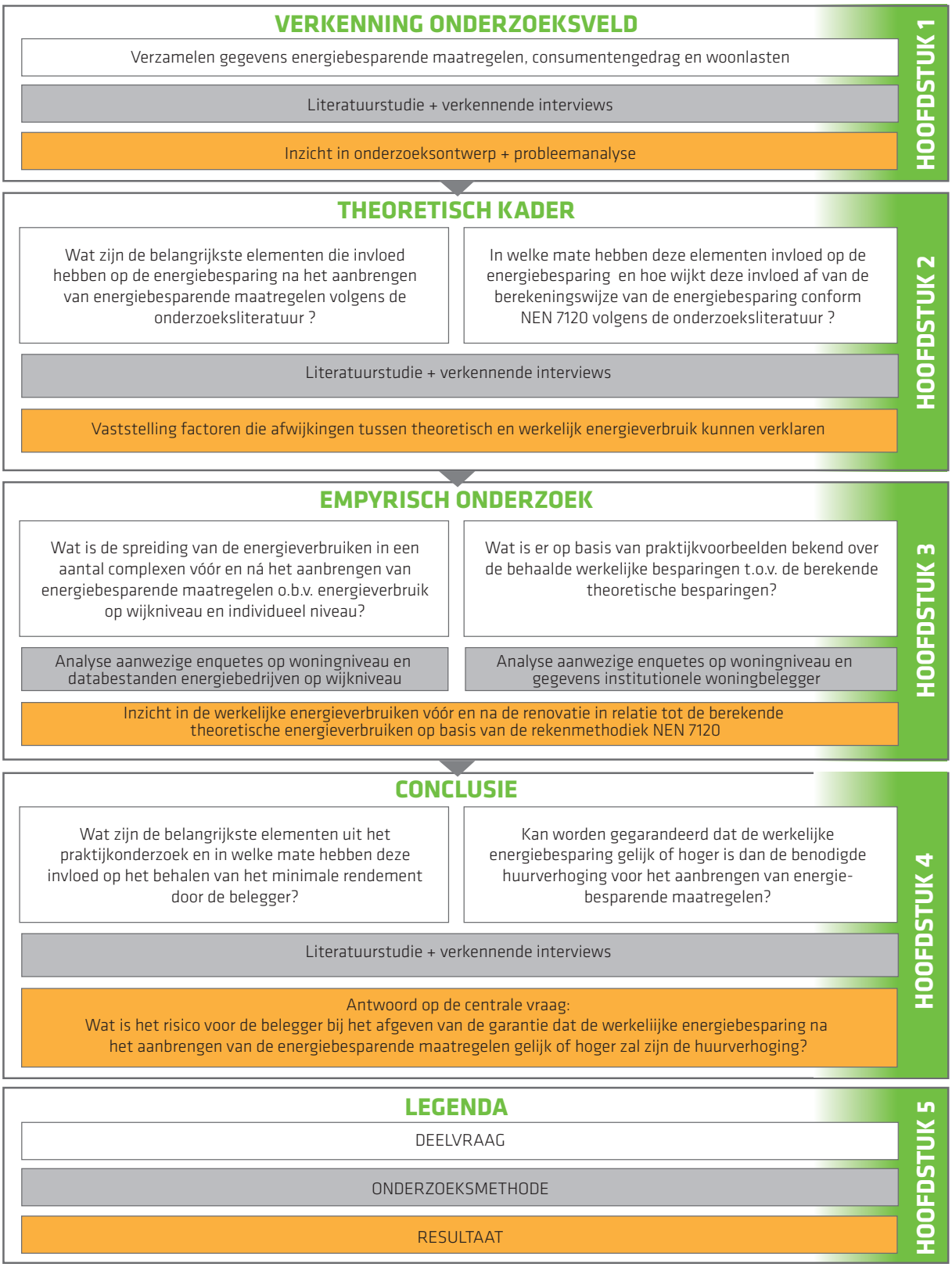
Voor alle geselecteerde woningen zullen de aanwezige resultaten van de door de uitvoerende onderhoudspartij tijdens de renovatie uitgevoerde enquêtes van vóór en na de renovatie worden onderzocht om de verbruiken vóór en na de renovatie op woningniveau te bepalen. Deze verbruiken zullen worden afgezet tegen de theoretisch berekende energieverbruiken op basis van de uitgevoerde verduurzaming voor de individuele woning om inzichtelijk te maken in hoeverre deze van de werkelijke energieverbruiken afwijken.

Analyse

De verkregen data op zowel wijk- als woningniveau worden geanalyseerd en hierbij zal worden vastgesteld hoe de werkelijke energiebesparing zich verhoudt tot de berekende energiebesparing.

Daarnaast zal berekend worden wat het rendement voor de woningbelegger op de investering zal zijn op basis van de theoretische besparing om te bepalen wat de effecten zijn van een energiebesparingsgarantie op de werkelijke besparing. Uiteindelijk zal worden vastgesteld wat de risico's voor de belegger zijn indien de garantie wordt afgegeven dat de werkelijke energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gelijk of hoger zal zijn de huurverhoging en welke elementen de grootste invloed hebben op het rendement.

1.8 Onderzoeksmodel



Figuur 1: onderzoeksmodel

Hoofdstuk 2

ENERGIEVERBRUIK EN ENERGIEBESPARING

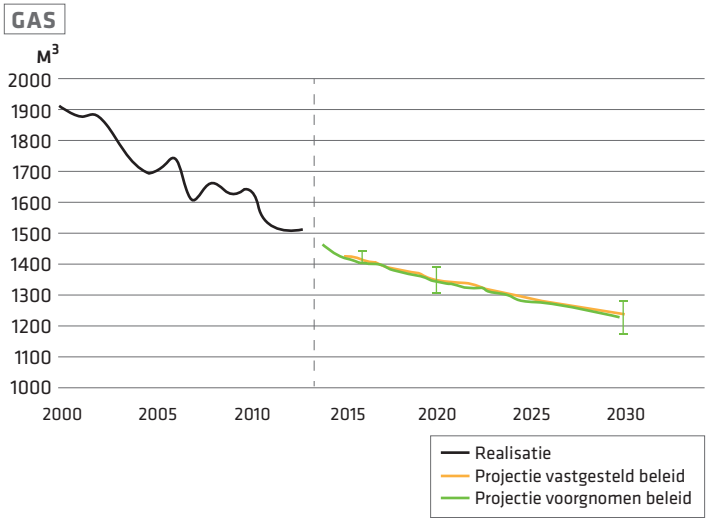
Als we naar het energieverbruik van woningen kijken dan kunnen we vaststellen dat in iedere woning energie wordt verbruikt, echter de hoeveelheid verschilt. Om een onderzoek te starten naar de potentie van besparing op energieverbruik zal eerst inzicht verkregen moeten worden in de elementen die verantwoordelijk zijn voor het energieverbruik. In paragraaf 2.1 zullen de energiebronnen worden gespecificeerd waarna in paragraaf 2.2. wordt aangegeven welke verbruikers verantwoordelijk zijn voor het energieverbruik van deze energiebronnen. In paragraaf 2.3 en 2.4 wordt nader ingegaan op de invloed van bewonersgedrag en huishoudenskenmerken op het energieverbruik. In paragraaf 2.5 worden enkele aandachtspunten besproken om in paragraaf 2.6 af te sluiten met de subconclusie en aanbevelingen naar aanleiding van dit theoretische kader.

2.1 Energiebronnen

Het huishoudelijke energieverbruik valt onder te verdelen in direct en indirect energieverbruik. Direct energieverbruik is het verbruik van energie voor verwarming, apparatuur, auto, etc. waar een gebruiker direct invloed op heeft. Indirect energieverbruik is het verbruik wat benodigd is voor de productie van huishoudelijke goederen en diensten (Goorden et al, 2005). In dit onderzoek zal alleen uitgegaan worden van het directe energieverbruik. Uit onderzoek van ECN (2014) blijkt dat het directe energieverbruik van energiebronnen als hout, olie, kolen en stadsverwarming minder dan 4% bedraagt van het totale energieverbruik. Derhalve worden in dit onderzoek alleen de directe energiebronnen elektriciteit en gas meegenomen.
Kijkend naar het gas- en elektriciteitsverbruik zien we in de afgelopen 15 jaar twee duidelijke trends:

Gasverbruik
Het gasverbruik vertoont vanaf 1995 een redelijk stabiele afnemende lijn wat veroorzaakt wordt door met name de verbetering van de isolatiegraad van de woningen en het hogere rendement van de technische installaties (ECN, 2014). In 2013 werd in 93% van de Nederlandse huishoudens de woning verwarmt met gas (RVO, 2014).

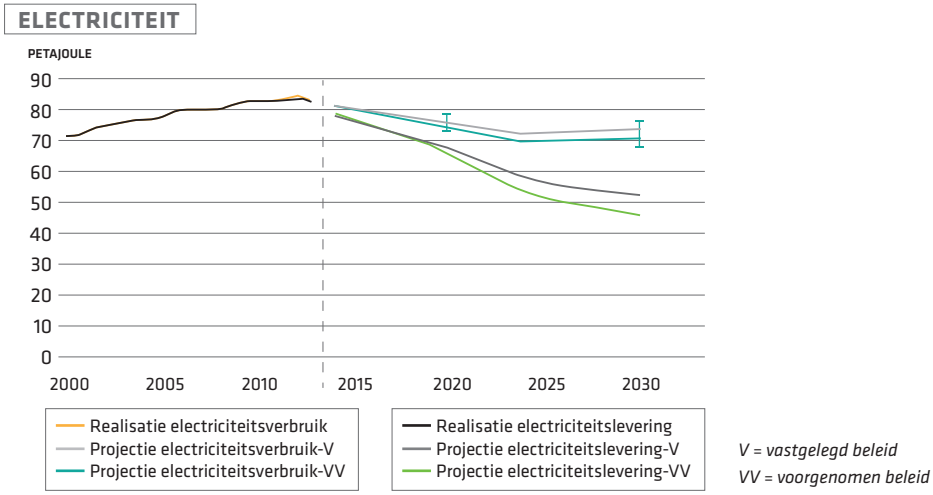
Op basis van afspraken in het energieakkoord waarbij meer gebruik gemaakt moet worden van hernieuwbare energie is de voorspelling dat het gasverbruik richting 2030 licht zal afnemen tot 85%. De grootste oorzaak van deze daling is de relatieve groei van elektrische warmtepompen met een aandeel van 6% in 2030 (ECN, 2015).



Figuur 2: Gasverbruik per woning *Bron: ECN (2015)*

Elektriciteitsverbruik

Het elektriciteitsverbruik liet met name door de verdergaande automatisering tot 2005 een stijgende lijn zien waarna deze tot 2010 afvlakte en stabiliseerde. Door Europese eisen die gesteld worden aan energie efficiency, de ecodesign 2009/125/EG richtlijn, is vanaf 2010 een blijvende daling waarneembaar. Deze richtlijn stelt eisen aan bijna alle huishoudelijke apparaten. Een herziening van deze richtlijn in 2019 zal mogelijk leiden tot een verdere daling van het elektriciteitsverbruik. Door onder meer projecten als de stroomversnelling, waarbij woningcorporaties 110.000 woningen willen renoveren naar Nul-Op-Meter woningen, neemt het gebruik van elektrische warmtepompen toe. De daling die na 2010 is ingezet zal afzwakken en richting 2025 stabiliseren tot gemiddeld 2400 kWh per huishouden in 2030. (ECN, 2015).



Figuur 3: Elektriciteitsverbruik per woning *Bron: ECN (2015)*

2.2 Energieverbruikers

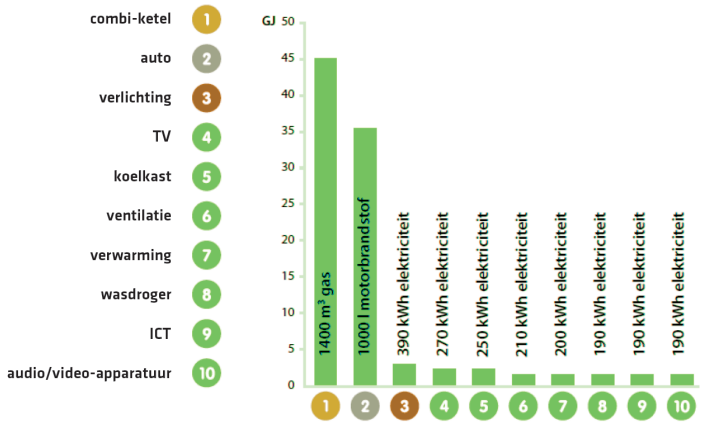
De energieverbruiken in figuur 2 en 3 zijn gebaseerd op een gemiddeld verbruik op basis van de gegevens van het ECN, echter heeft ieder huishouden een eigen uniek energieverbruik. Om te bepalen of een besparing is te realiseren op het werkelijke individuele energieverbruik zal eerst moeten worden vastgesteld welke elementen verantwoordelijk zijn voor dit energieverbruik.

Gasverbruik

Het gasverbruik is onder te verdelen in het gebruik voor ruimteverwarming/warm tapwater en verbruik voor kookgas. Bij een gemiddeld verbruik van 1400 m^3 gas per huishouden (44,5 GJ) is 98% toe te schrijven aan ruimteverwarming/warm tapwater en 2% aan kookgas (ECN, 2014).Gezien de dalende trend van het gebruik van kookgas doorzet en de omvang minimaal is zal het onderzochte gasverbruik in dit onderzoek 100% worden toegerekend aan ruimteverwarming/warm tapwater.

Elektriciteitsverbruik

Het elektriciteitsverbruik in een huishouden wordt veroorzaakt door verlichting en het gebruik van apparaten in huis. In figuur 4 is zichtbaar dat, buiten het gasverbruik voor de ruimteverwarming/warm tapwater en de brandstof voor het autoverbruik de top 10 van verbruikers worden ingevuld met verlichting en elektrische apparaten in de woning.



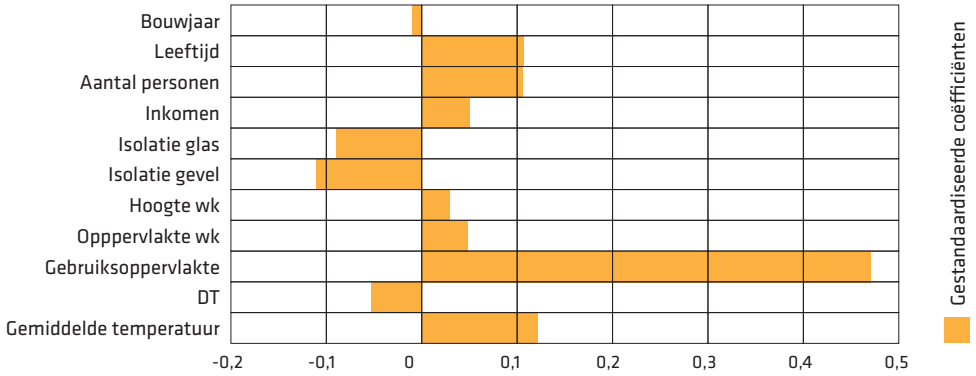
Figuur 4: Top 10 energieverbruikers huishoudens Bron: ECN, 2014

Majcen en Itard(2014) concluderen in recent onderzoek dat het energielabel van een woning niet veel invloed heeft op het elektriciteitsverbruik. Een verbetering van het energielabel van een woning heeft niet tot effect dat het elektriciteitsverbruik verminderd. In tegendeel, woningen met een energielabel A,B of C verbruiken relatief meer elektriciteit dan de standaardwaarden in het berekende energielabel, wat is te verklaren doordat deze woningen meer zijn uitgerust met elektrische technische installaties voor ventilatie en ruimteverwarming. Het praktijkonderzoek zal bij de energiebesparingsberekening hoofdzakelijk uitgaan van de besparing op gasverbruik, echter zullen de elektriciteitskosten wel worden meegenomen in de totale berekening, aangezien de werkelijke totale energielasten (gas en elektriciteit) worden afgezet tegen de doorgevoerde huurverhoging . Daarnaast zal de mogelijkheid worden geboden om vervolgonderzoek uit te voeren op basis van een langere reeks energiedata en/of objecten toe te voegen, waarbij het mogelijke gebruik van zonnepanelen wel invloed heeft op het elektriciteitsverbruik.

2.3 woning- en huishoudenskenmerken

De oliecrisis in 1973 heeft ervoor gezorgd dat er onderzoek werd opgestart naar het gebruik van energie. Vanaf de jaren '70 zijn zowel op economisch, psychologisch als sociologisch vlak diverse onderzoeken uitgevoerd. In studies naar het huishoudelijke energieverbruik wordt de invloed van het bewonersgedrag steeds meer erkend. Uit onderzoek blijkt dat in de praktijk, bij woningen met een gelijke EI-index, er een verschil van factor 2 tussen de hoogste en laagste energieverbruiken aanwezig was (Jeeninga et al., 2001). Met dit gegeven is er een groot potentieel in energiebesparing door gedragsverandering van bewoners mogelijk (Huber et al., 2006).

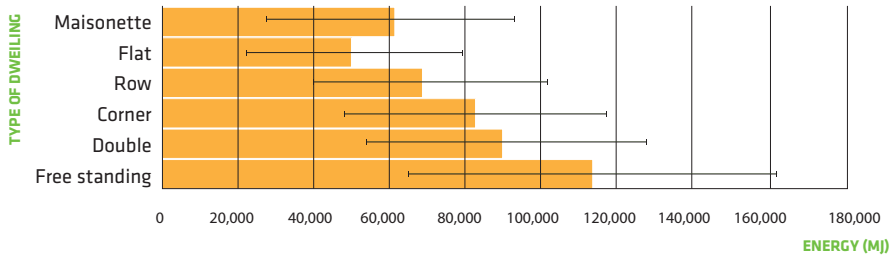
Om energiebesparing in de bebouwde omgeving mogelijk te maken zal inzicht verkregen moeten worden in de elementen die de meeste invloed hebben op het energieverbruik. Het Ministerie van VROM DG Wonen (2003) onderzocht middels een regressiemodel wat de belangrijkste huishoudenskenmerken zijn die invloed hebben op het energieverbruik.



Figuur 5: Regressiecoëfficienten gasverbruik Bron: Ministerie van VROM DG Wonen

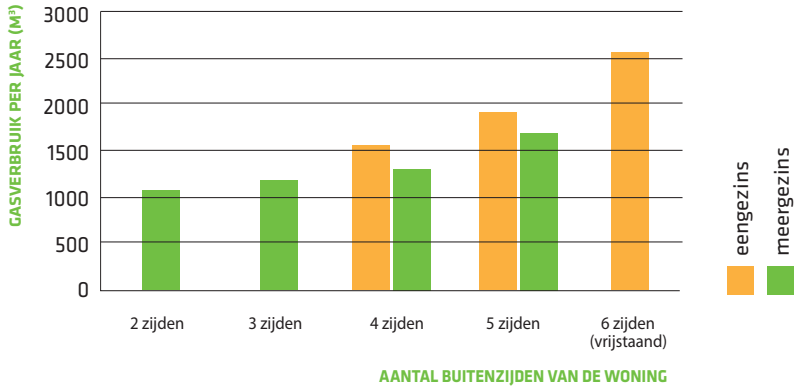
Type woning

Santin et al.(2009) hebben onderzocht wat de verschillende energieverbruiken zijn per woningtype.



Figuur 6: Energieverbruik en standaarddeviatie(MJ/jaar)per woningtype Bron: Santin et al

In figuur 6 is zichtbaar dat de woningtypen maisonnette en flat (appartementen) het minste energieverbruik laten zien. Dit is ook logisch aangezien ruimteverwarming het grootste deel van het totale energieverbruik beslaat en de meeste appartementen 4-zijdig zijn ingeklemd tussen andere appartementen (verwarmde ruimten) waardoor alleen de voor- en eventueel achtergevel grenzen aan een onverwarmde ruimte, het verliesgevende oppervlak. Hoe meer verliesgevend oppervlak er aan een woning aanwezig is, hoe hoger het theoretische energieverbruik. Uit onderzoek (Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013) blijkt dat de relatie tussen het gasverbruik en het aantal buitenzijden (gevel, vloer, dak) evident is. Bij een gelijk gebruikersoppervlak ligt het gasverbruik bij een tussenwoning (4 zijden) bijna 50% lager en bij een hoekwoning (5 zijden) 22% lager dan het gasverbruik van een vrijstaande woning (6 zijden).

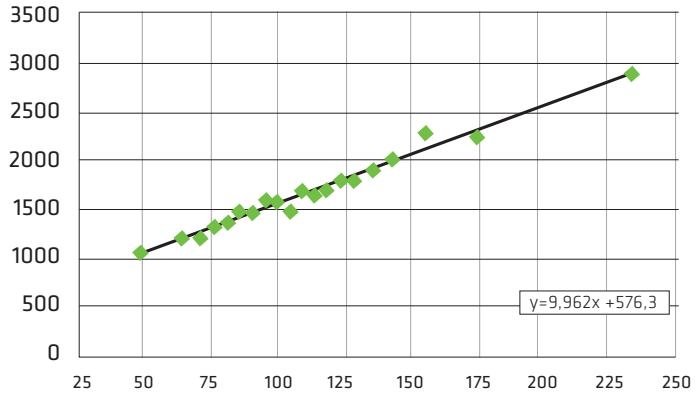


Figuur 7: Gestandaardiseerd gasverbruik per jaar, naar het aantal buitenzijden van de woning, naar type
Bron: Tigchelaar & Leidelmeijer

Gebruiksoppervlakte

Op basis van onderzoek is zichtbaar dat de gebruikersoppervlakte de grootste invloed heeft op het gasverbruik (Min. VROM DG Wonen, 2003; Santin et al.,2009). in een grotere woning zal immers meer lucht verwarmd moeten worden als in een kleinere woning. Rooijers et al.(2003) hebben onderzocht dat de grootte van de woonkamer 10% van de spreiding in het gasverbruik verklaart.

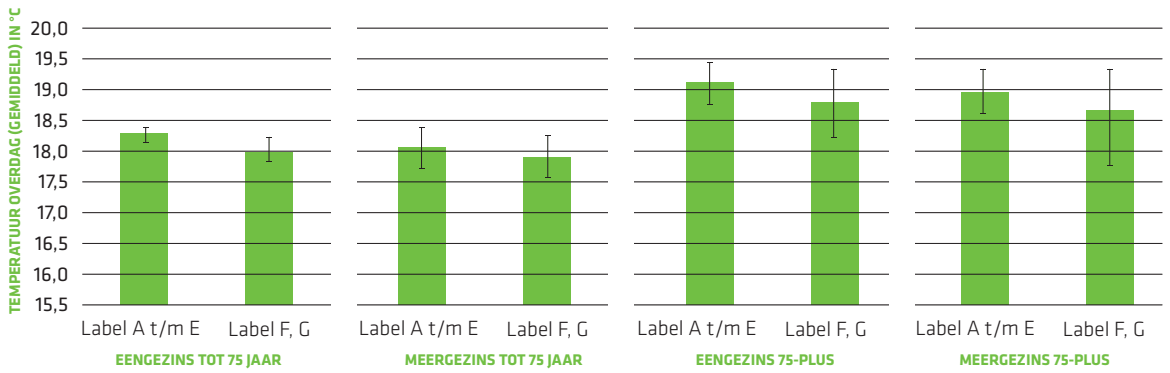
Uit onderzoek (Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013) blijkt dat de relatie tussen het gebruikersoppervlak en het gestandaardiseerd jaarverbruik nagenoeg lineair is(figuur 8). Elke m^2 extra ruimte in de woning leidt tot gemiddeld iets minder dan 10 m^3 extra gasverbruik.



Figuur 8: Gebruiksoppervlak van de woning en gestandaardiseerd gasverbruik per jaar
Bron: Tigchelaar & Leidelmeijer

Leeftijd en gemiddelde temperatuur

De leeftijd van bewoners heeft invloed op het gasverbruik. Uit onderzoek van Ministerie van VROM DG Wonen (2010) blijkt een significante grens te liggen op 75 jaar. Een zelfstandig wonende bewoner van 75 jaar of ouder woont het grootste deel in een eengezinswoning, waarvan 57% in een woning met een energielabel F of G, tegen 23% onder de groep bewoners < 75 jaar. In figuur 9 is zichtbaar dat de bewoners van 75 jaar en ouder de woning gemiddeld 19 graden stookt, tegen gemiddeld 18 graden onder de groep bewoners < 75 jaar. Duidelijk wordt dat de combinatie van het stoken op een hogere temperatuur, gedurende de gehele dag, in een grote woning met grotendeels een slecht energielabel, zorgt voor een hoog energieverbruik.



Figuur 9: Temperatuur instellingen naar leeftijd bewoner Bron: Ministerie van VROM DG Wonen

Aantal personen

De grootte van een huishouden heeft ook een belangrijke invloed op het gasverbruik. Uit diverse studies is een lineair verband te trekken tussen huishoudensgrootte en gasverbruik. Het gasverbruik per persoon daalt bij een toename van de huishoudensgrootte (Santin et.al, 2009)

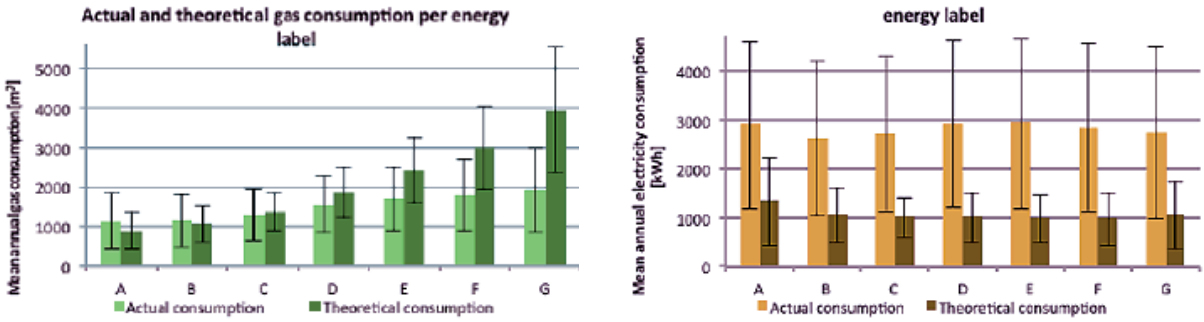
2.4 Overige invloedfactoren

Los van de woning- en huishoudkenmerken kenmerken zijn er ook elementen die de te behalen energie-besparing beïnvloeden, welke moeilijker absoluut zijn vast te leggen, maar wel een (grote) invloed hebben op het energieverbruik en/of energiebesparing.

Rekenmethodiek

Om te bepalen wat het effect van het aanbrengen van energiebesparende maatregelen op het energieverbruik is wordt voor ieder project een "energieprestatieadvies voor woningen" opgesteld. Dit advies bevat een wettelijke rekenmethode (ISSO 82.3, 2009) om de energieprestatie vóór en ná het aanbrengen van energiebesparende maatregelen te kunnen uitrekenen. Majcen & Itard (2014) hebben in recent onderzoek hier het volgende over gezegd:

> 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 energie-gebruik is daar hoger dan het theoretische energiegebruik. (Majcen & Itard, 2014, p.2)



Figuur 10: Werkelijk vs. Theoretisch gas- en elektriciteitsverbruik Bron: Macen, Itard, & Visscher 2013

Van 30% van het totaal aantal woningen van de steekproef in mijn onderzoek heb ik de beschikking gekregen over de onderliggende EPA-W berekeningen. Van deze woningen is een berekening gemaakt van het theoretische gasverbruik vóór het aanbrengen van energiebesparende maatregelen en deze uitkomsten zijn vergeleken met de werkelijke gasverbruiken over de jaren 2009 t/m 2012 (opgave netbeheerder). Hieruit blijkt dat indien een huurder zowel vóór als ná het aanbrengen van energiebesparende maatregelen een gelijkblijvend bewonersgedrag zal laten zien, de werkelijke besparing maximaal kan uitkomen op ca. 69% van de theoretische besparing. Dit betekent dat de rekenmethodiek uitgaat van een ca. 31% hoger energieverbruik dan werkelijk gemeten, wat in lijn ligt met de gemiddelde afwijking voor de energielabels E en F in het onderzoek van Majcen & Itard.

Plaats	Soort woning	Huidig label	Aantal	Gasverbruik berekend	Totaal gas berekend	Gasverbruik werkelijk	Totaal gas werkelijk	Afwijking
Amersfoort	Hoekwoning	E	17	3139	2742	1918	1918	70%
Amersfoort	Tussenwoning		43	2585		1854		
Groningen	Hoekwoning	F	8	3652	3142	2342	2342	75%
Groningen	Tussenwoning		18	2915		2285		
Huizen	Hoekwoning	E	12	3281	3079	2238	2238	73%
Huizen	Tussenwoning		36	3012		2251		
Maarssen	Hoekwoning	F	6	2653	3133	1745	1745	56%
Maarssen	Tussenwoning		13	3354		1740		
Oosterbeek	Hoekwoning	F	8	3102	2669	1788	1788	67%
Oosterbeek	Tussenwoning	E	12	2381		1751		
							Gewogen gemiddelde	69%

Figuur 11: Werkelijk vs. Theoretisch gasverbruik Bron: eigen onderzoek-

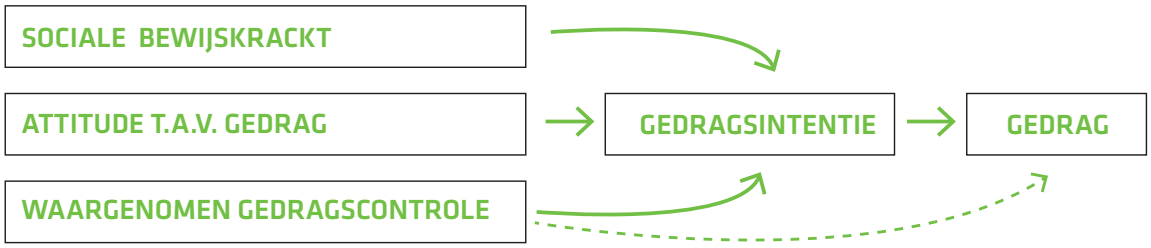
Bewonersgedrag

Bovengenoemde energieverbruiken zijn gemiddelde verbruiken, berekend op basis van de technische specificaties van woningen en een standaard bewonersgedrag, echter een standaard bewoner bestaat niet.

> "Rather than remain in one of these narrow approaches, an integrated study of residential energy efficiency would seek to examine the interactions among technical and behavioural factors (Brown et al., 1998; Shove 1998). This approach would extend established techniques to assess technical potential by incorporating behavioural and social insights." (Parker et al., 2002)

Omdat bewonersgedrag in diverse onderzoeken anders kan worden uitgelegd zal in dit onderzoek bewonersgedrag gedefinieerd worden als "de consumptie van energie".
Uit onderzoek (Jeeninga et al., 2001; Santin et al., 2009) is al naar voren gekomen dat in soortgelijke woningen met een gelijke EI index de spreiding van het energieverbruik factor 2 kan zijn. Aangezien de technische specificaties in dat geval nagenoeg gelijk zouden zijn blijkt dat bewonersgedrag een grote invloed kan hebben op het werkelijke energieverbruik. Maatregelen die het mogelijk maken om het bewonersgedrag te veranderen kunnen bijdragen aan de vermindering van het energieverbruik. Om een gedragsverandering in energieverbruik mogelijk te kunnen maken moet eerst onderzocht worden hoe het gedrag van een bewoner in elkaar zit.

Eén van de belangrijkste theorieën over gedrag is de "theorie van gepland gedrag" (Ajzen, 1991) wat een uitbreiding is op de theorie "theorie van beredeneerde actie"(Ajzen & Fishbein, 1980). Uit onderzoek blijkt dat maximaal 5% van ons gedrag beredeneerd gedrag is. De overige 95% betreft automatisch gedrag, dit is gedrag waar we niet over na hoeven te denken. Aangezien we een gedragsverandering willen bewerkstelligen die de gewoonte van de bewoner moet veranderen is de "theorie van gepland gedrag" toepasselijk voor dit onderzoek.



Figuur 12: Model voor theorie van gepland gedrag Bron: eigen bewerking

De "theorie van gepland gedrag" kent 3 factoren welke het gedrag beïnvloeden:

Sociale bewijskracht
Een belangrijk mechanisme welke mensen gebruiken is die van sociale bewijskracht. Mensen kijken naar het gedrag van anderen om te bepalen hoe iemand zelf moet handelen of geloven. Het mechanisme is het meest invloedrijk onder twee voorwaarden. Het eerste is onzekerheid. Als mensen onzeker zijn kijken ze meer naar hoe anderen doen en houden ze dit aan voor juist gedrag. Het tweede is overeenkomstigheid. Mensen zijn eerder geneigd om zich te laten leiden door het gedrag van gelijkgestemden.

Cialdini heeft in 1991 de invloed van overeenkomstigheid aangetoond middels een experiment onder het hergebruik van handdoeken door hotelgasten. Bij een standaard mededeling in de hotelkamer met de tekst "hergebruik je handdoek om het milieu te sparen" bleek 12% de handdoek nogmaals te gebruiken. Bij de tekst "een meerderheid van de gasten hergebruikt een handdoek minimaal 1x tijdens zijn verblijf" nam het hergebruik toe tot 26%. Met de toevoeging "een meerderheid van de gasten in deze kamer hergebruikt...."nam het hergebruik zelfs toe tot 33% (Egmond, 2010). Dat het gedrag wordt aangepast bij een grotere overeenkomst bewijst de aanwezigheid van een sociale norm.

Attitude van het gedrag
De attitude zegt iets over de houding van mensen tegenover een bepaald gedrag. Indien voor mensen de negatieve effecten van een verandering overheersen boven de positieve effecten zal er weinig motivatie zijn om het gedrag aan te passen. Een voorbeeld hiervan kan zijn het plaatsen van zonnepanelen. Als iemand het plaatsen van zonnepanelen op de woning niet mooi vindt en dit belangrijker vindt dan de besparing die het kan opleveren is er een kleine kans dat er zonnepanelen worden geplaatst. Het tegenovergesteld is natuurlijk ook mogelijk.

Waargenomen gedragscontrole
De waargenomen gedragscontrole betreft de mate waarin de bewoner denkt in staat te zijn het gewenste gedrag daadwerkelijk te kunnen gaan vertonen. Het gaat er hier niet om of de bewoner het écht kan, maar of de gedachte aanwezig is het te kunnen. Een slechte ervaring uit het verleden kan al van invloed zijn om het niet te proberen.

Hoe positiever deze drie factoren zijn, hoe groter de intentie van de bewoner om het gewenste gedrag te gaan vertonen. Uiteindelijk is het afhankelijk van het moment dat de kans zich voordoet om een bewoner het gewenste gedrag te laten vertonen. De intentie kan gezien worden als een indicatie van de moeite die een persoon wil doen om bepaald gedrag te vertonen (Ajzen, 1991). Er kunnen echter ook factoren zijn die het vertonen van het gewenste gedrag belemmeren, derhalve kan de waargenomen gedragscontrole ook directe invloed hebben op het gedrag, hierbij moet je denken aan de mogelijkheden die een bewoner heeft om het gewenste gedrag te gaan vertonen.

2.5 Reboundeffect

Nu we weten dat 95% van ons gedrag bestaat uit gewoontegedrag en we de factoren kennen die dit gewoontegedrag beïnvloeden gaan we op basis van de literatuur kijken wat de effecten van dit gedrag zijn op de energiebesparingen in huishoudens. Berekende besparingen gaan uit van een gelijkblijvend bewonersgedrag, iets wat geheel niet vanzelfsprekend hoeft te zijn. Een onderwerp waar al veel onderzoek naar is verricht is het reboundeffect. Alhoewel er geen officiële definitie is vastgelegd kan het reboundeffect voor energie consumptie als volgt worden omschreven.

Doordat bewoners het gevoel hebben dat een verduurzaamde woning minder energie verbruikt en daarmee goedkoper wordt in energiekosten gaan bewoners minder zuinig gedrag vertonen naarmate de woning energiezuiniger wordt.

Het meest genoemde voorbeeld is de bewoner die de thermostaat een graadje hoger zet of meer ruimten gaat verwarmen dan voorheen, omdat de woning toch goed geïsoleerd is en voor het gevoel de kosten lager zijn. Daarnaast is een goed voorbeeld de ontwikkeling van LED verlichting. Doordat LED verlichting zuiniger is dan bijvoorbeeld gloeilampen zie je het gebruik ervan stijgen doordat meer ruimten langer worden verlicht of de opkomst van (permanente) tuinverlichtingsproducten. Als de bewoner zijn oude gedrag in de gerenoveerde woning zou handhaven zou deze meer energie besparen dan dat deze zijn gedrag negatief aanpast.
Uit recent onderzoek (Aydin, Brounen & Kok, 2013) komt naar voren dat het reboundeffect op het gasverbruik 41,3% bedraagt voor woninghuurders en 26,7% voor woningeigenaren. Als we verder inzoomen op deze woninghuurders dan laat dat onderzoek zien dat bij de 20% laagste inkomens het effect bijna 49% bedraagt en bij de 20% hoogste inkomens tussen de 38% en 40%.

2.6 Subconclusie

Op basis van het theoretisch kader kan worden vastgesteld dat gas en elektriciteit de twee voornaamste energiebronnen zijn in de woning, waarbij het gasverbruik voor verwarming en warm tapwater 75% van de totale energiekosten bedragen, het overige betreft het elektriciteitsverbruik. Uit onderzoek blijkt dat het energielabel van een woning weinig invloed heeft op het elektriciteitsverbruik in de woning waardoor het onderzoek zich met name richt op het gasverbruik. Het type woning, de gebruiksoppervlakte, het aantal personen in het huishouden, de leeftijd en de temperatuurswisseling zijn de huishoudenskenmerken met de grootste invloed op de spreiding van het energieverbruik.
De rekenmethodiek, welke verplicht gebruikt moet worden bij energiebesparingsberekeningen, gaat bij woningen met een energielabel E en F uit van een 31% hoger theoretisch energieverbruik dan werkelijk gemeten, waardoor bij gelijkblijvend bewonersgedrag maximaal 69% van de theoretische besparing werkelijk kan worden gerealiseerd. Gelijkblijvend bewonersgedrag is echter niet vanzelfsprekend, uit onderzoek blijkt dat er een reboundeffect aanwezig is. Als we rekening houden met het reboundeffect zal de werkelijke besparing gemiddeld nog gemiddeld 39% van 69% werkelijk te behalen theoretische besparing lager uitvallen. Op basis van de literatuur kan dus worden gesteld dat, als de belegger de werkelijke energiebesparing bij het aanbrengen van energiebesparende maatregelen wil garanderen, de huurverhoging niet meer mag bedragen dan 42% van de theoretische besparing om te voorkomen dat de belegger huurders moet gaan compenseren.

Hoofdstuk 3

EMPIRISCH ONDERZOEK

3.1 Opzet

Het onderzoek naar een energiebesparingsgarantie richt zich met name op het gasverbruik van huurwoningen. Majcen en Itard(2014) hebben in recent onderzoek vastgesteld dat het werkelijke gasverbruik afwijkt van het theoretisch gasverbruik, berekend conform de wettelijke energielabelberekening (ISSO 82.3, 2009). Om deze conclusie in de praktijk te kunnen toetsen zal op basis van een steekproef onderzoek worden gedaan naar het energieverbruik in beleggershuurwoningen vóór en ná het aanbrengen van energiebesparende maatregelen. De woningen die deel uitmaken van deze steekproef hebben allen in de periode 2012 t/m 2014 een renovatie ondergaan waarbij energiebesparende maatregelen zijn aangebracht. Van deze woningen zijn de volgende vaste kenmerken beschikbaar:

- Adresgegevens
- Bouwjaar
- Woningtype
- Oppervlakte
- WWS punten
- Energielabel en EI index
- Gegevens renovatie

Onder de bewoners van de woningen die deel uitmaken van deze steekproef zijn door de uitvoerende onderhoudspartij enquêtes uitgevoerd. Deze enquêtes zijn zowel vóór als na de renovatie uitgevoerd. Op basis van deze enquêtes zijn de volgende variabele gegevens beschikbaar die meegenomen worden in het onderzoek:

- Werkelijke individuele energieverbruiken (opgave bewoner)
- Aantal bewoners (deels)
- Woonduur (deels)

Vanuit openbare databronnen van Nederlandse netbeheerders en CBS statline zijn van de woningen die deel uitmaken van de steekproef de energieverbruik gegevens verzameld. Op basis van deze openbare data zijn de werkelijke gas-en elektriciteitsverbruiken vóór en ná de renovatie in kaart gebracht.

3.2 Onderzoekspopulatie en steekproef

Onder 2 institutionele vastgoedbeleggers zijn de woningdata verzameld van 19 woningcomplexen waar in de periode 2012 tot en met 2015 een renovatie is uitgevoerd en waarbij energiebesparende maatregelen zijn aangebracht. Dit levert een onderzoekspopulatie op van 993 woningen. Om te kunnen bepalen of er sprake is van energiebesparing ná de verduurzaming dienen er energieverbruiken beschikbaar te zijn van ten minste 1 heel kalenderjaar ná de verduurzaming. Aangezien de energiedata over 2015 het laatst beschikbare volledige kalenderjaar is, zal het onderzoek zich richten op de woningen waarbij de renovatie vóór 1 januari 2015 is opgeleverd. Hierdoor wordt de steekproefomvang 11 complexen met in totaal 553 woningen.

3.3 Verantwoording data

Om onderzoek te kunnen doen naar de werkelijk behaalde energiebesparing wordt gebruik gemaakt van data uit 2 belangrijke databronnen, te weten woningdata en energiedata. De woningdata betreft beschikbaar gestelde data over een selectie woningen van 2 grote Nederlandse institutionele vastgoedbeleggers. De energiedata is afkomstig van "open data" bestanden van Nederlands netbeheerders.

3.3.1 Woningdata

Het onderzoek maakt gebruik van een onderzoekspopulatie van 19 woningcomplexen met daarin 993 eengezinswoningen. De uiteindelijke steekproef van 11 woningcomplexen met daarin 553 eengezinswoningen verspreid over het gehele land heeft alleen betrekking op data van 1 van deze institutionele vastgoedbeleggers. De meest voorkomende woning- en huishoudenskenmerken van deze steekproef zijn:

Woningkenmerken	Gemiddelde	Spreiding	Modus
Woonoppervlakte (GBO)	116	87 - 137	127
Bouwjaar	1971	1966 - 1975	1968
Woonduur (in jaren)	18	0 - 46	

Huishoudkenmerken	Aantal	2-onder-1 kap	Hoekwoning	Tussenwoning
Alleenstaand	77	3	23	51
Samenwonend	151	4	41	106
Gezin	104	0	46	58
onbekend	221	3	67	151

Figuur 13: Gegevens woning- en huishoudenskenmerken

De verdeling van de gemiddelde energielabels van de woningen vóór en ná de verduurzaming zijn:

	VOOR RENOVATIE (gemiddeld)		NA RENOVATIE (gemiddeld)		AANTAL
AANTAL	LABEL	EI INDEX	LABEL	EI INDEX	LABELSTAPPEN
44	F	2,56	B	1,37	4
260	E	2,26	B	1,23	3
249	D	1,89	B	1,4	2
GEMIDDELD	**E**	**2,22**	**B**	**1,32**	**3**

Figuur 14: Overzicht energielabels vóór en ná de renovatie

Beide vastgoedbeleggers zijn de afgelopen jaren gestart met het aanbrengen van energiebesparende maatregelen in de bestaande woningportefeuille. Hierbij zijn de volgende meest voorkomende maatregelen toegepast:

- Na-isolatie woningschil (vloer, gevel en dak)
- Vervangen beglazing voor HR++ beglazing
- Aanbrengen CO^2 gestuurde ventilatie
- Vervangen CV ketel voor HR-107 ketel
- Kierdichting

De uitvoering van de werkzaamheden is bij beide institutionele vastgoedbeleggers, in alle referentiecomplexen, uitgevoerd door dezelfde uitvoerende onderhoudspartij, waardoor de verkregen data over uitvoering, werkwijze en enquêtes gelijk zijn.

3.3.2 Energiedata

Om vast te stellen wat het energieverbruik vóór en ná de verduurzaming bedraagt zijn enquête gegevens van het uitvoerende onderhoudsbedrijf en open data gegevens van de energie netbeheerders beschikbaar gesteld.

Enquête gegevens

Voorafgaand aan de verduurzaming van een woningcomplex is door de uitvoerende onderhoudspartij een enquête uitgezet waarin naast gegevens over de woning en wooncomfort ook de werkelijke energieverbruiken zijn opgevraagd. Ca. 35% van de woningen in de steekproef hebben de verbruiksgegevens vóór de verduurzaming ingevuld. Ná de verduurzaming zijn in 2 complexen enquêtes uitgezet om de tevredenheid van de bewoners en de energieverbruiken na de verduurzaming te monitoren. In slechts 1,5% van woningen in de steekproef zijn de energieverbruiken ná verduurzaming ingevuld. Door deze lage respons en het ontbreken van ingevulde energieverbruiken ná de verduurzaming is het niet mogelijk een vergelijk op individueel adresniveau te maken, derhalve zal voor dit onderzoek volledig gebruik gemaakt worden van de open data gegevens van de netbeheerders om een vergelijk op wijkniveau te kunnen maken.

Open datagegevens

Alle netbeheerders in Nederland stellen de energieverbruik gegevens van alle Nederlandse kleinverbruik aansluitingen beschikbaar middels geaggregeerde gegevens op postcode-6 niveau. Een postcode-6 gebied is een verzameling van alle aansluitingen binnen het postcode bestaande uit de vier cijfers en twee letters, bijvoorbeeld 1234 AA. Om de anonimiteit te kunnen blijven waarborgen worden per postcode minimaal 10 aansluitingen samengevoegd, indien nodig worden postcodes samengevoegd. Per kalenderjaar worden deze datagegevens verstrekt waarbij het standaard jaarverbruik per postcode-6 wordt vermeld. Het standaardjaarverbruik, welke

wordt gebruikt in dit onderzoek, is het verwachte jaarverbruik van een afnemer op een netaansluiting bij gestandaardiseerde condities en op basis van een genormaliseerd jaar, er heeft een graaddagencorrectie (koude of warme winter) plaatsgevonden.

Bezit naar vloeroppervlakte
De open data gegevens van de netbeheerders worden aangeleverd op postcode-6 niveau. Niet in ieder postcode bevinden zich alleen woningen van de institutionele vastgoedbeleggers, er kunnen ook woningen en/of gebouwen van andere eigenaren in het postcode bevinden. Omdat elke m^2 meer vloeroppervlak leidt tot ca. $10m^3$ meer gasverbruik (Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013) is ervoor gekozen het percentage bezit niet uit te rekenen op basis van het aantal aansluitingen in een postcode, maar vast te stellen op basis van het aanwezige vloeroppervlak. Om te bepalen wat het percentage vloeroppervlak bedraagt is op basis van de database van www.posctcode.nl , waarbij de vloeroppervlaktes (GBO) van zowel bezit als niet-bezit in aanwezig zijn, bepaald hoeveel m^2 vloeroppervlak van het totale vloeroppervlak in het postcode in bezit is van de belegger. In de analyse zal bekeken worden wat het effect is op de energiebesparing naarmate het bezit van de belegger in het postcode-6 gebied kleiner wordt.

3.4 Energiebesparing analyse

Op basis van het praktijkonderzoek zijn alle woning- en energiedata verwerkt in een databestand. Op basis van dit databestand is een energiebesparingsanalyse uitgevoerd om antwoord te kunnen geven op de deelvragen:

> *Wat zijn de energieverbruiken in praktijkvoorbeelden vóór en ná het aanbrengen van energiebesparende maatregelen o.b.v. energieverbruik op wijkniveau en individueel niveau?*
>
> *Wat is er op basis van praktijkvoorbeelden bekend over de behaalde werkelijke besparingen t.o.v. de berekende theoretische besparingen?*

Om deze deelvragen te kunnen beantwoorden zullen de volgende analyses worden uitgevoerd:

- Analyse op de energiebesparingen in € in het 1e, 2e en/of 3e volle kalenderjaar na de oplevering van de renovatie zowel per kalenderjaar als cumulatief?
- Analyse op de verhouding tussen werkelijke energiebesparing en theoretische besparing ten opzichte van de huurverhoging?

3.4.1 Energiebesparingen per kalenderjaar

Om de energiebesparingen per kalenderjaar vast te kunnen stellen zijn de energieverbruiken van 2009 t/m 2015 op postcode-6 niveau van alle postcodes in de steekproef onderzocht.

Renovatiejaar
Om een correct vergelijk te maken is in de analyse het volledige kalenderjaar voorafgaand aan het jaar waarin de verduurzaming heeft plaatsgevonden (hierna te noemen: renovatiejaar) vergeleken met het volledige kalenderjaar na het renovatiejaar. Van de 11 referentieobjecten heeft 1 complex als renovatiejaar 2012, waardoor de energieverbruiken van 3 kalenderjaren na het renovatiejaar beschikbaar zijn. 4 complexen hebben als renovatiejaar 2013, waardoor de energieverbruiken van 2 kalenderjaren na het renovatiejaar beschikbaar zijn en 6 complexen hebben als renovatiejaar 2014, waardoor de energieverbruiken van 1 kalenderjaar na het renovatiejaar beschikbaar zijn.

Bezit in Postcode-6

In de steekproef zitten 10 postcodegebieden waarbij alle woningen in het postcode-6 gebied volledig in eigendom zijn van de belegger, in totaal 130 woningen. De overige 423 woningen liggen in een postcode-6 gebied waarbij minstens één of meer woningen of andere objecten van andere eigenaren in aanwezig zijn. Het aanbrengen van de energiebesparende maatregelen in de beleggershuurwoningen kan in deze postcode-6 gebieden dus niet volledig worden vergeleken vóór en ná de verduurzaming, aangezien niet bekend is wat de energetische kwaliteit is van de woningen welke niet in bezit zijn van de belegger. Om vast te stellen wat het effect op de energiebesparing is zal naast het energieverbruik in het volledige postcode-6 gebied ook een analyse gemaakt worden van de postcodes in een complex waarbij 75% of meer van de woningen in het postcode-6 gebied eigendom zijn van de belegger (N=201). Op basis van deze 2 paramaters is de besparing op de woonlasten berekend, zowel per jaar apart als cumulatief.

3.4.2 Bevindingen

Onder de woningen uit de steekproef zijn op basis van de energieverbruiken vóór en ná het renovatiejaar van 11 complexen met in totaal 553 woningen per postcode-6 gebied de energiebesparingen berekend. Deze energiebesparingen zijn vervolgens op 2 manieren vergeleken. Enerzijds is de doorgevoerde huurverhoging berekend als % van de theoretische besparing. Deze huurverhoging is een vastgestelde huurverhoging die per vergelijkbare woning (hoek- of tussenwoning) in hetzelfde complex gelijk zijn. Anderzijds is de werkelijke energiebesparing berekend als % van de theoretische energiebesparing. Indien de werkelijke besparing complexmatig hoger is dan de huurverhoging is er sprake van een woonlastenverlaging voor de gebruiker.

Energiebesparingen per jaar

Over de steekproef (N=553) bedroeg de doorgevoerde huurverhoging in het eerste jaar na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gemiddeld 37% van de theoretische besparing, terwijl in werkelijkheid maar gemiddeld 24% van de theoretische besparing is gerealiseerd. In het tweede jaar (N=169) ligt de doorgevoerde huurverhoging met een gemiddelde van 41% wél lager dan de werkelijke besparing van 47%. Van 1 complex (N=35) zijn de energiedata over het 3e jaar bekend en hier ligt de doorgevoerde huurverhoging met 38% gelijk aan de werkelijke besparing. Over de steekproef is zichtbaar dat gemiddeld in het 2e jaar na de renovatie de werkelijke energiebesparing gelijk of hoger is dan de doorgevoerde huurverhoging. Als we alleen kijken naar de postcode gebieden waarin de woningbelegger 75% of meer van de woningen in bezit heeft zien we dat de werkelijke besparingen in het 1e en 2e jaar met respectievelijk 27% en 50% gemiddeld een 3% hogere werkelijke besparing laten zien. Over het 3e jaar is geen verschil waarneembaar omdat het bezit in alle postcodegebieden van dit complex > 75% ligt en de werkelijke besparing derhalve 38% blijft. (figuur 15, 16 en 17)

Energiebesparingen cumulatief

Nu we weten dat de werkelijke besparing pas in het tweede jaar gemiddeld hoger uitkomt dan de doorgevoerde huurverhoging is tevens onderzocht hoe de geïndexeerde huurverhoging cumulatief zich verhoudt tot de werkelijke energiebesparing cumulatief over deze jaren. Over de eerste 2 jaren opgeteld ligt de huurverhoging, over alle postcodes, cumulatief met 41% nog net iets boven de cumulatieve werkelijke besparing van 38%. Als we kijken naar het >75% bezit dan ligt de cumulatieve huurverhoging met 40% gelijk aan de cumulatieve werkelijke besparing. Over het 3e jaar is wederom maar 1 complex waarneembaar waarbij zowel de huurverhoging als de werkelijke besparing cumulatief 35% bedraagt. (figuur 18 en 19)

Energieverbruik per kalenderjaar		1e jaar na renovatie											
		Totale complex						> 75% bezit in postcode-6					
			werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	Werk. Besparing als % van		werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van
Complexnr.	**renovatiejaar**	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	ber. Besparing	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing
4134	2012	35	**€ 12,50**	€ 10,75	€ 35,71	35%	30%	35	€ 12,50	€ 10,75	€ 36,63	34%	29%
4136	2013	26	**€ 21,59**	€ 26,49	€ 49,06	44%	54%	0					
4172	2013	60	**€ 17,78**	€ 15,79	€ 50,85	35%	31%	24	€ 17,79	€ 22,17	€ 50,11	36%	44%
4164	2013	48	**€ 26,43**	€ 6,52	€ 53,94	49%	12%	26	€ 26,43	€ 7,73	€ 53,13	50%	15%
4172	2014	146	**€ 10,45**	€ 6,76	€ 39,21	27%	17%	30	€ 10,28	€ 10,26	€ 38,83	26%	26%
4179	2014	51	**€ 17,85**	€ 4,35	€ 41,59	43%	10%	13	€ 17,93	€ 1,24	€ 41,37	43%	3%
4157	2014	58	**€ 18,51**	€ 7,09	€ 30,85	60%	23%	44	€ 18,51	€ 7,85	€ 30,56	61%	26%
4142	2014	19	**€ 5,04**	€ 17,80	€ 36,58	14%	49%	15	€ 5,05	€ 19,69	€ 36,29	14%	54%
4144	2014	38	**€ 20,29**	€ 23,95	€ 40,58	50%	59%	14	€ 20,22	€ 8,68	€ 40,03	50%	22%
4169	2014	52	**€ 12,99**	€ 5,23	€ 56,33	23%	9%	0					
4155	2014	20	**€ 12,23**	€ 6,52	€ 27,80	44%	23%	0					
	TOTAAL	**553**	**€ 15,61**	**€ 10,12**	**€ 42,53**	**37%**	**24%**	**201**	**€ 16,25**	**€ 10,92**	**€ 39,89**	**41%**	**27%**

Figuur 15: Huurverhoging en werkelijke besparing als percentage van berekende besparing per kalenderjaar – jaar 1

Energieverbruik per kalenderjaar		2e jaar na renovatie											
		Totale complex						> 75% bezit in postcode-6					
			werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van		werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van
Complexnr.	**renovatiejaar**	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing
4134	2012	35	€ 13,05	€ 13,81	€ 36,08	36%	38%	35	€ 13,05	€ 13,81	€ 36,08	36%	38%
4136	2013	26	€ 22,11	€ 27,65	€ 49,57	45%	56%	0					
4172	2013	60	€ 18,21	€ 25,58	€ 51,38	35%	50%	24	€ 18,22	€ 32,99	€ 51,41	35%	64%
4164	2013	48	€ 27,06	€ 23,60	€ 54,50	50%	43%	26	€ 27,06	€ 26,71	€ 54,50	50%	49%
	TOTAAL	**169**	**€ 20,26**	**€ 22,90**	**€ 48,82**	**41%**	**47%**	**85**	**€ 18,80**	**€ 23,17**	**€ 46,04**	**41%**	**50%**

Figuur 16: Huurverhoging en werkelijke besparing als percentage van berekende besparing per kalenderjaar – jaar 2

Energieverbruik per kalenderjaar		3e jaar na renovatie											
		Totale complex						> 75% bezit in postcode-6					
			werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van		werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van
Complexnr.	**renovatiejaar**	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing
4134	2012	35	€ 13,36	€ 13,52	€ 35,74	37%	38%	35	€ 13,36	€ 13,52	€ 35,74	37%	38%

Figuur 17: Huurverhoging en werkelijke besparing als percentage van berekende besparing per kalenderjaar – jaar 3

Energieverbruik cumulatief		2 jaar na renovatie cumulatief											
		Totale complex						> 75% bezit in postcode-6					
			werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van		werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van
Complexnr.	**renovatiejaar**	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing
4134	2012	35	€ 25,55	€ 24,55	€ 71,80	36%	34%	35	€ 25,55	€ 24,55	€ 72,72	35%	34%
4136	2013	26	€ 43,71	€ 54,14	€ 98,63	44%	55%	0					
4172	2013	60	€ 35,99	€ 41,36	€ 102,23	35%	40%	24	€ 36,01	€ 55,16	€ 101,52	35%	54%
4164	2013	48	€ 53,49	€ 30,12	€ 108,44	49%	28%	26	€ 53,49	€ 34,44	€ 107,63	50%	32%
	TOTAAL	**169**	**€ 39,99**	**€ 36,65**	**€ 97,14**	**41%**	**38%**	**85**	**€ 37,05**	**€ 36,22**	**€ 91,53**	**40%**	**40%**

Figuur 18: Huurverhoging en werkelijke besparing cumulatief als percentage van berekende besparing – 2 jaar

Energieverbruik cumulatief		3 jaar na renovatie cumulatief											
		Totale complex						> 75% bezit in postcode-6					
			werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van		werkelijke	werkelijke	berekende	HVH als % van	HVH als % van
Complexnr.	**renovatiejaar**	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing	St.	HVH	Besparing	besparing	Ber. Besparing	werk. Besparing
4134	2012	35	€ 38,91	€ 38,07	€ 107,54	36%	35%	35	€ 38,91	€ 38,07	€ 108,46	36%	35%

Figuur 19: Huurverhoging en werkelijke besparing cumulatief als percentage van berekende besparing – 2 jaar

<< Klap deze pagina open voor figuur 15, 16, 17 , 18 en 19

3.5 Rendement analyse

Op basis van het praktijkonderzoek zijn alle woning- en energiedata verwerkt in een databestand. Op basis van dit databestand is een rendementsanalyse uitgevoerd om antwoord te kunnen geven op de deelvragen:

Wat zijn de belangrijkste elementen van een energiebesparingsgarantie die invloed hebben op het rendement van de belegger?

In welke mate hebben deze elementen invloed op het behalen van rendement van de belegger?

Kan worden gegarandeerd dat de werkelijke energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gelijk of hoger zal zijn dan de benodigde huurverhoging ?

Om deze deelvragen te kunnen beantwoorden zullen de volgende analyses worden uitgevoerd:

- Analyse op het rendement per complex op basis van de doorgevoerde huurverhoging;
- Analyse op het rendement per complex op basis van de werkelijke energiebesparing;
- Analyse op de gevoeligheid van positieve of negatieve aanpassingen van de parameters in de rendementsberekening.

3.5.1 Berekeningsmethodiek en uitgangspunten

Om het rendement op de investering te berekenen is de Internal Rate of Return (IRR) een goede maatstaf. De IRR berekent het rendement over een vastgestelde looptijd en gaat uit van de kasstromen in de toekomst. Om te bepalen of een investering rendabel is zal een berekende IRR vergeleken moeten worden met de rendementseis van de belegger. De IRR is de discontovoet waarbij de netto contante waarde van een renovatie gelijk is aan nul. Om de IRR over de investering per complex te kunnen berekenen dienen de volgende risicofactoren te worden bepaald:

Werkelijke investering

Voor de berekening van de werkelijke investering wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van de aangeleverde renovatiekosten per referentiecomplex. Deze renovatiekosten hebben alleen betrekking op energiebesparende maatregelen. De kosten voor bouwkundige werkzaamheden die noodzakelijk zijn in combinatie met de energiebesparende maatregelen zijn niet in de werkelijke investering opgenomen.

Doorgevoerde huurverhoging

Voor de doorgevoerde huurverhoging wordt gebruik gemaakt van de werkelijk doorgevoerde huurverhoging die de woningbelegger per referentieobject heeft vastgesteld. Voor de bepaling van de indexering wordt vastgesteld dat de huurverhoging wordt ingevoerd in het 1e jaar na het renovatiejaar en vanaf het 2e jaar na het renovatiejaar wordt geïndexeerd.

Werkelijke energiebesparing

Voor de berekening van de werkelijke energiebesparing wordt gebruik gemaakt van de data uit het praktijkonderzoek, welke afkomstig zijn van open data van netbeheerders op postcode-6 niveau. De individuele energiebesparingen, welke zijn opgegeven door de bewoners, worden in verband met de onnauwkeurigheid en de lage respons uit enquêtes niet meegenomen in het praktijkonderzoek.

Berekende theoretische toekomstige energiebesparing
Aangezien er geen gegevens bekend zijn over de toekomstige energiebesparingen zal een inschatting gemaakt moeten worden van de toekomstige energiebesparing. Op basis van de theorie is vastgesteld dat de werkelijke energiebesparing, met een correctie voor de rekenmethodiek en het rebound effect, 40,5 % bedraagt van de theoretische besparing. Op basis van het praktijkonderzoek blijkt dat de werkelijke energiebesparing over 2 jaar cumulatief, in de postcode-6 gebieden met > 75% bezit, 42% bedraagt van de theoretische energiebesparing. In de IRR berekening wordt uitgegaan van een berekende theoretische toekomstige energiebesparing vanaf het 4e jaar van 40% ten opzichte van het jaar voor het renovatiejaar.

Indexaties
Voor de toe te passen huurprijsindexatie wordt voor de jaren 2009 t/m 2015 gebruik gemaakt van de gepubliceerde huurprijsindexaties door CBS Statline. Voor de huurpijsindexaties over 2016 en verder wordt op basis van de te verwachten inflatie een jaarlijkse huurprijsindexatie vastgesteld van 3%. Voor de toe te passen energieprijsindexatie wordt uitgegaan van de werkelijke energiekosten voor de jaren 2009 t/m 2015 op basis van de gegevens van Pricewise. Aangezien in de IRR berekening het rendement op basis van de werkelijke besparing wordt vergeleken met de doorgevoerde huurverhoging zal de werkelijke besparing met de huurprijsindexatie worden geïndexeerd.

Afschrijving
De reële afschrijving van de aangebrachte energetische maatregelen wordt, op basis van de gemiddelde levensduur van de energiebesparende maatregelen, vastgesteld op 25 jaar.

Onderhoudskosten
De investeringskosten betreffen uitsluitend het toevoegen van isolerende maatregelen en vervanging van bestaande installaties door energiezuinigere installaties. De isolerende maatregelen als spouw, vloer- en dakisolatie en HR++ glas behoeven nagenoeg geen onderhoud binnen de afschrijvingsperiode van 25 jaar. Aangezien de CV en MV installatie reeds in de woning aanwezig is, zijn de onderhoudskosten al opgenomen in de reguliere onderhoudskosten. De aangebrachte installaties zullen nauwelijks voor hogere onderhoudskosten zorgen dan reeds regulier is begroot. In de berekening zal geen rekening gehouden worden met onderhoudskosten.

Waardestijging
Om de waardestijging te kunnen bepalen is het van belang om de waardestijging te berekenen aan de hand van de taxatiewaardes vóór en ná de renovatie. Aangezien de taxatiewaardes van de objecten in de steekproef behoren tot vertrouwelijke data was het niet mogelijk deze data te gebruiken in mijn onderzoek. Om de waardestijging te kunnen vaststellen is gekeken naar recent onderzoek (Verhagen, 2014) waarin is onderzocht dat de verkoopprijs van een woning met een groen energielabel hoger ligt dan een vergelijkbare woning met een energielabel D t/m G. De verkoopprijspremie is vastgesteld op 2,98%. Gezien het onderzoek van Verhagen(2014) is gebaseerd op dezelfde woningvoorraad als dit praktijkonderzoek en het aanbrengen van de energiebesparende maatregelen hebben geleid tot het verkrijgen van een groen energielabel (B/C) zal in de IRR berekening gerekend worden met een woningwaardestijging na het aanbrengen van de energiebesparende maatregelen van 2,98%.

Bij de berekening van de IRR moet een belangrijke kanttekening worden gemaakt. De IRR welke wordt berekend geeft het rendement weer over de investering in energiebesparende maatregelen. Voor de rendementsanalyse

wordt een IRR berekend waarbij aan de kostenkant gebruik gemaakt wordt van de werkelijke investeringskosten en aan de inkomstenkant gebruik gemaakt wordt van de huurverhoging voor de energiebesparende maatregelen en de waardestijging van de woning. In gevallen waarbij de waardestijging, welke mede tot stand komt door de doorgevoerde huurverhoging, de hoogte van de investeringskosten nadert zal de IRR een grote uitslag laten zien. De IRR berekening welke door de woningbelegger wordt gemaakt voor de investeringen in energiebesparende maatregelen, maakt gebruik van de volledige kasstromen als huurinkomsten, exploitatiekosten, waardestijgingen etc. Indien uit een bepaalde analyse in mijn onderzoek blijkt dat de rendementseis wordt behaald, zal dit in een IRR berekening over alle kasstromen ook het geval zijn, echter zal de uitslag minder groot zijn.

IRR eis
Om te bepalen of het rendement van de belegger is behaald zal de berekende IRR vergeleken moeten worden met een minimale rendementseis. Iedere belegger hanteert een eigen rendementseis, welke niet openbaar worden gemaakt, waardoor uit de literatuur geen vaste rendementseis kan worden vastgesteld. Voor dit onderzoek wordt uitgegaan van een minimale rendementseis van 6%.

3.5.2 Rendement op basis van huurverhoging
Per complex is een IRR berekening opgesteld. In bijlage 1 is voor één complex deze IRR berekening toegevoegd. Van de vastgestelde uitgangspunten in 3.5.1 zijn de volgende uitgangspunten voor ieder complex uniek:

- Werkelijke investering
- Doorgevoerde huurverhoging
- Werkelijke energiebesparing
- Waardestijging

Op basis van recent onderzoek (Verhagen, 2014) is vastgesteld dat het aanbrengen van energiebesparende maatregelen, waarbij de woning een groen energielabel krijgen, zorgen voor een stijging van de woningwaarde met 2,98%. In de IRR berekening wordt de WOZ waarde na renovatie verhoogd met 2,98%. De werkelijke investering is niet afhankelijk van de regio waar de woning in is gelegen. Deze investeringskosten zijn, bij een gelijk uitvoeringspakket, in bijvoorbeeld Middelburg even hoog als in Maarssen. De WOZ waarde is echter wel afhankelijk van de regio waar de woning in is gelegen. De WOZ waarde voor een vergelijkbare woning met gelijke oppervlakte is in bijvoorbeeld Maarssen hoger dan in Middelburg. Hierdoor zal de waardestijging in Maarssen een groter deel van de investeringskosten dekken dan in Middelburg. Over de gehele steekproef gezien zorgt de waardestijging van de woningen op basis van de uitgevoerde werkzaamheden en de doorgevoerde huurverhoging voor een gemiddelde dekking van 68% van de investeringskosten. Door de regionale verschillen in WOZ waarden binnen een bandbreedte van 58% en 107% van de investeringskosten. Om het verschil tussen de waardestijging en de investeringskosten te dekken is door de woningbelegger een huurverhoging overeengekomen met de huurders. Aangezien deze huurverhoging is vastgesteld op basis van de minimale IRR eis die de woningbelegger aan de investering heeft gesteld is voor alle referentieprojecten voldaan aan deze minimale rendementseis.

3.5.3 Rendement op basis van energiebesparing
Binnen het project de Stroomversnelling, een project waarbij een groep ambitieuze marktpartijen woningen renoveren naar nul-op-de-meter, wordt gebruik gemaakt van de energieprestatievergoeding (EPV). Deze vergoeding houdt in dat de huurder het bedrag dat deze betaalde aan energiekosten in het jaar vóór de renovatie als huurverhoging gaat betalen aan de woningcorporatie. De woningcorporatie zorgt ervoor dat de woningen volledig worden gerenoveerd en dat bij een gemiddeld gebruik de huurder geen energiekosten meer hoeft te

betalen. De woningcorporatie krijgt op deze wijze voor vergelijkbare woningen een verschillende energieprestatievergoeding als huurverhoging, echter over het totale complex berekend zal de vergoeding voldoende zijn om de investeringskosten rendabel te dekken.
In het praktijkonderzoek is vastgesteld dat gemiddeld over de postcodes in de postcodegebieden met > 75% bezit (N=169) over een periode van 2 jaar na het renovatiejaar de doorgevoerde en geïndexeerde huurverhoging cumulatief gelijk is aan de gemiddelde werkelijke besparing. Dit betekent dat, evenals bij de stroomversnelling, er over de steekproef gezien gemiddeld evenveel energie bespaard wordt als dat er aan huurverhoging wordt betaald. In de analyse is berekend wat het effect zou zijn als de belegger in deze projecten de energieprestatievergoeding zou hebben toegepast. In de rendementsberekening is de doorgevoerde huurverhoging vervangen door de werkelijke besparing. In dit geval betaalt een huurder de huurverhoging die past bij het energieverbruik wat deze had vóór de renovatie. Op basis van deze berekening blijkt dat de IRR in 6 van de 11 complexen lager uitkomt dan op basis van de doorgevoerde huurverhoging, echter blijft de IRR in 10 van de 11 complexen voldoen aan de rendementseis. Voor 1 complex wordt met een IRR van 4,99% de rendementseis van 6% niet behaald.

3.6 Gevoeligheidsanalyse

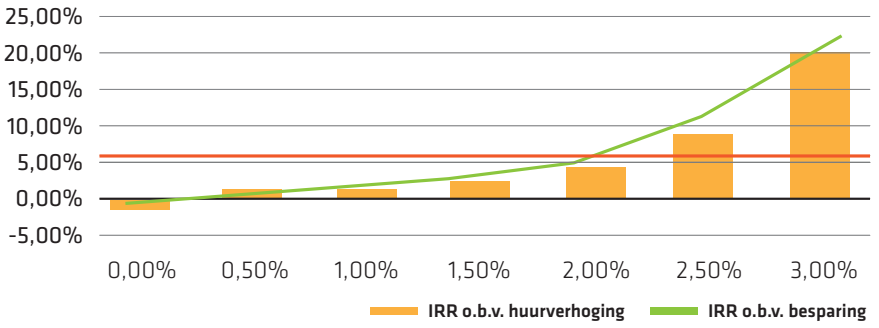
Als we kijken naar de uitkomsten van de rendementsanalyse in hoofdstuk 3.5 kunnen we constateren dat op basis van de huurverhoging de minimale rendementseis wordt behaald en dat indien de huurverhoging wordt vervangen door de werkelijke besparing in 1 complex het rendement onder de rendementseis uitkomt. Deze rendementsberekening gaat echter uit van enkele vaste parameters, te weten:

Waardestijging	: 2,98 %
Indexatie huurverhoging jaar 4+	: 3,00 %
Energiebesparing jaar 4+	: 40 % (van berekende besparing)
Huurcompensatie	: 0 %

Indien in de werkelijkheid blijkt dat de waarde van deze parameters hoger of lager uitvallen dan de vastgestelde waarde van deze parameter zal dit effect hebben op het te behalen rendement. Om vast te stellen hoe groot de invloed van deze parameters op het te behalen rendement is, zijn voor deze parameters gevoeligheidsanalyses uitgevoerd.

Waardestijging

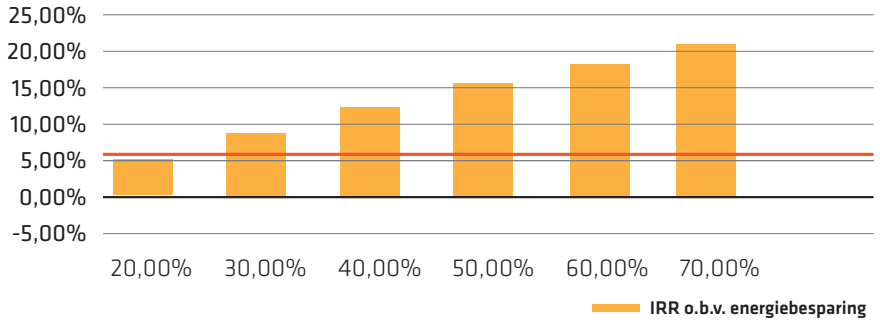
Omdat in mijn onderzoek geen gebruik gemaakt kan worden van de werkelijke waardestijging op basis van taxatiegegevens is in het rendementsmodel een simulatie gemaakt van de te behalen waardestijgingen, na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen, waarbij met een interval van 0,5% de waardestijging tussen 0% en 4,5% zijn onderzocht. Op basis van deze analyse is gebleken dat bij een rendementsberekening op basis van de doorgevoerde huurverhoging bij een gemiddelde waardestijging van 2,32% de rendementseis van 6% wordt behaald. Door de aanwezigheid van regionale verschillen binnen een spreiding van 1,17 %tot 2,97%. Indien we de huurverhoging vervangen door de werkelijke besparing wordt de rendementseis behaalt met een gemiddelde waardestijging van 2,25% binnen een spreiding van 1,19% en 3,12%. Indien deze minimale waardestijging niet wordt behaald is er sprake van een onrendabele investering. Indien op basis van de taxatie zou blijken dat het aanbrengen van energiebesparende maatregelen geheel niet tot een waardestijging zal lijden dan zal er gemiddeld sprake zijn van een negatief rendement van -0,97% met een spreiding van -5,31% tot 1,33%



Figuur 20: Invloed waardestijging op IRR

Energiebesparing

Op basis van zowel het praktijkonderzoek als de literatuur komt naar voren dat, rekening houdend met de negatieve effecten van de rekenmethodiek en de aanwezigheid van het reboundeffect, een gemiddelde energiebesparing per jaar van 40% van de theoretische besparing, vanaf 2 jaar realistisch is. In de rendementsberekening is derhalve ook uitgegaan van een jaarlijkse gemiddelde energiebesparing van 40% vanaf het 4e jaar na het renovatiejaar. Indien er complexen zijn waarbij de gemiddelde besparing lager is zal dit effect hebben op het rendement. Uit de analyse blijkt dat, uitgaande van een waardestijging van 2,98%, een gemiddelde minimale energiebesparing van 24,55% benodigd is om te voldoen aan de rendementseis , dit met een spreiding van 0% tot 44,78%. Als een belegger er in slaagt om maatregelen te treffen om het reboundeffect te minimaliseren zal dit een positief effect hebben op de gemiddelde energiebesparing.



Figuur 21: Invloed energiebesparing op IRR

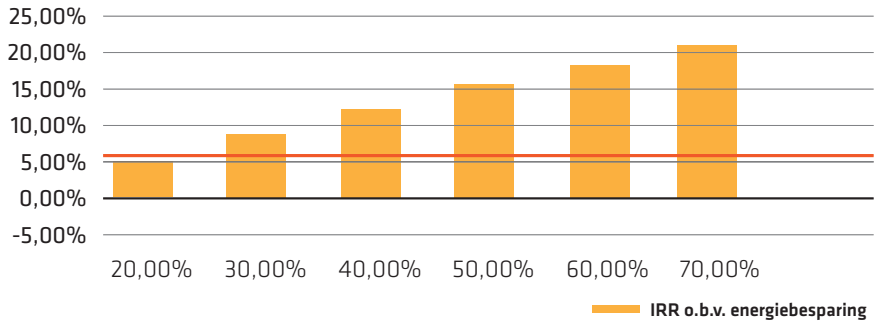
Uit het praktijkonderzoek is naar voren gekomen dat de werkelijke energiebesparing in het 1e jaar na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gemiddeld 27% bedraagt. In figuur 21 is zichtbaar dat bij 27% voldaan wordt aan de minimale rendementseis. Op het eerste oog kan worden geconcludeerd dat het risico om een energiebesparingsgarantie af te geven minimaal is, echter de doorgevoerde huurverhoging in het eerste jaar bedraagt gemiddeld 37% van de theoretische besparing. Na 2 jaar, in de postcodegebieden met > 75% bezit, ligt de besparing cumulatief in lijn met de gemiddelde doorgevoerde huurverhoging . Als we spreken over een gemiddelde dan betekent dit dat er huurders zullen zijn die zowel meer als minder meer energie besparen dan het gemiddelde. Als de belegger aan de huurder, op basis van het individuele verbruik, een energiebesparingsgarantie zou hebben afgegeven, waarbij is afgesproken dat de werkelijke besparing hoger zal uitkomen dan de doorgevoerde huurverhoging, zal de belegger aan een gedeelte van de huurders een compensatie moeten betalen als de werkelijke besparing lager uitvalt dan de doorgevoerde huurverhoging.

Om te zien wat het effect is van een compensatie aan de huurders op het rendement is een analyse gemaakt waarbij is uitgegaan dat 25%, 50%, 75% of 100% van de huurders 50% van de doorgevoerde huurverhoging als werkelijke besparing hebben gerealiseerd. Voor het gedeelte van de huurders waarbij de werkelijke besparing ho-

ger is dan de huurverhoging is de volledige huurverhoging doorberekend en voor overige gedeelte is berekend dat 50% van de doorgevoerde huurverhoging met terugwerkende kracht vanaf ingang huurverhoging is gecompenseerd. In figuur 22 zijn de groepen aangeduid bv. 75%-50%, wat inhoudt dat 75% van de huurders de besparing heeft behaald en dat de resterende 25% van de huurders voor 50% wordt gecompenseerd.

De gemiddelde huurverhoging per complex die wordt verkregen door het verminderen van de huurverhoging met de te geven compensatie, conform bovenstaande staffels, is als input gebruikt in de rendementsberekening. Aangezien de waardestijging mede gebaseerd is op de doorgevoerde huurverhoging dient bij de rendementsberekening rekening gehouden te worden dat de waardestijging lager wordt zodra er meer huur gecompenseerd moet worden.
De BAR op de investering zal dalen als de hoogte van de huurverhoging zal dalen. Door de gecompenseerde huurverhoging door te rekenen in het rendementsmodel wordt een verlaagde BAR verkregen. Door de waardestijging te berekenen op basis van deze verlaagde BAR in een rendementsberekening met de niet gecompenseerde huurverhoging, wordt per staffel zichtbaar met welke verlaagde waardestijging rekening gehouden moet worden. Op basis van deze simulatie is zichtbaar dat zodra 50% van de huurders voor 50% van de huurverhoging gecompenseerd moet worden dat het rendement, met een IRR van 5,94%, net onder de rendementseis terecht komt.

In bovenstaande berekening is rekening gehouden met het aanwezige reboundeffect, echter is er geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat een huurder bewust extra onzuiniger gedrag gaat vertonen doordat de garantie wordt gegeven dat niet behaalde energiebesparing wordt gecompenseerd. Voor het afgeven van een energiebesparingsgarantie is het van belang dat een belegger het energieverbruik van de huurder kan monitoren en voorwaarden stelt op basis van een fair-use-policy om misbruik uit te kunnen sluiten. In hoofdstuk 5 zullen hier bruikbare aanbevelingen voor worden gegeven.



Figuur 22: Invloed huurcompensatie op IRR

Huurprijsindexatie

In het praktijkonderzoek is gebruik gemaakt van een huurprijsindexatie vanaf het 4e jaar van 3% per jaar. In werkelijkheid kan deze huurprijsindexatie lager of hoger uitvallen. In het rendementsmodel is een simulatie gemaakt van de te verwachten indexatie van de doorgevoerde huurverhoging vanaf het 4e jaar na het aanbrengen van de energiebesparende maatregelen waarbij met een interval van 0,5% de indexaties tussen 1,5% en 5% zijn onderzocht. Op basis van deze analyse blijkt dat de invloed van de indexatie van de huurverhoging marginaal is. In 8 van de 11 referentiecomplexen is de benodigde indexatie over de huurverhoging voor de energiebesparende maatregelen om aan de minimale rendementseis te voldoen 0% of zelfs negatief. Indien sprake is van een negatieve huurprijsindexatie is deze gelijkgesteld aan 0%. Gemiddeld over de 11 complexen is een minimale indexatie benodigd van 0,73% binnen een spreiding van 0% en 2,90%. Indien we deze wederom zouden berekenen op de methode van de energieprestatievergoeding komt deze uit op 0,97% binnen een spreiding van 0% en 4,22%.

Energielabel A

De referentieprojecten in de steekproef hebben allen een renovatie ondergaan waarbij de EI index is verlaagd naar een EI index overeenkomstig energielabel B of C. Indien ervoor gekozen zou worden om de woningen te renoveren naar een EI-index overeenkomstig energielabel A zullen meer energiebesparende maatregelen toegepast moeten worden om deze energieprestatie te halen. Uit praktijkervaring blijkt dat het toevoegen van minimaal 8 zonnepanelen en een verdere verbetering van de isolatiemaatregelen voldoende zijn om te komen tot een EI index overeenkomstig energielabel A. Indien 8 zonnepanelen schaduwvrij geplaatst worden, met een gunstige zuidoriëntatie, kunnen deze ca. 2000 kWh opwekken, wat een netto opbrengst oplevert van ca. € 35,- per maand. De opbrengst van de zonnepanelen is niet afhankelijk van bewonersgedrag en kan, rekening houdend met enige terugloop van rendement door veroudering, aan de huurder worden gegarandeerd. Doordat nu een gedeelte van de energiebesparing met redelijke zekerheid kan worden gegarandeerd wordt het aandeel energiebesparing waar de huurder invloed op heeft relatief kleiner, waardoor het risico op het niet behalen van de energiebesparing kleiner wordt.

Om dit effect zichtbaar te maken is voor 1 project een berekening gemaakt (figuur 23) waarbij de invloed van zonnepanelen op de totale energiebesparing zichtbaar wordt. Aangezien er in de steekproef geen renovaties zijn uitgevoerd waarbij de EI index wordt verlaagt overeenkomstig energielabel A zal de berekening worden uitgevoerd op basis van ervaringscijfers. In de berekening is rekening gehouden met een verdubbeling van de berekende besparing en een verdubbeling van de investeringskosten. Om de rendementseis van 6% te behalen is voor deze renovatie een huurverhoging benodigd van € 65,-. Als we ervan uitgaan dat het gedrag van de bewoner bij label B en A gelijk is en de werkelijke besparing op het gasverbruik in het 1e jaar ongewijzigd € 6,52 en in het 2e jaar € 23,60 blijft kunnen we de effecten op de besparing berekenen.

Energiebesparing jaar 1	werkelijke HVH	werkelijke Besparing GAS	werkelijke Besparing ELEKTRA	berekende besparing	HVH als % van Ber. Besparing	Werk. Besparing als % van ber. Besparing
Energielabel B	**€ 26,43**	€ 7,73	€ -	€ 53,13	50%	15%
Energielabel A	**€ 65,00**	€ 7,73	€ 35,00	€ 106,26	61%	40%

Energiebesparing jaar 2	werkelijke HVH	werkelijke Besparing GAS	werkelijke Besparing ELEKTRA	berekende besparing	HVH als % van Ber. Besparing	Werk. Besparing als % van ber. Besparing
Energielabel B	**€ 27,06**	€ 26,71	€ -	€ 54,50	50%	49%
Energielabel A	**€ 67,86**	€ 26,71	€ 36,54	€ 109,00	62%	58%

Figuur 23: Invloed opbrengst zonnepanelen op IRR

Ondanks dat een hogere huurverhoging gevraagd wordt van de huurder blijkt dat in het 1e jaar het verschil tussen huurverhoging en werkelijke besparing 14% kleiner wordt. In het 2e jaar loopt dit verschil terug naar 3%. Bovenstaande berekening is gebaseerd op ervaringscijfers uit eigen renovatieprojecten waarbij woningen het komend jaar worden verduurzaamd naar een EI index overeenkomstig energielabel A , maar kan niet door werkelijke berekeningen in mijn onderzoek worden onderbouwd. Wel geeft het een indicatie dat met het toevoegen van zonnepanelen aan de renovatie dat het risico dat de werkelijke besparing niet wordt gehaald in het 1e jaar verkleind kan worden. Aanvullend onderzoek zal moeten bevestigen of deze indicatie wetenschappelijk is vast te stellen.

3.7 Subconclusie

Op basis van deze steekproef is zichtbaar dat in het 1e jaar na de verduurzaming gemiddeld een kwart van de berekende besparing werkelijk wordt behaald, terwijl dit na 2 jaar cumulatief, in de postcodegebieden met > 75% bezit, oploopt naar 40%. Hiermee komt de werkelijke besparing gelijk met de doorgevoerde huurverhoging én de uitkomsten van de literatuur.

Als we kijken naar het rendement van de belegger kunnen we vaststellen dat de doorgevoerde huurverhoging is gebaseerd op de rendementseis van de belegger, echter als we de doorgevoerde huurverhoging zouden vervangen door de werkelijke besparing, vergelijkbaar met de energieprestatievergoeding in projecten als de stroomversnelling, zal de IRR in 6 van de 11 referentiecomplexen dalen, echter in 1 geval zal deze met 4,99% onder de rendementseis uitkomen.

Van de 4 belangrijkste parameters in de rendementsberekening, de waardestijging, huurverhogingsindexatie, werkelijke besparing en huurcompensatie blijkt de waardestijging het meeste invloed te hebben op het te behalen rendement. Met een gemiddelde waardestijging van 2,32% wordt in combinatie met de doorgevoerde huurverhoging de rendementseis behaald en bij 4,09% is de waardestijging in combinatie met de doorgevoerde huurverhoging gelijk aan de totale investeringskosten. Indien er geen waardestijging zou worden toegekend zal een negatief rendement van -0,97% zichtbaar zijn. Met een gemiddeld benodigde indexatie van de doorgevoerde huurprijsindexatie van 0,73% kan worden vastgesteld dat deze weinig invloed heeft op het rendement en in de meeste gevallen al gedekt wordt door de inflatie. Bij een gemiddelde werkelijke besparing van 24,55% van de theoretische besparing wordt voldaan aan de rendementseis, echter zonder dat de huurder wordt gecompenseerd voor het verschil tussen de huurverhoging en de werkelijke besparing, een energiebesparingsgarantie. Indien de belegger zou garanderen dat de werkelijke energiebesparing hoger zal uitvallen dan de doorgevoerde huurverhoging zullen de huurders die de besparing niet halen gecompenseerd moeten worden. In de situatie dat 50% van de huurders werkelijk maar 50% van de doorgevoerde huurverhoging aan werkelijke energiebesparing halen blijkt dat de IRR met 5,94%, maar net onder de rendementseis uitkomt. Op basis van de het praktijkonderzoek kan dus worden gesteld dat, als de belegger de werkelijke energiebesparing bij het aanbrengen van energiebesparende maatregelen wil garanderen, deze het minste risico loopt als de garantie, op basis van fair-use voorwaarden, over een periode van minimaal 2 jaar wordt gegeven.

Hoofdstuk 4

CONCLUSIE

Op basis van het praktijkonderzoek is een energie- en rendementsbesparingsanalyse uitgevoerd. Op basis van deze analyses zal een antwoord gegeven kunnen worden op de centrale vraagstelling:

> *Wat is het risico voor de belegger bij het afgeven van de garantie dat de werkelijke energiebesparing na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen gelijk of hoger zal zijn de huurverhoging?*

Als we naar het energieverbruik van woningen kijken dan kunnen we vaststellen dat dit nagenoeg geheel bestaat uit gas- en elektriciteitsverbruik. Het gasverbruik is voor 98% toe te schrijven aan verwarming en warm tapwater, terwijl het elektriciteitsverbruik met name is toe te schrijven aan verlichting en elektrische apparaten. Het door verduurzamen verbeteren van het energielabel heeft effect op het gasverbruik, het elektriciteitsverbruik zal niet of nauwelijks worden verminderd.

Uit het praktijkonderzoek blijkt dat het werkelijke gasverbruik, op postcode-6 niveau, 31% lager is dan het theoretische gasverbruik conform wettelijke rekenmethode. Doordat de gebruiker het gevoel heeft dat een verduurzaamde woning minder energie verbruikt en daarmee goedkoper wordt in energiekosten, blijkt dat de huurder zijn gedrag aanpast en meer energie gaat verbruiken. Op basis van de uitkomsten van de analyse is zichtbaar dat het 1e jaar na de verduurzaming, in de postcode-6 gebieden met minimaal 75% bezit, de werkelijke besparing 27% bedraagt van de theoretische besparing, welke vanaf het 2e jaar na verduurzaming oploopt naar 50%. Cumulatief gezien blijkt de werkelijke besparing over een periode van 2 jaar, in de postcode-6 gebieden met minimaal 75% bezit, per jaar 40% van de theoretische besparing te bedragen. De werkelijke cumulatieve besparing ligt hiermee gelijk aan de doorgevoerde en geïndexeerde huurverhoging over 2 jaar. Rekening houdend met het reboundeffect en de (te) hoge uitgangspunten in de rekenmethodiek ligt de werkelijke besparing over een periode van 2 jaar in lijn met de te verwachten werkelijke besparing uit de literatuur.

Als we kijken naar het rendement van de belegger kunnen we vaststellen dat als de belegger de doorgevoerde huurverhoging zou vervangen door de werkelijke besparing, hetgeen overeenkomt met de energieprestatievergoeding, de IRR in 6 van de 11 referentiecomplexen zal dalen, echter maar voor 1 complex met een IRR van 4,99% onder de rendementseis van 6% zal komen.

De waardestijging na verduurzaming blijkt de meeste invloed te hebben op het rendement van de belegger. De investeringskosten voor het aanbrengen van energiebesparende maatregelen zijn bij een soortgelijke woning met een vergelijkbare labelstap in het hele land gelijk, terwijl de waardestijging na verduurzaming verschilt door de regionale verschillen in de WOZ waarden.

Op basis van een gevoeligheidsanalyse blijkt dat bij een gemiddelde waardestijging van 2,32% in combinatie met de doorgevoerde huurverhoging de rendementseis wordt behaald, indien er geen waardestijging zou worden toegekend zal een negatief rendement zichtbaar zijn.Uitgaande van een waardestijging van 2,98% blijkt met een gemiddelde werkelijke besparing van 24,55% van de theoretische besparing wel voldaan wordt aan de rendementseis, echter bedraagt de gemiddelde huurverhoging in het 1e jaar gemiddeld 37%, waardoor bij het afgeven van een energiebesparingsgarantie de huurders waarbij de werkelijke energiebesparing lager ligt dan de huurverhoging gecompenseerd dienen te worden. Indien 50% van de huurders maar 50% van de huurverhoging realiseren als werkelijke energiebesparing blijkt de IRR, na compensatie van 50% van de huurders, met een IRR van 5,94% maar net onder de rendementseis uitkomt.

Als antwoord op de centrale vraag kan worden gesteld:

Er blijken voldoende zekerheden aan de belegger gegeven te kunnen worden om de huurders te garanderen dat bij het verduurzamen van woningen van energielabel D t/m G naar energielabel B of C, bij een huurverhoging die maximaal 42% van de theoretische besparing bedraagt en een waardestijging van minimaal 2,98%, de werkelijke besparing na 2 jaar cumulatief hoger zal uitkomen dan de doorgevoerde huurverhoging.

Los van de financiële parameters waaraan gedraaid kan worden ligt er een grote potentiële besparing indien we het negatieve effect in het 1e jaar en het reboundeffect kunnen elimineren of verminderen. De werkelijke besparing zou daardoor kunnen oplopen naar 69% van de theoretische besparing. Met het inbouwen van een stimuleringsprogramma heeft de belegger extra instrumenten in handen om het risico bij het afgeven van een energiebesparingsgarantie te minimaliseren en bij een gelijkblijvend rendement en huurverhoging een grotere bijdrage te leveren aan de klimaatdoelstellingen.

De wijze woorden van Benjamin Franklin bewijzen eens te meer toepasbaar te zijn om als aanbeveling het stimuleringsprogramma voor de benodigde gedragsverandering weer te geven:

Tell me and i forget

De bestaande communicatie omtrent effecten van energiebesparende maatregelen volstaat onvoldoende, aangezien het 1e jaar na de renovatie een incidenteel lagere energiebesparing zichtbaar is dan de jaren erna. Alleen met communicatie blijkt dit incidentele effect niet te voorkomen, mogelijk vindt de gedragsverandering plaats in het jaar na de renovatie door eigen ervaring van de huurder.

Teach me and I may remember

Door in een periode voorafgaand aan de verduurzaming energiemonitoring toe te passen middels een slimme meter en slimme thermostaat kan de bewoner middels rapportages bewust worden gemaakt van het energieverbruik. Door het energieverbruik te spiegelen met het gemiddelde verbruik in de wijk en de bewoners te coachen in het besparen van energie kan bewustwording worden gecreëerd die kan leiden tot gedragsverandering.

Involve me and I learn

Om de werkelijke energiebesparing te verhogen en daarmee gepaard gaande CO^2 uitstoot te verlagen zal een blijvende gedragsverandering bewerkstelligd moeten worden. Door een aantrekkelijke financiële of materiële beloning uit te loven voor de bewoner die procentueel de grootste besparing laat zien zal de attitude van met name de bewoners die het gedrag na de verduurzaming hebben aangepast (reboundeffect) worden geprikkeld. Door dit competitieve element over een periode van minimaal 2 jaar te meten is de kans aanwezig dat gedragsverandering die hierdoor wordt verkregen blijvend zal zijn.

Hoofdstuk 5

AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk wordt dieper ingezoomd op het bewonersgedrag in relatie tot de uitkomsten van de analyse en worden specifieke oorzaken voor het wel of niet behalen van de berekende besparing benoemd. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan om de energiebesparing te maximaliseren. Dit alles met als doel om de woonlasten van de huurders en de CO^2 uitstoot verder te kunnen verlagen.

5.1 Werkelijke besparing 1e jaar na verduurzaming

Als we rekening houden met het reboundeffect en de (te) hoge uitgangspunten in de rekenmethodiek zou de werkelijke besparing al in het 1e jaar na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen 40% moeten bedragen van de berekende besparing. De werkelijke besparing, in de postcodegebieden met meer dan 75% bezit, bedraagt gewogen gemiddeld 27%. Naast het reboundeffect en de rekenmethodiek spelen dus nog andere oorzaken mee die de werkelijke besparing beïnvloeden. Als we kijken naar het 2e en 3e jaar na het aanbrengen van energiebesparende maatregelen blijkt dat de werkelijke besparing gemiddeld cumulatief wel gelijk is aan 40% van de berekende besparing. De oorzaken die ervoor zorgen dat de werkelijke besparing in het 1e jaar gemiddeld 27% bedragen zijn dus niet blijvend.

Stralingswarmte

Naast het beschreven reboundeffect is het gevoel van de huurder en de gewenning aan de effecten van de aangebrachte energiebesparende maatregelen een belangrijke maatstaf die de werkelijke energiebesparing in het 1e jaar beïnvloed. De woningen in de steekproef bezaten vóór de energetische renovatie een energielabel E,F of G. Om deze woningen te verduurzamen zijn met name de volgende 4 maatregelen toegepast:

Dakisolatie	in 95% van de woningen
Gevelisolatie	in 95% van de woningen
HR++ glas	in 90% van de woningen
vloerisolatie	in 80% van de woningen

De betreffende woningen in de steekproef bezaten vóór de verduurzaming niet of nauwelijks isolerende voorzieningen. Om de woning in de oude situatie op een comfortabele temperatuur te krijgen diende de verwarming meer gestookt te worden dan bij een energiezuinige woning, wat resulteert in een hoger gasverbruik. Vóór de verduurzaming verloor de woning zijn warmte sneller via de verliesgevende oppervlakten en koelde de woning ook sneller af naar bijvoorbeeld 14 graden in de nacht. Zodra de huurder bv. In de ochtend de thermostaat op 20 graden had gezet moest de woning 6 graden worden opgewarmd. De radiatoren zullen maximaal warmte afgaan geven waardoor de bewoner snel het "comfort" ervaart van de stralingswarmte van de radiatoren. Nu de hele buitenschil (vloer, gevel, dak) van de woning geïsoleerd is, verliest de woning aanzienlijk minder van de opgewekte warmte. Een geïsoleerde woning houdt warmte vast, waardoor deze in de nacht afkoelt naar bijvoorbeeld 18 graden. Als deze bewoner in zijn vaste patroon blijft en in de ochtend de thermostaat op 20 graden zet zullen de radiatoren minder stralingswarmte afgegeven omdat er geen grote temperatuurverschillen overbrugt hoeven worden en lijkt het voor de bewoner dat de woning kouder aanvoelt, door het ontbreken van de stralingswarmte waar men aan gewend was. Het gevolg kan zijn dat de bewoner de thermostaat hoger gaat zetten dan de bewoner vóór de renovatie zou doen om de stralingswarmte te ervaren, wat resulteert in een hoger energieverbruik.

In 2 van de referentieprojecten (totaal 165 woningen) is 1 jaar na het aanbrengen van de energiebesparende maatregelen een enquête uitgezet over o.a. de ervaringen ná de renovatie. Op de vraag "vindt u de woning beter warm te krijgen/houden?" antwoordden 27% negatief (N=54)

Mogelijk zou door het inzicht in de eerste energieafrekening na de verduurzaming de bewustwording van de huurder worden vergroot als blijkt dat de energiebesparing lager is dan verwacht. In het na-traject in het jaar na de renovatie komen hier ook vragen van bewoners bij de verhuurder, waarna uitleg gegeven wordt over o.a. het reboundeffect en de stralingswarmte. Met deze bewustwording zou de huurder zijn stookgedrag mogelijk aanpassen en is in het 2e jaar na renovatie een hogere energiebesparing waarneembaar. Op basis van gesprekken met uitvoerende partijen en huurders is bovenstaande theorie tot stand gekomen, op basis van mijn onderzoek en de literatuur is dit echter niet te bevestigen.

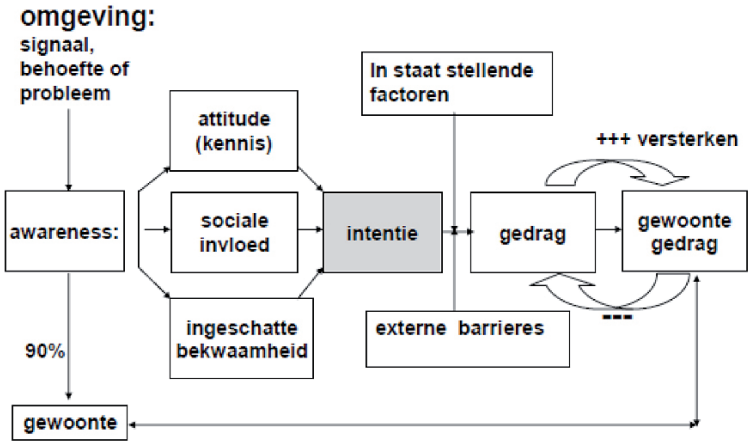
5.2 theorie gedragsverandering

In paragraaf 5.1 hebben we gezien dat als een huurder gewend is aan een bepaald comfort, waaronder stralingswarmte, de huurder mogelijk zijn gedrag negatief gaat aanpassen om ditzelfde gevoel na de verduurzaming terug te krijgen. Door voldoende communicatie over het reboundeffect vooraf, voordat de huurder zelf de effecten van de isolatie heeft ervaren, kan bewustwording worden gecreëerd en kan de huurder eerder een energiezuiniger gedrag gaan aannemen. Bewustwording blijkt een middel te zijn om een hogere werkelijke besparing te kunnen realiseren en hier is een grote winst te behalen.

Uit de rendementsanalyse is gebleken dat de woningwaarde de grootste invloed heeft op het te behalen rendement, een parameter waar het bewonersgedrag en de werkelijke besparing van de huurder geen invloed op hebben. Echter is ook gebleken dat met name in het 1e jaar na de renovatie dat de werkelijke besparing nog onder de doorgevoerde huurverhoging ligt en dat bij het afgeven van een energiebesparingsgarantie huurders

mogelijk gecompenseerd moeten worden. Kijkend naar het reboundeffect ligt er een besparingspotentieel tot 69% van de berekende besparing. Indien de belegger er in slaagt om door bewustwording het gedrag van de huurder te veranderen zou met een kleine verhoging van de werkelijke besparing de huurverhoging in het eerste jaar al kunnen worden gedekt door de werkelijke besparing. Nu inzichtelijk is welke factoren het gedrag van een bewoner beïnvloeden en welke instrumenten aangereikt kunnen worden om deze gedragsverandering mogelijk te maken is het van belang om vast te stellen op welke wijze de belegger deze kennis kan gebruiken in de toekomstige verduurzamingsprojecten.

In hoofdstuk 2.4 "Overige invloedfactoren" is de "theorie van gepland gedrag" (Ajzen, 1991) toegelicht. Op basis van deze theorie hebben Green en Kreuter (1999) 3 gedragsdeterminanten benoemd welke de grootste invloed hebben op een gedragsverandering, Willen – Kunnen – Versterken.



Figuur 22: Model van gedragsverandering Bron Egmond(2010)

Op basis van deze theorie en de onderliggende gedragsfactoren heb ik een stimuleringsprogramma ontwikkeld. Dit programma geeft praktische middelen aan de hand van de bewezen kracht van de theorie om de werkelijke energiebesparing van een verduurzamingstraject te verhogen door het verminderen van het reboundeffect.

5.3 Stimuleringsprogramma

Het stimuleringsprogramma is gebaseerd op 6 stappen

Stap 1 Plaatsen slimme meter en thermostaat

Veel bewoners zijn zich niet bewust van de hoogte van het eigen energieverbruik. Om awereness te creëren bij de bewoners om het reboundeffect te minimaliseren is het noodzakelijk om de attitude van het gedrag van de bewoner te achterhalen. Door in een periode voorafgaand aan een renovatie een slimme meter én een slimme thermostaat te plaatsen kunnen de werkelijke energieverbruiken en kamertemperaturen per te kiezen tijdseenheid zichtbaar worden gemaakt voor de bewoner. De netbeheerders zijn verplicht om vóór 2020 in alle huishoudens een slimme meter aan te brengen, deze uitrol is al in gang gezet. Indien een woning nog niet beschikt over een slimme meter kan een prio-plaatsing worden aangevraagd.

Privacy

Energiebedrijven kunnen door de aanwezigheid van slimme meters een "big data" creëren om hiermee analyses uit te voeren, echter zijn de energiebedrijven op dit moment nog niet grootschalig bezig met het gebruik en

analyseren van deze "big data". Dit met name uit het oogpunt van de privacy van de consument. Het gebruik van deze data kan voor de belegger een belangrijke input zijn voor de stimuleringsmaatregelen. Om als belegger gebruik te kunnen maken van deze data zal een schriftelijk akkoord van de bewoner verkregen moeten worden. Daarnaast zal de belegger een privacy statement moeten opstellen en deze openbaar beschikbaar moeten stellen. In dit privacy statement zal met name moeten worden aangegeven wat de belegger met de data doet en wat de frequentie is van de uitlezing van de data.

Stap 2 Sociale norm aanspreken

Uit de "theorie van gepland gedrag" (Ajzen, 1988) blijkt dat de sociale norm een wezenlijke invloed heeft op het gedrag. Door voorafgaand aan een renovatie de werkelijke energieverbruiken aan alle bewoners te ontsluiten in de wijk kan inzicht gegeven worden in het gemiddelde energieverbruik per straat, postcode of wijk. Door deze af te zetten tegen het individuele energieverbruik van de bewoner kan een bewustwording worden gecreëerd in hoeverre de bewoner meer of minder energieverbruik heeft dan het gemiddelde, hiermee is de awereness een feit.

Stap 3 Besparingsberekening op werkelijke verbruiken

Bij het voorbereiden van een renovatie worden energiebesparingsberekeningen gemaakt op complexniveau waarbij een gemiddelde besparing op complexniveau bij gelijkblijvend bewonersgedrag worden berekend. Uit de analyse van de steekproef blijkt dat voor gelijke woningen grote verschillen zitten in het energieverbruik per huishouden. Voor bewoners geeft dit geen zekerheid dat deze gemiddelde besparing ook werkelijk gehaald word. Zelfeffectiviteit is de inschatting van het vermogen van een bewoner om zelf het gewenste gedrag te kunnen vertonen. Door de energiebesparingsberekeningen niet op complexniveau, maar op basis van het werkelijke energieverbruik op basis van de gegevens van de slimme meter te berekenen, wordt de onzekerheid weggenomen bij de bewoner dat de besparing is gebaseerd op een gemiddelde. Iedere gedragsverandering die een bewoner na een renovatie dan laat zien zal terug te zien zijn in zijn energieverbruik waardoor de bewoner zijn vermogen om de gedragsverandering mogelijk te maken hoger zal inschatten.

Stap 4 bewonerscommunicatie

In de bewonerscommunicatie over de aan te brengen energiebesparende maatregelen dient aandacht besteed te worden aan het reboundeffect. Door gebruik te maken van de individuele energieverbruiken en de bewoners voorafgaand aan de verduurzaming bewust te maken van het reboundeffect na verduurzaming kan de bewustwording van de bewoner over het eigen energieverbruik worden gecreëerd. Hiermee zouden reeds bekende valkuilen in het 1e jaar na de renovatie kunnen worden verminderd of voorkomen.

Stap 5 Coaching programma

Op basis van de verzamelde energiedata van de bewoners en de werkelijke kamertemperaturen kunnen (grote) afwijkingen ten opzichte van het gemiddelde worden geregistreerd. Zonder de privacy van de huurder aan te tasten is het mogelijk om de bewoner individueel deze informatie te verstrekken en tips aan te reiken die kunnen bijdragen aan het voorkomen van deze afwijkingen.

Stap 6 Wedstrijdelement

De attitude van bewoners die meer energie verbruiken dan gemiddeld kan zijn dat het comfort en de gewoontes opwegen tegen de te behalen extra besparingen. Als de belegger vóór de verduurzaming is gestart met digitale bemetering en deze heeft ontsloten met alle bewoners in de wijk kan zowel vóór als ná de verduurzaming bekeken worden of een bewoner meer of minder energieverbruik heeft dan het gemiddelde. Een bewoner die

ná de verduurzaming het bewonersgedrag niet heeft aangepast of een duurzamer gedrag laat zien zal onder het gemiddelde van de wijk presteren. Bewoners die het gedrag aanpassen (reboundeffect) zullen boven het gemiddelde van de wijk presteren. Door een aantrekkelijke financiële of materiele beloning uit te loven voor de bewoner die procentueel de grootste besparing laat zien zal de attitude van met name de bewoners die het gedrag na de verduurzaming hebben aangepast (reboundeffect) worden geprikkeld.

5.4 Effecten stimuleringsprogramma

Het stimuleringsprogramma kan zowel voor huurder, belegger als voor het klimaat effect sorteren.

Huurder

Door inzet van het stimuleringsprogramma wordt de bewoner bewust gemaakt van het eigen energieverbruik afgezet tegen de omgeving. Deze bewustwording, gestimuleerd met een wedstrijdelement waarbij op relatief kleine schaal een (hoge) beloning te verdienen valt, heeft aanwijsbare resultaten opgeleverd. In een verduurzamingsproject in Leeuwarden werd onder 70 huishoudens een gemiddelde besparing gehaald van 10% door bij deelname aan het project een waardebon te verstrekken en bij het behalen van de minimale besparing van 10% wederom een waardebon te verdienen viel (Egmond, 2010). Doordat de huurder zijn gedrag heeft aangepast is de kans groot dat de gedragsverandering blijvend is waardoor de woonlasten op langere termijn lager uitkomen. Onderstaand citaat komt uit een onderzoek dat heeft aangetoond dat de gedragsverandering blijvend kan zijn:

> Toepassing van commitment is ook op energiebesparing uitgeprobeerd: bewoners kregen van een adviseur besparingstips en een verzoek om te besparen met de toezegging dat de namen van alle deelnemende bewoners in een krantenartikel gepubliceerd zouden worden. Dit had meteen effect. Een maand later toen de meterstanden werden opgenomen, hadden de bewoners in deze groep gemiddeld 45 m^3 (dit is 12,2%) per huishouden bespaard. De kans dat hun naam in de krant zou komen had deze bewoners gecommiteerd [sic] en vervolgens gemotiveerd tot forse besparingsinspanningen. De onderzoekers haalden de reden die in beginsel de bewoners tot besparing had aangezet weg: ieder huishouden ontving een brief dat het toch niet mogelijk was het artikel met de namen te publiceren. Aan het eind van de winter onderzochten de onderzoekers het effect van deze brief. Waren de bewoners teruggevallen op hun oude verspillende gewoonten of niet? Dat bleek niet het geval. Gedurende alle wintermaanden bespaarden de huishoudens meer dan gedurende de maand dat hun naam gepubliceerd zou worden, nl over de hele periode 15,5%. De bewoners bleven concistent [sic] in hun gedrag. Het begin-commitment leidde ertoe dat ze via de besparingen daarin versterkt werden - de rekening werd lager - en consistent bleven in hun energiebesparingsgedrag.(Egmond et al, 2011)

Belegger

Op basis van de gevoeligheidsanalyse is aangetoond dat bij een gemiddelde werkelijke energiebesparing van 24,55% de rendementseis van 6% behaald kan worden en dat deze minimale besparing in het eerste jaar al is gerealiseerd. Los van het feit dat met deze werkelijke besparing de huurverhoging nog niet is gedekt zal het inzetten van een stimuleringsprogramma, los van de bijdrage aan de klimaatdoelstellingen, niet standaard leiden tot een verbetering van het rendement, terwijl het wel een extra investering vraagt van de belegger.

Echter zou de belegger de extra kosten voor het stimuleringsprogramma kunnen doorberekenen door een hogere huurverhoging toe te passen. Indien de belegger ervan overtuigd is dat middels een stimuleringsprogramma de werkelijke besparing zal worden verhoogd met minimaal het extra deel huurverhoging en dit kan garanderen ontstaat een win-win situatie. Het rendement voor de belegger wordt eveneens behaald en de woonlasten voor

de huurder blijven minimaal gelijk, terwijl de extra energiebesparing een grotere bijdrage levert aan de klimaatdoelstellingen.

5.5 Voorwaarden stimuleringsprogramma

De (grote) afwijkingen in het bewonersgedrag en het niet beschikken over individuele energieverbruiken zijn de onzekere factoren bij het afgeven van een energiebesparingsgarantie. Met de toepassing van het stimuleringsprogramma kunnen instrumenten worden ingebouwd waarmee de onzekere factoren kunnen worden verkleind en er monitoring kan plaatsvinden om zekerheden te creëren. De voorwaarden die kunnen worden gecreëerd om deze zekerheden te behalen zijn:

Beschikbaarheid individuele energieverbruiken
Doordat de belegger de mogelijkheid heeft om de energieverbruiken te monitoren heeft de belegger zekerheid dat hij de werkelijke energieverbruiken vóór en ná de verduurzaming bezit. Iedere huurder heeft het recht om de monitoring van de energieverbruiken niet toe te staan in verband met de wet op de privacy. Indien een bewoner de monitoring van de energieverbruiken niet toestaat vallen voor de belegger zekerheden weg waardoor het risico's niet kunnen worden verminderd.

Inzicht in bewonersgedrag
Door de koppeling van de slimme thermostaat met de slimme meter en deze op afstand uitleesbaar te maken zorgt ervoor dat de belegger de mogelijkheid heeft om de kamertemperaturen te monitoren. Door het invoeren van een bovengrens aan de kamertemperatuur in de voorwaarden van een energiebesparingsgarantie, kan extreem verwarmingsgedrag worden uitgesloten. Een voorwaarde in de energiebesparingsgarantie kan ook zijn dat de kamertemperatuur procentueel niet meer mag afwijken dan 10% van de geregistreerde kamertemperaturen vóór de verduurzaming.

Coaching huurder
Door middel van een actief coaching programma op te nemen als voorwaarde in de energiebesparingsgarantie kunnen grote afwijkingen worden gesignaleerd en kan tijdig worden geadviseerd over de oorzaken van deze afwijkingen. Hiermee kan grip verkregen worden op extreme verbruiken en kan aanpassing van het gedrag worden gestimuleerd.

Jaarverbruiken standaardiseren
Door gebruik te maken van de werkelijke energiegegevens van de slimme meter wordt het effect van een warme of koude zomer niet weggenomen. Door in de energiebesparingsgarantie een rekenmethodiek op te nemen waarbij de werkelijke energieverbruiken worden gecorrigeerd voor graaddagen kan een gestandaardiseerd jaarverbruik worden verkregen welke objectief over de jaren te vergelijken is.

Met het inbouwen van deze 4 voorwaarden zou de belegger voldoende instrumenten in handen moeten hebben om de oorzaken van een reboundeffect te verkleinen of te minimaliseren, waardoor het risico voor de belegger wordt verkleind dat huurders gecompenseerd zouden moeten worden.

Hoofdstuk 6

REFLECTIE

Aan het einde van het scriptietraject is het goed om terug te kijken op deze periode en te beschrijven wat de impact is geweest van deze periode op persoonlijk en professioneel vlak, maar ook waar ik tegenaan ben gelopen, wat ik een volgende keer anders zou doen, maar bovenal nog wat ik op basis van mijn ervaringen anderen zou aanbevelen in een mogelijk vervolgonderzoek.

Wat heeft het met mij persoonlijk gedaan?

Vanuit mijn verwondering in mijn dagelijks werk over het feit dat het verduurzamen van (huur)woningen moeilijk van de grond te tillen was heeft het mij vanaf het begin gemotiveerd om op zoek te gaan naar oplossingen. Vanuit dit startpunt en met de toezegging op zak van een institutionele woningbelegger voor het beschikbaar stellen van voldoende data, begon ik gedreven aan mijn scriptieperiode. Deze periode heeft, geheel volgens planning, een jaar in beslag genomen. De vele literatuur die er steeds weer voor zorgden dat de puzzelstukjes in elkaar vielen, maar die de puzzel ook steeds groter maakten, hebben mij inspiratie gegeven.

Wat heeft het mij gebracht?

Na een uitvoerige periode van literatuurstudie was ik verbaasd over de bevindingen uit de literatuur en was ervan overtuigd dat de resultaten uit mijn data analyse gunstiger zouden uitkomen. De data-analyse die daarop volgde heeft meer dan de helft van de volledige periode in beslag genomen waaruit bleek dat de bevindingen uit de literatuur konden worden gestaafd , echter niet verbeterd. Terugvallend op de literatuur ben ik terecht gekomen in de gedragswetenschappen wat voor mij een nieuw, maar interessant terrein was. Als techneut van huis uit zoek je de oplossing meestal in harde uitkomsten die analytisch te beredeneren zijn, echter zit de bottleneck grotendeels in de zachte kant van de mens zelf. Door de opgedane kennis over gedragswetenschappen heeft het mij een nieuwe blik gegeven op het hele thema energiebesparing. Dat het succes van een verduurzaming gezocht moet worden in de gedragsverandering van de gebruiker zal ik in mijn strategieën in nieuwe verduurzamingstrajecten gaan meenemen om de conclusies in de praktijk waar te kunnen maken.

Wat zou ik een volgende keer anders doen?

Mijn grote valkuil is dat ik alle data volledig wil uitwerken alvorens analyses te gaan maken. Dit heeft ervoor gezorgd dat ik een gedeelte van mijn tijd heb geïnvesteerd in het verzamelen van data die uiteindelijk niet toepasbaar bleek. Ondanks ik een gedeelte van mijn data niet kon toepassen in mijn scriptie heeft het wel mijn blik verruimd en inzichten gegeven. De oorzaak waardoor data niet bruikbaar was heb ik kunnen omzetten naar concrete aanbevelingen om bij toekomstige verduurzamingsprojecten, maar ook bij vervolgonderzoek, rekening mee te houden. In een volgend onderzoek zal ik trachtten de volledige data analyse vooraf met literatuur te onderbouwen om beter de accenten in de data analyse te kunnen leggen.

Wat heb ik gemist?

Aangezien het gebruik van de slimme meter in de referentieprojecten nog niet was toegepast en de beschikbaar gestelde enquêtegegevens niet betrouwbaar genoeg waren, heb ik de data analyse alleen uit kunnen voeren op basis van postcode-6 data. Dit heeft mij deels beperkt in mijn uitkomsten aangezien de data deels wordt vertroebeld door bezit van andere eigenaren. Het gebruik van de data van slimme meters gaat hopelijk in de komende jaren een vlucht nemen waardoor een vergelijkbaar onderzoek in de komende jaren gebaseerd kan worden op werkelijke metergegevens per gebruiker, waarmee de zeggingskracht van de uitkomsten sterker wordt. Desalniettemin zal het mijn conclusie niet (sterk) beïnvloeden.

Waar adviseer ik nog vervolgonderzoek op uit te voeren?

Er is in de literatuur veel geschreven over consumentengedrag en energieverbruik. In vele onderzoeken wordt onderkent dat het veranderen van het gedrag van de consument de sleutel is tot het verder (blijvend) terugdringen van het energieverbruik. Er is nog weinig concreet onderzoek gedaan naar de grootschalige effecten van het stimuleren van gedragsverandering en de effecten op de energiebesparing in praktijkgevallen (nameting). Dit zou een mooie aanvulling zijn op reeds aanwezig onderzoek.

Daarnaast is dit onderzoek gebaseerd op het verduurzamen van woningen naar een EI-index die overeenkomt met maximaal energielabel B. Doordat het verduurzamen naar een EI-index overeenkomstig met energielabel A een aanzienlijk grotere investering en daarmee gepaard gaande huurverhoging met zich meebrengt zijn de conclusies uit mijn onderzoek niet te generaliseren voor de renovatie naar energielabel A, de opbrengst van zonnepanelen zorgt tevens voor een vaste energiebesparing. Zodra er voldoende data voor handen is van woningen welke gerenoveerd zijn naar een EI index die overeenkomt met energielabel A zou een vergelijkbaar onderzoek toegevoegde waarde bieden.

Als laatste is mij tijdens het onderzoek en tijdens de huidige voorbereidingen voor renovatietrajecten in mijn eigen praktijk opgevallen dat externe factoren, welke geen relatie hebben met de energiebesparing, (grote) invloed kunnen hebben op de instemming van bewoners om deel te nemen aan een verduurzamingsproject. Om de woningen naar een groen energielabel te renoveren moet er in en aan de woningen, gedurende een periode van minimaal 2 weken, werkzaamheden worden uitgevoerd. Mijn stelling is dat zodra de gemiddelde leeftijd van de bewoners in een complex stijgt, door de te verwachten overlast, de attitude van de bewoners minder wordt om in te stemmen. Kortom, de impact van de (mogelijke) overlast kan bij oudere bewoners belangrijker meewegen in de beslissing dan de energiebesparingsopbrengst. Het zou een goede toevoeging zijn aan de bestaande kennis als die impact wetenschappelijk zou worden onderzocht.

LITERATUURLIJST

Ajzen, I.(1991). Theory of planned behavior. Organizational behavior and human decision process. 50, 179-211

Ajzen, I., & Fishbein, M.(1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior.* Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall

Atrive. (2013). Waar voor uw huurverhoging?.
Geraadpleegd van http://www.huurenergie.nl/wp-content/uploads/2013/12/woonlastenwaarborg_nameting.pdf

Aydin, E., Brounen, D., & Kok, N. (2013). *The rebound effect of residential heating.*
Geraadpleegd van *https://www.tilburguniversity.edu/upload/5301e4d6-0312-4054-b680-cfd88a1525f7_The%20Rebound%20Effect_EA300813.pdf*

Baarda, B. et al (2012). *Basisboek Methoden en Technieken. Kwantitatief praktijkgericht onderzoek op wetenschappelijke basis. Vijfde druk. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers*

Berben, J., & Oomen, R. (2013). Verschil tussen werkelijk en berekend energieverbruik.
Geraadpleegd van http://builddesk.nl/wp-content/uploads/2012/06/Verschil-werkelijk-en-berekend-energiegebruik.pdf

Booijink, M. (2011). Het verduurzamen van huurwoningen, hoe krijgen we de huurders mee.
Geraadpleegd van http://www.rug.nl

CBS Statline. (2012). Woningvoorraad naar eigendom
Geraadpleegd van http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=71446ned

CBS Statline. (2015). Consumentenprijzen; huurverhoging woningen vanaf 1959
Geraadpleegd van http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=70675NED

ECN. (2014). Energietrends 2014
Geraadpleegd van https://issuu.com/aandagt/docs/energietrends2014?e=0/9275470

ECN. (2015). Nationale Energieverkenning 2015
Geraadpleegd van https://www.cbs.nl/-/media/imported/documents/2015/41/2015-nationale-energie-verkenning.pdf

Egmond, C. (2010). Cursusboek – Energiebesparing door gedragsverandering
Geraadpleegd van https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/cursusboek%20Gedragsverandering%20AgNL.pdf

Egmond C., Rond F., & Gent M. van (2011) Gedragsmechanismen gebruiken om invloed uit te oefenen en te overtuigen.
Geraadpleegd van https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Gedragsmechanismen%20-%20paper%20CEgm%2008nov'11.pdf

Green L.W., & Kreuter M.W.(1999) Health promotion planning, 3e druk, Mountain View, California: Mayfield

Goorden, L., Vandenabeele, J., Couder, J., Van Fleteren, M., & Bongaerts, V. (2005).
Determinanten huishoudelijk energiegedrag
Geraadpleegd van http://ist.vito.be/nl/pdf/rapporten/rapportdeterminanten.pdf

Jeeninga, H., Uyterlinde, M., & Uitzinger, J.(2001). Energieverbruik van energiezuinige woningen: Effecten van gedrag en energiebesparingsmaatregelen op de spreiding in en op de hoogte van het reële energieverbruik.
Geraadpleegd van https://www.ecn.nl/docs/library/report/2001/c01072.pdf

Huber, A., Kortman, J., Benito, A.M., & Scharp, M. (2006). Ontwikkeling en invoeren van diensten om energiebesparend gedrag bij huishoudens te stimuleren.
Geraadpleegd van https://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/beware/BewareE_Manual_Duch_IVAM.pdf

ISSO. (2009) *ISSO-Publicatie 82.3. Rotterdam, Nederland: ISSO*

Majcen, D., & Itard, L. (2014). Relatie tussen energielabel, werkelijk energieverbruik en CO2 uitstoot van amsterdamse corporatiewoningen. Geraadpleegd van http://www.rekenkamer.amsterdam.nl/wp-content/uploads/2014/11/OTB-TU-Delft-Relatie-tussen-energielabel-en-werkelijk-energiegebruik.pdf

Ministerie van binnenlandse zaken en koninkrijksrelaties (2011). Plan van aanpak – energiebesparing gebouwde omgeving
Geraadpleegd van https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2011/02/25/plan-van-aanpak-energiebesparing-gebouwde-omgeving/plan-van-aanpak-energiebesparing-gebouwde-omgeving-webversie.pdf

Ministerie van VROM DG Wonen. (2003). *Energie en gedrag in de woning.*
Geraadpleegd van http://www.ce.nl/?go=home.downloadPub&id=81&file=03_3483_22.pdf

Ministerie van VROM DG Wonen. (2010). Energiegedrag in de woning.
Geraadpleegd van https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2010/03/11/energiegedrag-in-de-woning/energiegedrag-20in-20de-20woning.pdf

Parker P., Rowlands I.H., & Scott D. (2002). Innovation to reduce residential energy use and carbon emissions.
Geraadpleegd van http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.336.6302&rep=rep1&type=pdf

Rijksdienst voor ondernemend Nederland(2014). Monitoring energiebesparing gebouwde omgeving
Geraadpleegd van http://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/12/monitor%20energiebesparing%20gebouwde%20omgeving%202014%20definitief.pdf

Rooijers, F.J., Sevenster, M.N., Loo, K. van, Slingerland, S.(2003) *Energie en gedrag in de woning*
Geraadpleegd van http://www.ce.nl/?go=home.downloadPub&id=81&file=03_3483_22.pdf

Santin O.G., Itard L. &. Visscher H.(2009). The effect of occupancy and building characteristics on energy use fors pace and water heating in dutch residential stock.
Geraadpleegd van http://www.healthyheating.com/downloads/Thermostats/Guerra_Santin_Energy-and-Buildings.pdf

Tigchelaar, C., & Leidelmeijer, K. (2013). Energiebesparing, een samenspel van woning en bewoner - Analyse van de module energie WoOn.
Geraadpleegd van https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2013/12/02/energiebesparing-een-samenspel-van-woning-en-bewoner-analy-se-van-de-module-energie-woon-2012/energiebesparing-een-samenspel-van-woning-en-bewoner-analy-se-van-de-module-energie-woon-2012.pdf

Verhagen, D. C. (2014). De haalbaarheid van een groen energielabel.
Geraadpleegd van http://www.vastgoedkennis.nl/docs/MRE/14/Verhagen_DC.pdf

Vringer, K., Middelkoop M. van, Hoogervorst N. (2014). *Energie besparen gaat niet vanzelf. Evaluatie energiebesparingsbeleid voor de gebouwde omgeving.*
Geraadpleegd van http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_2014_Energie_besparen_gaat_niet_vanzelf_1452.pdf

Internetsites

www.postcode.nl
http://www.dicks-website.eu/graaddagen/index.html
https://www.enexis.nl/over-enexis/open-data
https://www.liander.nl/over-liander/innovatie/open-data
https://www.stedin.net/zakelijk/open-data
https://www.endinet.nl/opendata
http://www.dnwg.nl/over-dnwg/duurzaamheid/open-data.htm
http://www.pricewise.nl/

BIJLAGEN

Bijlage 1: Rendementsberekening

Complexnr. 4134
Renovatiejaar 2012

Input

Kenmerken		
aantal eenheden	35	

Financieel		
Investering	€ 8.272,00	Per woning
Investering totaal	€ 289.520,00	Per complex
Waardestijging	€ 5.662,00	Per woning
Waardestijging totaal	€ 198.170,00	per complex
Huurverhoging 1e jaar	€ 12,50	Per woning per maand
Huurverhoging 1e jaar	€ 150,00	Per woning per jaar
huurverhoging 1e jaar totaal	€ 5.250,00	Per jaar
WOZ waarde 1e jaar	€ 190.000,00	Per woning
WOZ waarde 1e jaar totaal	€ 6.650.000,00	per complex

Energiebesparing	1e jaar	2e jaar	3e jaar en verder
	€ 10,75	€ 13,81	€ 15,44
	€ 128,97	€ 165,66	€ 185,30
	€ 4.514,08	€ 5.798,17	€ 6.485,44

Parameters

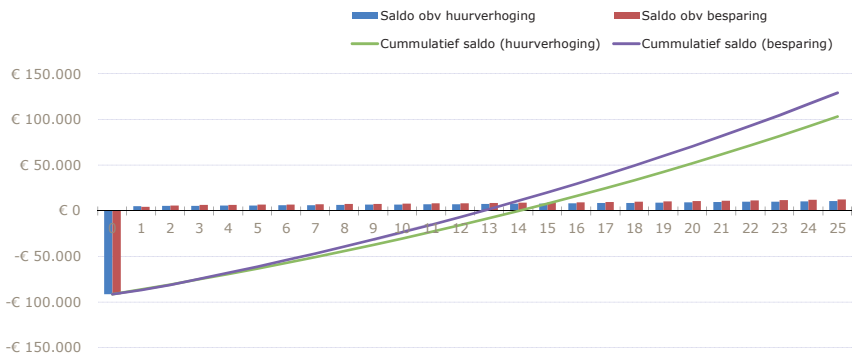
Parameters	
IRR-eis	6,00%
looptijd (jaren)	25
huurstijging jr 1-3	3,97%
huurstijging jr 4+	3,00%
Waardestijging Jaar 1	2,98%
Berekende toekomstige energiebesparing	40,00%
Betalingswijze	
Betalingsfrequentie	Maand
Vooruitbetaling of achteraf	Vooruit

Output

	Huurverhoging	Besparing	Verschil
IRR	**6,18%**	**7,34%**	**1,16%**
BAR	5,75%		

* alle bedragen inclusief 21% BTW

Grafieken



Cashflow

Jaar	aantal woningen	Investering totaal	huur obv verhoging	huur obv besparing	Waardestijging	Saldo obv huurverhoging	Cummulatief saldo (huurverhoging)	Saldo obv besparing	Cummulatief saldo (besparing)
0	35	289.520			198.170	91.350-	91.350-	91.350-	91.350-
1	35		5.250	4.514	-	5.250	86.100-	4.514	86.836-
2	35		5.458	5.798	-	5.458	80.642-	5.798	81.038-
3	35		5.675	6.485	-	5.675	74.967-	6.485	74.552-
4	35		5.845	6.680	-	5.845	69.122-	6.680	67.872-
5	35		6.020	6.880	-	6.020	63.102-	6.880	60.992-
6	35		6.201	7.087	-	6.201	56.901-	7.087	53.905-
7	35		6.387	7.299	-	6.387	50.514-	7.299	46.606-
8	35		6.579	7.518	-	6.579	43.935-	7.518	39.087-
9	35		6.776	7.744	-	6.776	37.159-	7.744	31.343-
10	35		6.979	7.976	-	6.979	30.180-	7.976	23.367-
11	35		7.189	8.216	-	7.189	22.991-	8.216	15.151-
12	35		7.404	8.462	-	7.404	15.587-	8.462	6.689-
13	35		7.626	8.716	-	7.626	7.961-	8.716	2.026
14	35		7.855	8.977	-	7.855	105-	8.977	11.004
15	35		8.091	9.247	-	8.091	7.985	9.247	20.250
16	35		8.334	9.524	-	8.334	16.319	9.524	29.775
17	35		8.584	9.810	-	8.584	24.903	9.810	39.584
18	35		8.841	10.104	-	8.841	33.744	10.104	49.688
19	35		9.106	10.407	-	9.106	42.850	10.407	60.096
20	35		9.380	10.719	-	9.380	52.230	10.719	70.815
21	35		9.661	11.041	-	9.661	61.890	11.041	81.856
22	35		9.951	11.372	-	9.951	71.841	11.372	93.228
23	35		10.249	11.713	-	10.249	82.090	11.713	104.942
24	35		10.557	12.065	-	10.557	92.647	12.065	117.007
25	35		10.873	12.427	-	10.873	103.521	12.427	129.433

Bijlage 2: Energieprijzenoverzicht

Energiesoort	Jaar	Leveringstarief	ODE	Energiebelasting	Totaal	Indexatie
Elektriciteit	2009	€ 0,09	€ -	€ 0,129	€ 0,219	
Elektriciteit	2010	€ 0,07	€ -	€ 0,133	€ 0,203	-7,55%
Elektriciteit	2011	€ 0,07	€ -	€ 0,133	€ 0,203	0,41%
Elektriciteit	2012	€ 0,07	€ -	€ 0,138	€ 0,208	2,23%
Elektriciteit	2013	€ 0,07	€ 0,001	€ 0,141	€ 0,212	2,09%
Elektriciteit	2014	€ 0,06	€ 0,003	€ 0,143	€ 0,206	-2,89%
Elektriciteit	2015	€ 0,06	€ 0,004	€ 0,145	€ 0,209	1,41%
Elektriciteit	2016	€ 0,06	€ 0,007	€ 0,122	€ 0,189	-9,78%
Gas	2009	€ 0,35	€ -	€ 0,188	€ 0,538	
Gas	2010	€ 0,29	€ -	€ 0,194	€ 0,484	-10,07%
Gas	2011	€ 0,32	€ -	€ 0,195	€ 0,515	6,45%
Gas	2012	€ 0,36	€ -	€ 0,202	€ 0,562	9,06%
Gas	2013	€ 0,35	€ 0,003	€ 0,225	€ 0,578	2,92%
Gas	2014	€ 0,34	€ 0,006	€ 0,229	€ 0,575	-0,58%
Gas	2015	€ 0,32	€ 0,009	€ 0,231	€ 0,560	-2,53%
Gas	2016	€ 0,32	€ 0,014	€ 0,305	€ 0,638	13,93%

Niet in deze prijs inbegrepen:

- Vaste leveringskosten — Vast bedrag per jaar onafhankelijk van gebruik
- Vermindering energiebelasting — Vast bedrag per jaar onafhankelijk van gebruik
- netbeheerkosten — Vast bedrag per jaar onafhankelijk van gebruik

VINDT U DIT ONDERZOEK INTERESSANT OF HEEFT U VRAGEN, LAAT HET MIJ WETEN.

ing H.G.(Harm) Tenback
E-mail: hgtenback@hotmail.com