



Energieonderzoek Centrum Nederland

Besparingskentallen voor besparing in de bestaande woningbouw

M. Menkveld (ECN)

J. Sipma (ECN)

K. Leidelmeijer (RIGO)

E. Cozijnsen (RIGO)



Verantwoording

Deze inventarisatie is gemaakt in opdracht van SenterNovem, contactpersoon voor de werkzaamheden was mevr. M. Lacroix. Het project staat bij ECN bekend onder projectnummer 5.0360.

Abstract

ECN and RIGO evaluated some data sources and methods to make default numbers for the energy savings of measures in existing dwellings. SenterNovem wants numbers for energy savings based on real energy use. This inventory includes the HOME and WoON surveys, the energy label database, the energy label calculation model and new collected data from renovation projects.

With statistical analyses on the HOME and WoON surveys only for a few measures the energy savings could be determined. With the energy label database this is possible for all energy saving measures in existing dwellings. The energy use of the dwellings in the label database could be determined to couple the database with the energy client database of CBS. Because this database with energy uses for 2008 is not available before mid-2010, an approach that uses different data sources is recommended.

Inhoud

Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	5
Samenvatting	7
1. Inleiding	10
2. Het WoON	11
2.1 De energiemodule	11
2.2 Gasverbruik	13
2.3 Energiebesparende maatregelen	15
2.3.1 Isolatie van de woning	15
2.3.2 Kierdichting	21
2.4 Ventilatie	21
2.4.1 Mechanische, gebalanceerde en vraaggestuurde ventilatie	21
2.4.2 Voorverwarming van ventilatielucht door middel van serre	22
2.4.3 Gelijkstroomventilatie	22
2.5 Ruimteverwarming	22
2.5.1 Type CV-ketel	23
2.5.2 Zonnegascombi, elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming en gebouwgebonden warmtekrachtinstallatie	23
2.5.3 Aanvoertemperatuur lager dan 55°C	23
2.5.4 Individuele bemetering	24
2.5.5 Pompschakeling	24
2.5.6 Leidingisolatie	24
2.5.7 Beperking leidinglengte	24
2.5.8 Stooklijn geregelde temperatuur	24
2.5.9 Thermostaatkranen op radiatoren	24
2.5.10 Inregelen van verwarmingsinstallaties	25
2.6 Warm tapwater	25
2.6.1 Gasboiler	25
2.6.2 Warmtepompboiler	25
2.6.3 Leidingisolatie	25
2.6.4 Beperking van de leidinglengte	25
2.6.5 Waterbesparende douchekop	25
2.7 Zonne-energiesystemen	25
2.7.1 Zonneboiler	25
2.7.2 Zonneboilercombi	26
2.7.3 Pv-cellen	26
2.8 Overzichtstabel WoON	26
2.9 Analyse mogelijkheden	29
2.10 Conclusie	29
3. Het HOME	30
3.1 Het onderzoek	30
3.2 Gasverbruik	31
3.3 Energiebesparende maatregelen: isolatie	35
3.3.1 Isolatie gevel, dak en vloer	35
3.3.2 Dubbelglas	36
3.3.3 Kierdichting	37
3.4 Ventilatie	37
3.5 Ruimteverwarming	37
3.5.1 Rendementsklasse combiketel	37
3.5.2 Zonnegascombi, elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming en gebouwgebonden warmtekrachtinstallatie	38

3.5.3	Warmtelevering door derden	38
3.5.4	Aanvoertemperatuur lager dan 55 °C	38
3.5.5	Individuele bemetering	39
3.5.6	Pompschakeling	39
3.5.7	Leidingisolatie	39
3.5.8	Beperking leidinglengte	40
3.5.9	Stooklijngeregelde temperatuur	40
3.5.10	Thermostaatkranen op radiatoren	40
3.5.11	Inregelen van verwarmingsinstallaties	40
3.6	Warm tapwater	40
3.6.1	Gasboiler	41
3.6.2	Warmtepompboiler	41
3.6.3	Leidingisolatie	41
3.6.4	Beperking leidinglengte	41
3.6.5	Waterbesparende douchekop	41
3.7	Zonne-energiesystemen	41
3.7.1	Zonneboiler	41
3.7.2	Zonneboilercombi	42
3.7.3	Pv-cellen	42
3.8	Overzichtstabel HOME	42
3.9	Analysemogelijkheden	44
3.10	Conclusie	45
4.	Monitoring energiebesparing bij projecten	46
4.1	Het onderzoek	46
4.2	Effecten per project	47
4.3	Aanbevelingen van de onderzoekers	47
4.4	Bruikbaarheid van de benadering	47
4.4.1	Effect per maatregel	48
4.4.2	Controle voor andere invloeden	48
4.5	Conclusie	49
5.	Energielabeldatabase	50
5.1	Inleiding	50
5.2	Welke maatregelen?	50
5.3	Beoordeling betrouwbaarheid	50
5.4	Aantal waarnemingen in het bestand	51
5.5	Welke controle variabelen	51
5.6	Conclusies	52
6.	Berekeningen DGMR transparant rekenmodel op WoOn data	53
6.1	Inleiding	53
6.2	Welke maatregelen?	53
6.3	Aantal waarnemingen in het bestand	53
6.4	Welke controle variabelen?	53
6.5	Beschrijving analyse	53
6.6	Conclusies	56
7.	Conclusies	57
7.1	Bevindingen	57
7.1.1	Wordt de besparing bepaald op basis van werkelijk gasverbruik?	57
7.1.2	Voor welke besparingsmaatregelen zijn bronnen bruikbaar?	58
7.2	Aanbevelingen	60
Bijlage A	Voorbeeldberekeningen afhankelijkheid factoren in warmteverliesberekening	62

Lijst van tabellen

Tabel 2.1	<i>Netto steekproef WoON-energiemodule naar eigendomsverhouding, woningtype en bouwperiode</i>	13
Tabel 2.2	<i>Isolatiepercentages in het WoON voor vloer dak en gevel</i>	16
Tabel 2.3	<i>Verdeling geschatte Rc-waarden voor gevelisolatie per woningtype</i>	16
Tabel 2.4	<i>Verdeling waarnemingen naar geschatte Rc-waarden voor dakisolatie per woningtype</i>	18
Tabel 2.5	<i>Verdeling geschatte Rc-waarden voor begane grondvloerisolatie per woningtype</i>	19
Tabel 2.6	<i>Correlatietabel voor berekende Rc-waarden (met exclusie van de Rc-waarde 2,86 voor de gevel)</i>	20
Tabel 2.7	<i>Samenvatting bevindingen WoON</i>	26
Tabel 2.8	<i>Aantal waarnemingen in WoON waar in de afgelopen vijf jaar maatregelen zijn genomen</i>	28
Tabel 3.1	<i>Aantal respondenten (ongewogen) naar woningtype</i>	31
Tabel 3.2	<i>Netto N (ongewogen) van respondenten met bruikbare gasverbruiken, per woningtype en type verwarming</i>	33
Tabel 3.3	<i>Aantal respondenten (cv=1) naar bouwperiode en aanwezigheid isolatie</i>	35
Tabel 3.4	<i>Overzichtstabel bevindingen HOME</i>	43
Tabel 4.1	<i>Overzicht projecten pilotstudie</i>	46
Tabel 4.2	<i>Gemeten en berekende besparingen bij de projecten</i>	47
Tabel 5.1	<i>Verdeling labels geristreerd in energielabeldatabase in 2007 en 2008</i>	51
Tabel 6.1	<i>Besparing vloerisolatie voor verschillende bouwjaarklassen (in m³ aardgasbesparing per m² te isoleren oppervlak)</i>	54
Tabel 6.2	<i>Rekenvoorbeeld effect van oorspronkelijke Rc en binnentemperatuur T op besparing isolatie</i>	55
Tabel 7.1	<i>Informatie over maatregelen uit EPA maatwerkadvies</i>	59

Lijst van figuren

Figuur 2.1	<i>Structuur WoON</i>	12
Figuur 2.2	<i>Frequentietabel gasverbruik in WoON van woningen met een eigen CV-ketel</i>	14
Figuur 2.3	<i>Frequentietabel gasverbruik in WoON van woningen met blok-, stads- of wijkverwarming</i>	14
Figuur 2.4	<i>Frequentietabel gasverbruik in WoON van woningen met kachels</i>	15
Figuur 2.5	<i>Gasverbruik per m² gebruiksoppervlak, naar geschatte Rc-waarde van het geveleppervlak, incl. 95% betrouwbaarheidsinterval voor vrijstaande woningen</i>	17
Figuur 2.6	<i>Relatie tussen geschatte Rc-waarde van de gevel en gasverbruik per m² gbo voor half vrijstaande woningen</i>	17
Figuur 2.7	<i>Relatie tussen geschatte Rc-waarde van het dak en gasverbruik per m² gbo voor tussenwoningen</i>	18
Figuur 2.8	<i>Relatie tussen geschatte Rc-waarde van de vloer en gasverbruik per m² gbo voor half vrijstaande woningen</i>	19
Figuur 2.9	<i>Gemiddeld gasverbruik naar aanwezigheid van isolatie zoldervloer</i>	20
Figuur 2.10	<i>Gemiddeld gasverbruik per m² gbo naar type beglazing</i>	21
Figuur 2.11	<i>Gemiddeld gasverbruik per m² gbo per ventilatiesysteem</i>	22
Figuur 2.12	<i>Gemiddeld gasverbruik per m² gbo per type ketel</i>	23
Figuur 2.13	<i>Gemiddeld gasverbruik per m² gbo naar percentage leidingisolatie</i>	24
Figuur 3.1	<i>Methode HOME vergelijking meterstanden 2009 met meterstanden 2008</i>	32
Figuur 3.2	<i>Verdeling oppervlak woonkamer in het bestand (variabele label zoals in bestand opgenomen)</i>	34

Figuur 3.3	<i>Verdeling gasverbruik, gedeeld door het oppervlak woonkamer in het bestand</i>	34
Figuur 3.4	<i>Gasverbruik voor ruimteverwarming per m² woonkamer naar bouwperiode en woningtype, gecontroleerd voor aanwezigheid gevelisolatie</i>	36
Figuur 3.5	<i>Gasverbruik voor ruimteverwarming per m² woonkamer naar bouwperiode en de aanwezigheid van dubbel glas in de woonkamer</i>	37
Figuur 3.6	<i>Gasverbruik voor ruimteverwarming per m² woonkamer naar bouwperiode en type ketel</i>	38
Figuur 3.7	<i>Gasverbruik per m² woonkamer naar de aanwezigheid van leidingisolatie en bouwperiode, gecontroleerd voor woningtype en type ketel</i>	40
Figuur 3.8	<i>Gasverbruik voor warmwaterverwarming met en zonder zonneboiler</i>	42

Samenvatting

SenterNovem wil een dataset met besparingskentallen van energiebesparende maatregelen in bestaande woningen laten opstellen. De kengetallen kunnen door zowel SenterNovem als (rijks)overheden en marktpartijen gebruikt worden bij communicatie-uitingen (brochures, internet), voorbeeldberekeningen, rekentools en andere instrumenten, subsidieregelingen, en bij renovatieprojecten.

De Energiebesparingsverkenner voor woningen kan deze informatie geven, echter dit zijn berekende besparingen (op basis van EI-formule) met het transparant rekenmodel voor een beperkt aantal besparingsmaatregelen. SenterNovem zou liever een dataset opstellen aan de hand van werkelijke (gemeten) energiegebruik en voor alle besparingsmaatregelen uit het EPA maatwerkadvis. Dit rapport onderzoekt of dit mogelijk is en welke bronnen daarvoor gebruikt zouden kunnen worden. Het is een inventarisatie naar mogelijke opties om een dergelijke dataset vorm te geven, en betreft niet het maken van de dataset zelf.

Als data bronnen zijn onderzocht: HOME, WoON, de energielabeldatabase, DGMR-berekeningen met het transparant rekenmodel en nieuw te verzamelen data. De verschillende opties zijn onderzocht op de mogelijkheden om als bron te dienen voor besparingskentallen. Per optie is in kaart gebracht:

- Voor- en nadelen van de methode voor de betrouwbaarheid van de besparingskentallen.
- Voor welke maatregelen kunnen met die methode besparingskentallen worden geproduceerd.

HOME en WoON

HOME is de enige bron waarin het gasverbruik van woningen is bepaald op basis van meterstanden en dus werkelijk gemeten energieverbruik bevat. Het gasverbruik in WoON is ontleend aan de klantenbestanden van CBS gebaseerd op 'standaard jaarverbruiken'. Die standaard jaarverbruiken worden door de energiebedrijven bepaald op basis van meterstanden en met een graaddagen correctie berekend voor een gemiddeld jaar ten behoeve van voorschotnota's en onderlinge verrekening van kosten op de energiemarkt. Ook voor de methode die is ontwikkeld in het kader van de pilot 'Monitoringstudie Energiebesparing Bestaande Woningbouw' en in de DGMR-berekeningen wordt voor het bepalen van individueel gasverbruik gebruik gemaakt van deze CBS-gegevens. Wat we niet weten is of het standaardjaarverbruik een goed beeld geeft van het energiegebruik van een specifieke woning voor een specifiek jaar.

Veel maatregelen uit de lijst voor het EPA maatwerkadvis komen nog te weinig voor in HOME en WoON om via statistische analyse de besparing te bepalen. Voor sommige maatregelen kan naar verwachting op basis van WoON en/of HOME wel een effect op het gasverbruik worden bepaald: kierdichting, mechanische ventilatie, HR-ketel, leidingisolatie, thermostaatkranen op radiatoren en waterbesparende douchekop. Voor enkele van deze maatregelen zal mogelijk geen significant verschil worden gevonden, dan moet geconcludeerd worden dat de besparingsmaatregel een verwaarloosbaar effect heeft op het werkelijke verbruik.

In HOME is geen informatie beschikbaar over de kwaliteit van isolatie (de Rc- of U-waarden) van de woning. Over de besparing door isolatiemaatregelen kan op basis van HOME dus niets worden gezegd. Wel wordt in HOME gevraagd of respondenten in het afgelopen jaar isolatiemaatregelen hebben toegepast maar de aantallen zijn te klein om daarop een analyse te baseren. In het WoON-bestand kon bij de inspecties ook niet altijd de Rc-waarde van de gebouwdelen worden bepaald. Wanneer onbekend is of er isolatie aanwezig is, of wanneer de dikte onbekend is, zijn default waarden aangehouden afhankelijk van het bouwjaar uit de ISSO-publicatie 82 deel 1. De besparingseffecten van dak-, vloer- en gevelisolatie zijn niet van elkaar te onderscheiden omdat de Rc-waarden van de verschillende schildelen geschat worden op basis van de-

zelfde parameters en dus per definitie met elkaar samenhangen. Deze zogenaamde multicollineariteit maakt WoON ongeschikt om de afzonderlijke besparingseffecten van isolatie van dak, vloer of gevel te bepalen.

DGMR-berekeningen

De DGMR-berekeningen met het transparant rekenmodel op de WoON-data laten een grote spreiding zien in de besparing door na-isolatie. Dat lijkt echter niet alleen het effect te zijn van bewonersgedrag maar ook van allerlei andere verschillen tussen de woningen in het bestand, zoals woninggrootte en bouwjaar. De database met de DGMR-berekeningen is niet geschikt om voor al deze factoren te corrigeren, omdat de selecties dan te klein worden.

Nieuw te verzamelen data

Bij nieuw te verzamelen data zullen in de meeste renovatieprojecten meerdere maatregelen tegelijkertijd worden genomen. Daardoor kunnen de effecten van de separate maatregelen niet eenvoudig worden vastgesteld. Het vaststellen van effecten van separate maatregelen is alleen mogelijk als:

- Voldoende projecten kunnen worden gevonden waarin slechts een maatregel is getroffen, of
- Wanneer voldoende projecten met verschillende pakketten maatregelen kunnen worden ‘gekruist’ om tot een inschatting van specifieke maatregelen te komen.

Separate effecten van maatregelen kunnen alleen worden onderscheiden bij voldoende projecten en voldoende variatie in de toegepaste maatregelenpakketten.

Energielabeldatabase

Een alternatief voor de genoemde bronnen is de energielabel database. In de labeldatabase zit alleen het energielabel en het bouwjaar, woningtype, gebruiksoppervlak en de opwektechniek voor verwarming. SenterNovem heeft echter software aangeschaft waarmee de labels door de labeladviseur worden bepaald. Met de software zouden aan ieder label de inputgegevens aangaande de toepassing van besparingsmaatregelen gekoppeld kunnen worden, die de labeladviseur bij labelopname heeft bepaald. In die input zitten in principe alle maatregelen uit het EPA maatwerkadvies. Via koppeling met de CBS-klantenbestanden kan het gasverbruik van de woningen worden bepaald (waarbij dan weer de eerder genoemde beperkingen gelden) waarmee vervolgens besparingskentallen kunnen worden afgeleid. De validiteit en betrouwbaarheid van de uitkomsten van deze methode zijn in belangrijke mate afhankelijk van de nauwkeurigheid van de labelopname door de labeladviseur. Het risico bestaat dat bij de labelopname voor de isolatiegraad van de woning de labeladviseur geen eigen inschatting heeft gemaakt maar gebruik heeft gemaakt van default waarden gekoppeld aan het bouwjaar uit ISSO 82. In de software moet een labeladviseur wel aangeven of hij default waarden gebruikt of een eigen inschatting heeft gemaakt. Voor de afleiding van de kentallen zou dan een beperking kunnen worden gehanteerd tot de ‘eigen inschattingen’. Als daar voldoende waarnemingen van zijn, kan het probleem van de multicollineariteit van isolatiemaatregelen van verschillende schildelen zoals bij WoON bij het gebruik van de energielabeldatabase worden voorkomen.

Wanneer we willen kijken naar de labels in de database uit 2008 is een koppeling nodig met de CBS-klantenbestanden van 2008. De klantenbestanden voor 2008 zijn echter pas halverwege 2010 beschikbaar.

Aanbevelingen

Na inventarisatie van de verschillende bronnen komen we tot de volgende aanbevelingen. Veel besparingsmaatregelen uit de lijst voor het EPA maatwerkadvies komen nog te weinig voor in HOME en WoON om via statistische analyse de besparing te bepalen. Met de energielabeldatabase kan in principe wel informatie over alle besparingsmaatregelen uit de lijst worden verkregen. Gebruik van de energielabeldatabase is aan te bevelen boven het opnieuw verzamelen van data. Op zichzelf is dataverzameling via renovatieprojecten van woningcorporaties een goede

benadering, maar het is tijdrovend (en kostbaar) om voldoende gegevens te verzamelen om betrouwbare en valide uitkomsten te genereren.

Omdat koppeling tussen de energielabeldatabase en de klantenbestanden niet op korte termijn kan plaats vinden, zou SenterNovem in de tussentijd wel de bestaande datasets HOME en WoON kunnen benutten voor zover deze bruikbaar zijn. Voor enkele maatregelen kunnen deze datasets wel worden gebruikt: kierdichting, mechanische ventilatie, HR-ketel, leidingisolatie, thermostaatkranen op radiatoren en waterbesparende douchekop. Het verdient aanbeveling HOME en WoON naast elkaar te hanteren, om te kijken of de resultaten vergelijkbaar zijn.

In de energiebesparingsverkenner van SenterNovem zitten wel al theoretische besparingen voor isolatiemaatregelen, HR-ketel en zonneboiler. In deze rekentool op internet is de input, zoals woningtype, bouwjaar, huishoudgrootte en woningkenmerken, bepalend voor de uitkomsten. Het verdient aanbeveling de uitkomsten van de energiebesparingsverkenner in tabellen weer te geven als startpunt voor onderzoek naar de spreiding door variatie in bewonersgedrag. De theoretische waardes kunnen dan worden vergeleken met de gevonden waarden op basis van werkelijke gasverbruiken. Waarschijnlijk moeten de besparingen van bepaalde maatregelen in tabellen worden gezet afhankelijk van bepaalde woningkenmerken of huishoudgrootte. Die afhankelijkheid van woningkenmerken moet in de methode voor de bepaling van besparingen op basis van werkelijke gasverbruiken ook worden meegenomen.

Om te komen tot een overzicht van besparingskentallen voor alle besparingsmaatregelen uit het EPA-maatwerkadvies is een vervolgetraject wenselijk waarbij stapsgewijs tot een volledige ‘vulling’ zal worden gekomen. Daarbij is het aan te bevelen om te putten uit meerdere beschikbare bronnen. We onderscheiden de volgende fasen in een dergelijk traject:

1. Opstellen structuur van rapportage en theoretische besparingen, inclusief relevante ‘controlekenmerken’ per maatregel.
2. Bepalen van kentallen op basis van werkelijke verbruiken voor de set van maatregelen die met bestaande bestanden (HOME en WoON) kunnen worden afgeleid
3. Nadere verkenning en eventueel optimalisering gebruiksmogelijkheden energielabeldatabase (nauwkeurigheid label-opnames, inschattingen Rc-waarden, koppeling met GBA-gegevens).
4. Nadere verkenning en eventueel optimalisering van gebruiksmogelijkheden klantenbestanden CBS (verkenning verschillen in periodiciteit van actualisering en ontwikkelen van selectieprocedure t.b.v. de meest bruikbare gegevens).
5. Selectie bruikbare cases en bepalen van kentallen op basis van werkelijke verbruiken voor de resterende maatregelen met de Energielabeldatabase.
6. Nadere validatie en herijking van de kentallen die met HOME en WoON zijn bepaald met behulp van de Energielabeldatabase.
7. Optioneel: monitoring van de relatie tussen de uitkomsten van de ontwikkelde algemeen geldende kentallen en de toepassing van maatregelen in concrete projecten van corporaties.

1. Inleiding

SenterNovem wil een dataset met besparingsgetallen van energiebesparende maatregelen in bestaande woningen laten opstellen. De kengetallen kunnen door zowel SenterNovem als (rijks)overheden en marktpartijen gebruikt worden bij communicatie-uitingen (brochures, internet), voorbeeldberekeningen, rekentools en andere instrumenten, subsidieregelingen, en bij renovatieprojecten.

De Energiebesparingsverkenner voor woningen kan deze informatie geven, echter dit zijn berekende besparingen (op basis van EI-formule) voor een beperkt aantal besparingsmaatregelen. SenterNovem zou liever een dataset opstellen aan de hand van werkelijke (gemeten) energiegebruik en voor alle besparingsmaatregelen uit het EPA maatwerkadvies. Dit rapport onderzoekt of dit mogelijk is en welke bronnen daarvoor gebruikt zouden kunnen worden. Het is een inventarisatie naar mogelijke opties om een dergelijke dataset vorm te geven, en niet het maken van de dataset zelf.

In deze inventarisatie is onderzocht hoe te komen tot genoemde dataset, waarbij de voor- en nadelen van de diverse opties zijn afgewogen.

De volgende opties zijn onderzocht:

- Besparingsgetallen op basis van werkelijke gebruiken en bestaande data uit het WoOn onderzoek.
- Besparingsgetallen op basis van werkelijke gebruiken en bestaande data uit het HOME-onderzoek.
- Besparingsgetallen op basis van de energielabeldatabase en daaraan gekoppelde werkelijke energiegebruiken en data over huishoudkenmerken.
- Besparingsgetallen op basis van nieuw te verzamelen data bij renovatieprojecten en met werkelijke energiegebruiken.
- Besparingsgetallen uit berekende gebruiken met het transparant rekenmodel.

De verschillende opties zijn onderzocht op de mogelijkheden om als bron te dienen voor besparingsgetallen. Per optie is in kaart gebracht:

- Voor- en nadelen van de methode voor de betrouwbaarheid van de besparingsgetallen.
- Voor welke maatregelen kunnen met die methode besparingsgetallen worden geproduceerd.

2. Het WoON

In dit hoofdstuk wordt besproken wat de energiemodule van het WoON inhoudt en in hoeverre deze gebruikt kan worden bij het opstellen van een dataset met besparingsgetallen van energiebesparende maatregelen.

Het Woononderzoek Nederland (WoON) is een onderzoeksmethode om woonwensen en woonomstandigheden in kaart te brengen. Het onderzoek vervangt sinds 2006 het WoningBehoeft Onderzoek (WBO) en de Kwalitatieve Woningregistratie (KWR). Sinds 1964 leverden deze onderzoeken de basisinformatie over wonen. Het WoON geeft inzicht in onder andere de samenstelling van huishoudens, de huisvestingssituatie, de woonwensen, de woning en de woonomgeving.

Het onderzoek maakt analyses mogelijk voor beantwoording van beleids- en Kamervragen, voor beleidsaanbevelingen en voor de ontwikkeling van nieuw beleid. Het WoON heeft een doorlooptijd van drie jaar en is opgedeeld in modules die elk een onderwerp dekken, de energiemodule is daar één van.

2.1 De energiemodule

De energiemodule richt zich op twee aspecten van energieverbruik van huishoudens: enerzijds de woning en anderzijds het energiedrag van het huishouden. Deze twee componenten bepalen in combinatie in hoge mate het energieverbruik.

De woning

Woningen zijn er in verschillende vormen en maten. Dit heeft gevolgen voor de oppervlakten van gevels en de hoeveelheid glasoppervlak, maar ook voor de inhoud. Daarnaast verschilt de mate van isolatie van woning tot woning. Hieruit volgt informatie voor verschillende categorieën woningen (naar leeftijd, type, koop/huur) over de gemiddelde grootte van woningen, aanwezigheid van isolatie van verschillende woningdelen, het type verwarming dat wordt toegepast (incl. type ketel) en de methode van warm tapwater bereiding.

Met deze informatie is het bijvoorbeeld mogelijk om de vooruitgang van de energetische kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad te bepalen t.o.v. het vorige opnamemoment (KWR, 2000). Op basis hiervan is het mogelijk om te bepalen in welke sectoren van de Nederlandse woningvoorraad (bijvoorbeeld woningen van voor 1900) de meeste mogelijkheden bestaan voor het toepassen van energiebesparende maatregelen.

Gegevens over de woning worden zowel bevestigd in een bewonersenquête als opgenomen door inspecteurs. Steekproefsgewijs zijn controles uitgevoerd op de kwaliteit van de door de inspecteurs verzamelde gegevens. Eventuele fouten zijn daarbij gecorrigeerd. Uiteindelijk is 98% van de bruikbare gegevens verzameld door 18 inspecteurs. De opname door inspecteurs heeft als voordeel dat meer technische specificaties van de woningen en de installaties in de woningen goed kunnen worden vastgesteld.

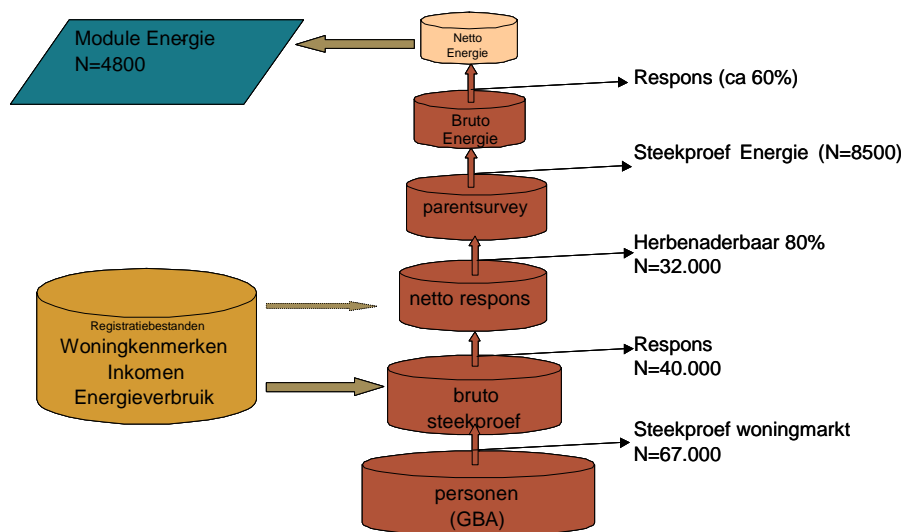
Bewonerskenmerken en gedrag

Een woning kan nog zo goed geïsoleerd zijn, een aanzienlijk gedeelte van het energieverbruik wordt bepaald door het huishouden dat er woont. Een woning kan heel beperkt geïsoleerd zijn, maar door het gedrag van de bewoners is het energieverbruik toch beperkt. De respondenten is gevraagd een vragenlijst in te vullen waarin vragen gesteld werden m.b.t. het energetisch gedrag van het huishouden. Hierbij is gedacht aan: huishoudensamenstelling, aanwezigheid van be-

paalde typen elektrische apparaten, het verbruik van warm water, de stooktemperatuur (op verschillende momenten van de dag), de aanwezigheidsgraad en ventilatie. Gegevens over de bewoners en hun gedrag wordt bevraagd in een bewonersenquête. Ongeveer driekwart van de bewoners en hun gedrag wordt bevraagd in een bewonersenquête. Ongeveer driekwart van de bewoners en hun gedrag wordt bevraagd in een bewonersenquête. En de resterende 25% is persoonlijk (face-to-face) afgenomen.

De steekproef

De steekproef voor de verschillende modules wordt getrokken uit de respondenten van het WoON (woningmarktmodule) die toestemming hebben gegeven om opnieuw voor onderzoek te worden benaderd. Deze modulaire aanpak heeft als groot voordeel dat er vanuit de Woningmarktmodule kenmerken van de respondenten bekend zijn op basis waarvan het mogelijk is om meer gericht mensen te benaderen. Daarnaast zijn aan het WoON gegevens uit registratiebestanden gekoppeld, waaronder gegevens als inkomen en energieverbruikscijfers. Schematisch ziet de structuur van het WoON er als volgt uit.



Figuur 2.1 Structuur WoON

De woningopnames hebben plaatsgevonden in ruim 4.700 woningen (en 150 zgn. niet-woningen) die tezamen een representatief beeld vormen van de opbouw van de Nederlandse woningvoorraad. Deze woningen zijn in het onderzoeksdesign opgedeeld in 30 categorieën die een combinatie zijn van vijf bouwjaarclassen, twee woningtypen (een- en meergezinswoningen) en drie typen eigendomsverhouding (particuliere koop, particuliere huur en sociale verhuur). Er is naar gestreefd om per cel voldoende waarnemingen te krijgen. Dat is uiteindelijk echter niet in alle cellen even goed gelukt (Tabel 2.1). In het bijzonder binnen de segmenten particuliere huur eengezins en particuliere huur meergezins is het eigenlijk niet goed mogelijk om nog verder te differentiëren. Ook de aantallen meergezins koopwoningen zijn vrij beperkt.

De woningopnames t.b.v. de energiemodule in het WoON2006 hebben plaatsgevonden van augustus 2005 t/m maart 2006.

Tabel 2.1 *Netto steekproef WoON-energiemodule naar eigendomsverhouding, woningtype en bouwperiode*

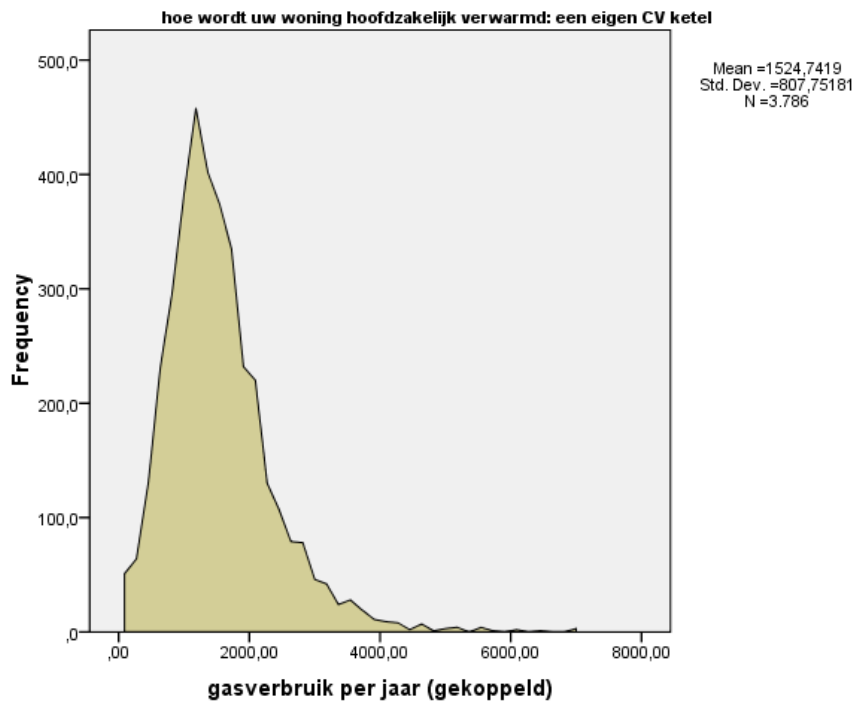
	Koop	Sociale huur	Particuliere huur	Totaal
T/m 1930	327	79	46	452
1931-1959	279	183	42	504
1960-1980	559	313	91	963
1981-1995	514	174	87	775
Vanaf 1996	262	72	9	343
Totaal eengezins	1.941	821	275	3.037
T/m 1930	68	74	76	218
1931-1959	90	131	72	293
1960-1980	133	287	126	546
1981-1995	84	229	56	369
Vanaf 1996	98	130	33	261
Totaal meergezins	473	851	363	1687
Totaal	2.414	1.672	638	4.724

2.2 Gasverbruik

Het WoON wordt verrijkt met gegevens over gasverbruik (en elektriciteitsverbruik). Die gegevens zijn geen werkelijk gemeten verbruiken maar worden ontleend aan de CBS-klantenbestanden gebaseerd op 'standaard jaarverbruiken'. Die standaard jaarverbruiken worden door de energiebedrijven bepaald op basis van meterstanden en met een graaddagen correctie berekend voor een gemiddeld jaar en gebruikt voor voorschotnota's en onderlinge verrekening van kosten op de energiemarkt. Het verbruiksjaar dat aan het WoON2006 is gekoppeld, is het jaar 2005. CBS heeft de klantenbestanden vergeleken met HOME-cijfers, niet op respondentniveau maar wel de gemiddelden. Daaruit bleek dat het gasverbruik van een woning uit de klantenbestanden gemiddeld iets hoger is dan het gemeten gasverbruik in HOME. Wellicht dat dit wordt veroorzaakt door een opslag op de voorschotnota, omdat energieleveranciers willen voorkomen dat huishoudens moeten bijbetalen in koude winters, maar zeker is dat niet.

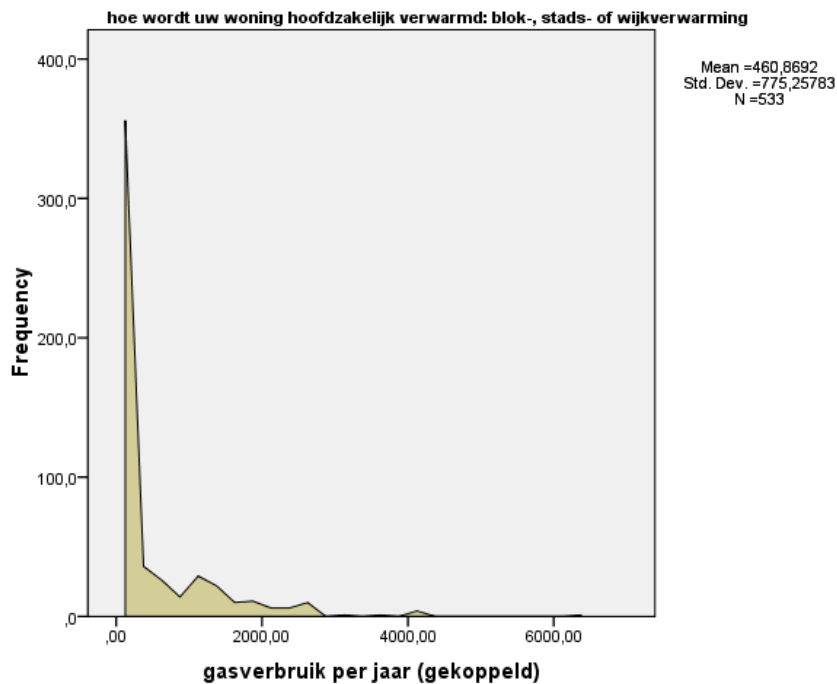
Dat WoON gemiddeld een hoger gasverbruik hanteert, maakt voor de beoogde statistische analyse niet uit. De besparing wordt bepaald door woningen met en zonder een besparingsmaatregel met elkaar te vergelijken. Als in beide gevallen het gasverbruik wordt overschat, maakt dat voor de besparing niet uit. Wat we niet weten is of het standaardjaarverbruik een goed beeld geeft van het energiegebruik van een specifieke woning voor een specifiek jaar. Wanneer het verbruik niet bepaald is op basis van meterstanden uit het verleden maar is geschat door het energiebedrijf, of er zijn maatregelen genomen in de woning en het standaard jaarverbruik is nog niet aangepast, dan geeft het energiegebruik uit de klantenbestanden mogelijk geen goed beeld voor die specifieke woning.

De analyse van de effecten van energiebesparende maatregelen op gasverbruik zal zich veelal dienen te beperken tot de woningen met een individuele CV-ketel. Dat zijn de meeste woningen (N=3.786), maar het betekent wel een verdere reductie van de bruikbare respons.

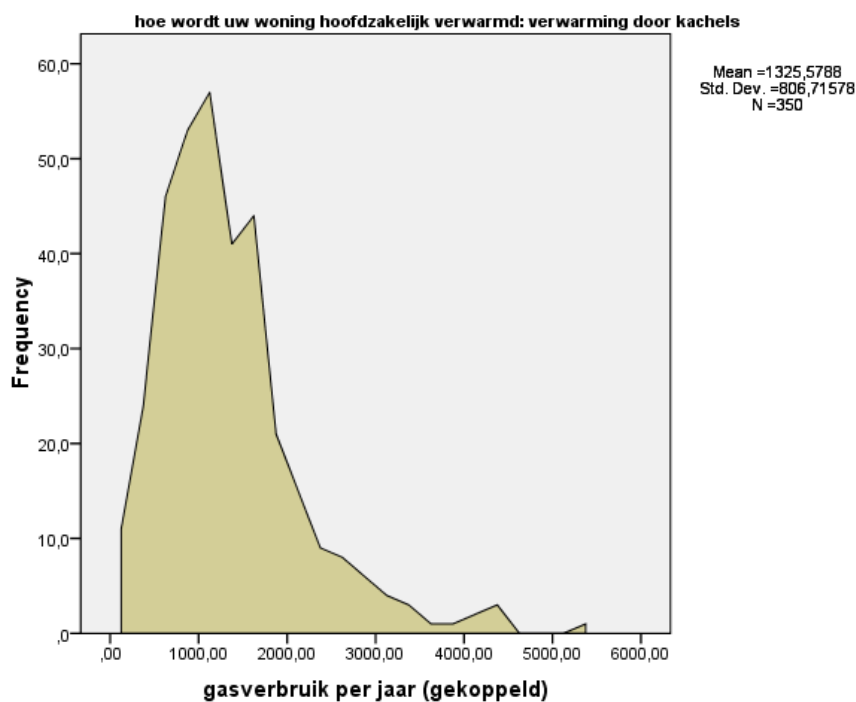


Figuur 2.2 *Frequentietabel gasverbruik in WoON van woningen met een eigen CV-ketel*

Voor de woningen met een collectief verwarmingssysteem is het gasverbruik logischerwijs onbruikbaar als indicator voor de effectiviteit van maatregelen. Maar ook de verdeling van het gasverbruik in woningen die worden verwarmd door kachels lijkt niet goed vergelijkbaar met dat bij CV-ketels. Voor de vergelijking van de toepassing van een HR-ketel vanuit een situatie waar de woning wordt verwarmd door gaskachels is die selectie vanzelfsprekend wel bruikbaar (en nodig).



Figuur 2.3 *Frequentietabel gasverbruik in WoON van woningen met blok-, stads- of wijkverwarming*



Figuur 2.4 *Frequentietabel gasverbruik in WoON van woningen met kachels*

2.3 Energiebesparende maatregelen

In de ISSO-publicatie 82.2 is een lijst van energiebesparende maatregelen opgenomen die door EPA-maatwerkadvisers gebruikt wordt. Deze lijst wordt als leidraad genomen voor het verzamelen van gegevens over energiebesparende maatregelen die in een woning genomen zijn en de gevolgen daarvan voor het energieverbruik. We bespreken hierna óf de maatregelen op enige wijze in het WoON zijn opgenomen en indien dat het geval is op welke wijze ze zijn geoperationaliseerd.

In de samenvattende tabel aan het einde van deze paragraaf worden de aantallen observaties van de maatregelen weergegeven. Daarbij kan een indruk worden verkregen van de mate waarin daar op betrouwbare wijze besparingsgetallen aan kunnen worden ontleend.

2.3.1 Isolatie van de woning

De isolatie van de woning wordt door de inspecteurs niet-invasief vastgesteld. Dat wil zeggen, er wordt gevraagd en gekeken, maar indien de isolatie niet kan worden waargenomen, wordt niet daadwerkelijk vastgesteld of en in welke mate de woning is geïsoleerd. De inspecties leiden in het bijzonder tot een 'isolatiegraad': het aandeel van het oppervlak (van gevel, dak of vloer) dat is geïsoleerd. Dat is echter geen heel erg bruikbare maat omdat die in de praktijk vooral tot een dichotome uitkomst leidt: wel geïsoleerd (100%) of niet geïsoleerd (0%). Er worden weliswaar meer klassen onderscheiden maar in de tussenliggende klassen zitten erg weinig waarnemingen. Een overzicht staat in Tabel 2.2, bij vloer en dak staat ook een categorie ontbrekend. Dit betekent dat een woning geen dak of vloer heeft die te isoleren is, bijvoorbeeld een meergezinswoning die niet op de begane grond is of niet bovenin het gebouw is gesitueerd.

Tabel 2.2 *Isolatiepercentages in het WoON voor vloer dak en gevel*

	Isolatiepercentage [%]			
	Niet	Wel	Overig	Ontbrekend
Vloer	41	31	5	23
Gevel	37	50	13	0
Dak	14	49	12	25

Ten behoeve van het WoON heeft DGMR een methode ontwikkeld waarmee de energie-index van de woningen kan worden berekend volgens het transparant rekenmodel (TRM) van Senter-Novem. Daarvoor worden de WoON-gegevens bewerkt om te komen tot een set van invoergegevens voor het TRM. Een van de onderdelen in die bewerking is het bepalen van Rc-waarden voor gevel, dak en vloerisolatie. Dat gebeurt op basis van bouwjaar en jaar van na-isolatie¹. Dit 'tussenproduct' maakt het mogelijk om een relatie te leggen tussen de Rc-waarde van de isolatie en het energiegebruik. Daarmee kan de enkelvoudige maatregel 'isolatie' (van gevel, dak of vloer) worden gekoppeld aan het energieverbruik. De isolatiewaarden die met die formule worden vastgesteld hebben logischerwijs een beperkte spreiding. De aantallen observaties per geschatte Rc-waarde worden weergegeven in onderstaande overzichten.

Een niet onbelangrijke constatering hierbij is dat de Rc-waarden in de voorraad (logischerwijs) een stuk lager liggen dan de Rc-waarden die momenteel worden bereikt bij nieuwbouw of na-isolatie. De bruikbaarheid van de gegevens uit het WoON om een inschatting te kunnen maken van de effectiviteit van isolatie, is dan ook afhankelijk van de mate waarin de verschillen tussen de verbruiksgegevens en Rc-waarden zoals geconstateerd in de voorraad kunnen worden geëxtrapoleerd naar nieuw te nemen maatregelen. Om daar een indruk van te geven wordt de verdeling van Rc-waarden hierna ook weergegeven.

Gevelisolatie

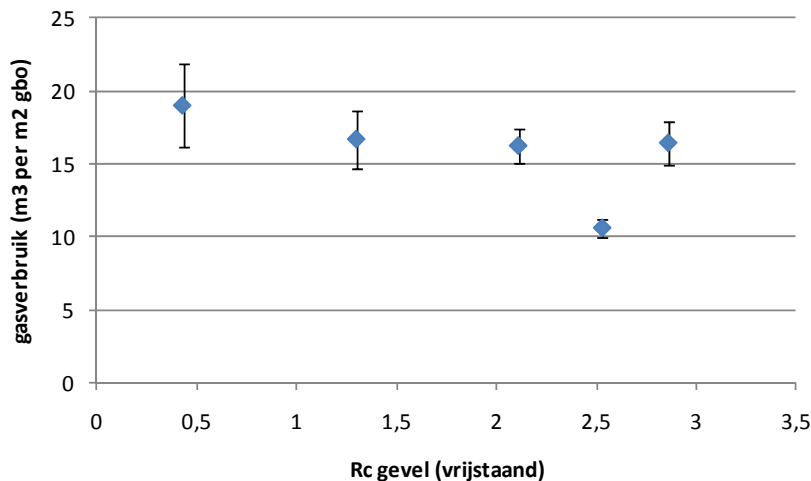
De Rc-waarden voor de gevelisolatie zoals berekend met de DGMR-methode (op basis van de ISSO-publicatie 82 deel 1) zijn per woningtype weergegeven in onderstaande tabel. Per saldo leidt dit tot vijf bruikbare klassen van Rc-waarden (meer dan 1 waarneming).

Tabel 2.3 *Verdeling geschatte Rc-waarden voor gevelisolatie per woningtype*

Rc-gevel	Vrijstaand	Zonder kap/ hoekwoning	Tussenvoning	Meergezins woning	Totaal
0,36	1	0	0	0	1
0,43	26	86	115	82	309
1,3	11	16	28	14	69
1,36	0	0	1	0	1
2,11	178	504	451	297	1430
2,53	117	169	155	296	737
2,86	103	145	116	66	430
Totaal	436	920	866	755	2977

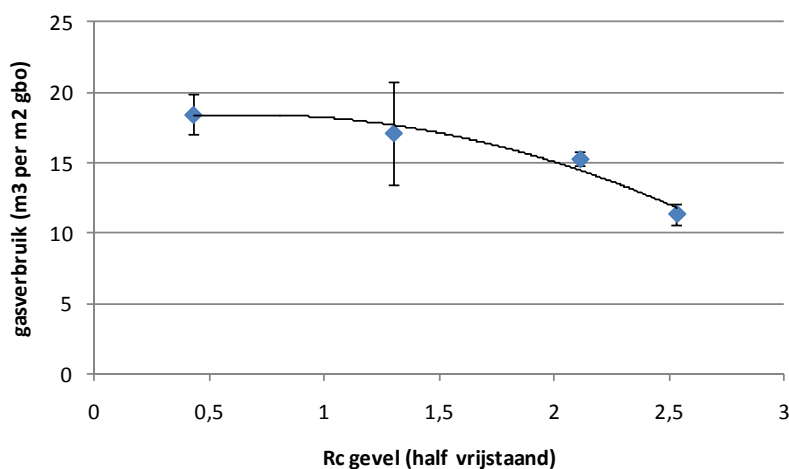
In het bijzonder voor de vrijstaande en half vrijstaande woningen is er een relatie tussen Rc-waarde en gasverbruik (gecontroleerd voor het gebruiksoppervlak - gbo - van de woning). Die verdeling verhoudt zich echter enigszins problematisch tot de verwachtingen (Figuur 2.5).

¹ DGMR, Energievarianten en EI Energiemodule WoON; uitgangspunten EI-berekeningen. Rapport E.2008.0934.00.R001.



Figuur 2.5 Gasverbruik per m^2 gebruiksoppervlak, naar geschatte Rc-waarde van het geveloppervlak, incl. 95% betrouwbaarheidsinterval voor vrijstaande woningen

In het bijzonder valt op dat er sprake is van een hoog verbruik voor de Rc-waarden van 2,86 en een laag verbruik bij Rc-waarden van 2,53. Dit heeft te maken met de door DGMR gehanteerde systematiek. Daarin is het jaar van na-isolatie logischerwijs leidend ten opzichte van het bouwjaar. Echter, na-isolatie vanaf 1985 levert een Rc-gevel op van 2,86 terwijl een bouwjaar vanaf 1992 een Rc-gevel van 2,53 oplevert. De Rc-waarde bij na-isolatie vanaf 1985 lijkt in het perspectief van onderstaande figuur wat te positief ingeschat (of de Rc-waarde bij bouwjaar vanaf 1992 wat te negatief). Als we na-isolatie vanaf 1985 buiten de analyse houden, resteert een significant effect van het bouwjaar vanaf 1992 ten opzichte van de oudere voorraad als geheel. Tussen die Rc-waarden is er geen significant verschil voor de vrijstaande woningen in gasverbruik per vierkante meter gbo. Vermoedelijk spelen hier ‘versturende’ factoren een rol waarvoor in beginsel zou kunnen worden gecontroleerd. De trend is wel in de juiste richting. Bij de half vrijstaande woningen en tussenwoningen, zijn de waarden beter te onderscheiden (door het grotere aantal waarnemingen dan bij de vrijstaande woningen). Met uitzondering van de Rc-waarde 1,3 zijn de verbruiksgegevens significant verschillend. De relatie tussen Rc-waarde en gasverbruik lijkt niet-lineair te zijn. Vermoedelijk wordt dat echter veroorzaakt doordat in de nieuwere woningen ook allerlei andere maatregelen zijn doorgevoerd. Daarvoor zal uiteindelijk moeten worden gecorrigeerd. Het beperkt aantal meetpunten maakt het nauwkeurig inschatten van de aard van de relatie tussen Rc-gevel en gasverbruik per m^2 gbo lastig.



Figuur 2.6 Relatie tussen geschatte Rc-waarde van de gevel en gasverbruik per m^2 gbo voor half vrijstaande woningen

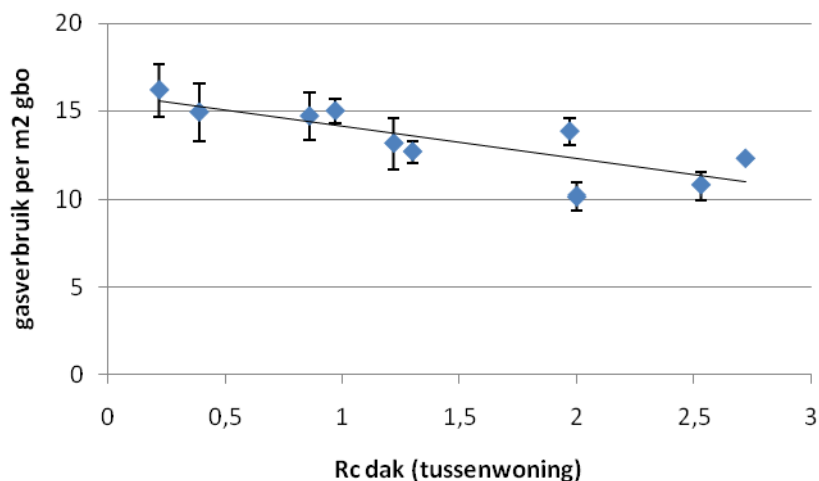
Dakisolatie

In onderstaande tabel is per woningtype weergegeven van hoeveel woningen de Rc-waarde van het dak berekend kan worden volgens de methode van DGMR. In totaal zijn er negen bruikbare klassen van Rc-waarden.

Tabel 2.4 *Verdeling waarnemingen naar geschatte Rc-waarden voor dakisolatie per woningtype*

Rc-dak	Vrijstaand	Zonder1kap/ hoekwoning	Tussenwoning	Meergezins woning	Totaal
0,22	0	0	2	1	3
0,39	10	19	23	5	57
0,86	7	54	58	31	150
0,97	121	245	221	53	640
1,22	28	43	32	8	111
1,3	74	232	271	67	644
1,97	95	177	143	31	446
2	43	99	70	28	240
2,53	119	173	161	75	528
2,72	4	10	15	3	32
Totaal	501	1052	996	302	2851

Gemiddeld genomen is er een lineair verband tussen de Rc-waarde van een woning en het gasverbruik per vierkante meter gebruiksoppervlak. Als het om tussenwoningen gaat ligt het gasverbruik in de woningen met een Rc-waarde van 1,97 of 2 respectievelijk iets hoger of lager dan verwacht. Significante verschillen in gasverbruik zijn waar te nemen tussen woningen met een Rc-waarde van 2 of hoger en de woningen met een Rc-waarde lager dan 2.



Figuur 2.7 *Relatie tussen geschatte Rc-waarde van het dak en gasverbruik per m² gbo voor tussenwoningen*

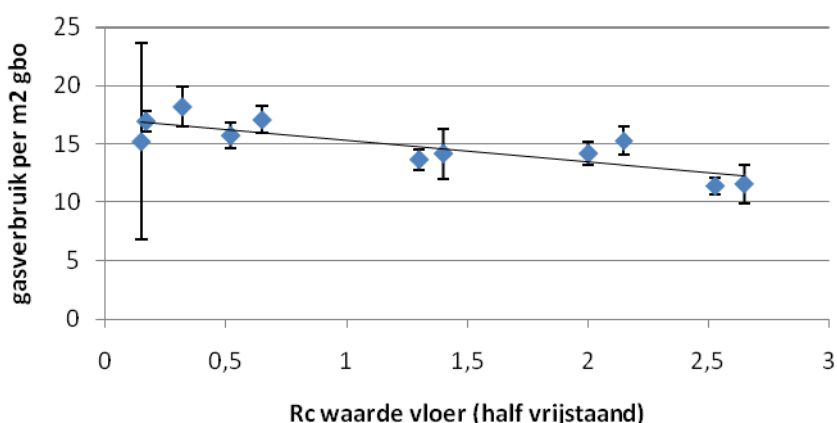
(Begane grond)vloerisolatie

Onderstaande tabel laat per woningtype zien voor hoeveel woningen een Rc-waarde voor de vloerisolatie te berekenen is. In het WoON wordt geen categorie bodemisolatie onderscheiden. Met betrekking tot de vloerisolatie zijn 9 van de 11 klassen van Rc-waarden bruikbaar voor verdere analyses.

Tabel 2.5 *Verdeling geschatte Rc-waarden voor begane grondvloerisolatie per woningtype*

Rc-vloer	Vrijstaand	Zonder1kap/ hoekwoning	Tussenwoning	Meergezins woning	Totaal
0,15	2	3	4	1	10
0,17	40	163	179	30	412
0,32	37	74	65	11	187
0,52	40	104	123	31	298
0,65	57	96	74	8	235
1,3	20	103	114	35	272
1,4	18	17	10	3	48
2	40	97	70	14	221
2,15	55	69	44	8	176
2,53	119	174	162	65	520
2,65	2	9	4	1	16
Totaal	430	909	849	207	2395

Met betrekking tot vloerisolatie geldt over het algemeen dat woningen met een hogere Rc-waarde een lager gasverbruik hebben, maar dat daar geen lineair verband tussen bestaat. In theorie halveert het transmissieverlies bij een verdubbeling van de Rc-waarde. Als gekeken wordt naar de half vrijstaande woningen, ligt het gemiddelde gasverbruik bij een Rc-waarde van 2,15 iets hoger maar verder lijkt het een lineair verband.



Figuur 2.8 *Relatie tussen geschatte Rc-waarde van de vloer en gasverbruik per m² gbo voor half vrijstaande woningen*

De Rc-waarden voor dak, vloer en gevel worden alle uitgerekend op basis van dezelfde basisvariabelen (bouwjaar en jaar van na-isolatie). Omdat het jaar van na-isolatie natuurlijk kan verschillen voor gevel, dak en vloer en de kengetallen voor de Rc-waarden ook enigszins verschillen, is de correlatie tussen de isolatiematen niet gelijk aan 1. De correlaties zijn echter wel zo hoog dat het niet mogelijk is om voor de afzonderlijke maatregelen besparingsgetallen te formuleren, zonder te corrigeren voor de invloed van de andere maatregelen. Door de hoge onderlinge correlaties, is die controle echter tegelijkertijd ook arbitrair. De maatregelen verklaren namelijk voor een groot deel dezelfde variatie in gasgebruik (multicollineariteit). Het effect van deze maatregelen kan - op deze manier geoperationaliseerd - daardoor niet voor de afzonderlijke maatregelen worden beschouwd.

Tabel 2.6 *Correlatietabel voor berekende Rc-waarden (met exclusie van de Rc-waarde 2,86 voor de gevel)*

	Rc vloer	Rc dak	Rc gevel
Rc vloer	1	.893	.686
Rc dak		1	.607
Rc gevel			1

Isolatie zoldervloer

Met betrekking tot de isolatie van de zoldervloer zijn drie variabelen opgenomen in het WoON; de aanwezigheid van isolatie, de oppervlakte van het geïsoleerde deel en de dikte van de isolatie. Deze gegevens hebben alleen betrekking op zolders die niet geschikt zijn voor bewoning en die dus niet verwarmd worden. Wanneer een zolder wel verwarmd wordt dan zal geen isolatie van de zoldervloer plaats vinden maar dakisolatie.

In het WoON is ook gevraagd naar de totale oppervlakte van de zolder, zodat berekend kan worden welk deel daarvan geïsoleerd is. Dat is mogelijk voor 1193 woningen. Van deze woningen is echter voor het overgrote deel de zoldervloer of helemaal niet geïsoleerd (N=1062), of voor 100% (N=102). Daarnaast zijn er 8 waarnemingen die niet lijken te kloppen, daarbij is namelijk het geïsoleerde oppervlak groter dan het totale oppervlak van de zolder. Als deze waarnemingen buiten beschouwing gelaten worden, blijven slechts 21 waarnemingen over waarbij de zolder gedeeltelijk geïsoleerd is. De aanwezigheid van zoldervloerisolatie zegt dan waarschijnlijk net zo veel (of weinig) als het geïsoleerde aandeel van de zoldervloer. Voordeel van het werken met het geïsoleerde aandeel is dat op deze manier onderscheid gemaakt kan worden tussen missende waarnemingen en waarnemingen waarbij daadwerkelijk geen isolatie in zoldervloer aanwezig is (deze wijze is dan ook gehanteerd in onderstaande figuur).

In onderstaande figuur, waarin gecontroleerd is voor bouwjaar en woningtype, is te zien dat het gasverbruik bij aanwezigheid van isolatie iets lager ligt. Dit verschil is niet significant, mede door het relatief kleine aantal waarnemingen van woningen met isolatie (Na-isolatie=131 tegenover Ngeen isolatie=1062).



Figuur 2.9 *Gemiddeld gasverbruik naar aanwezigheid van isolatie zoldervloer*

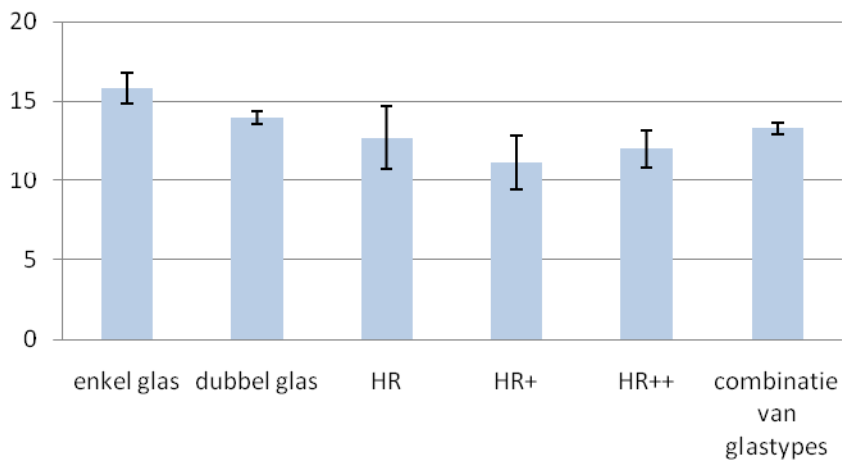
Isolerende beglazing

Een indicatie van het effect van verschillende glastypes op gasverbruik kan worden verkregen door te kijken naar het type glas dat in de woonkamer aanwezig is. In relatief veel gevallen zijn in de woonkamer echter meerdere typen glas aanwezig. Dat maakt het lastig om het effect van elk glastype op het gasverbruik vast te stellen.

Aantal waarnemingen dat per glastype beschikbaar is in het WoON:

- Enkel glas: N=336
- Dubbel glas: N=2039

- HR: N=69
- HR+: N=90
- HR++: N=196
- Combinatie van glastypes: N=1994.



Figuur 2.10 Gemiddeld gasverbruik per m² gbo naar type beglazing

In het WoON blijkt het moeilijk om een onderscheid te maken tussen de verschillende glastypen (zie Figuur 2.10). Significante verschillen bestaan tussen de toepassing van enkel glas en de toepassing van alle andere glastypen en tussen ‘dubbel glas’ enerzijds en HR+ en HR++ anderzijds. Tussen de verschillende HR-typen zijn geen meetbare verschillen geconstateerd. Het is denkbaar dat hier maskerende kenmerken een rol spelen. Maar het ontbreken van significante verschillen heeft zeker ook te maken met het beperkt aantal waarnemingen bij de hoger HR-klasse. Dat probleem zal bij toekomstige WoON-versies zeer waarschijnlijk steeds minder groot worden.

2.3.2 Kierdichting

In het WoON is opgenomen of in een woning kierdichting aanwezig is of niet. Woningen met kierdichting hebben gemiddeld genomen een lager gasverbruik dan woningen waarin geen kierdichting aanwezig is. Voor deze maatregel kan dan ook met de aanwezige informatie in principe een besparingseffect worden vastgesteld.

2.4 Ventilatie

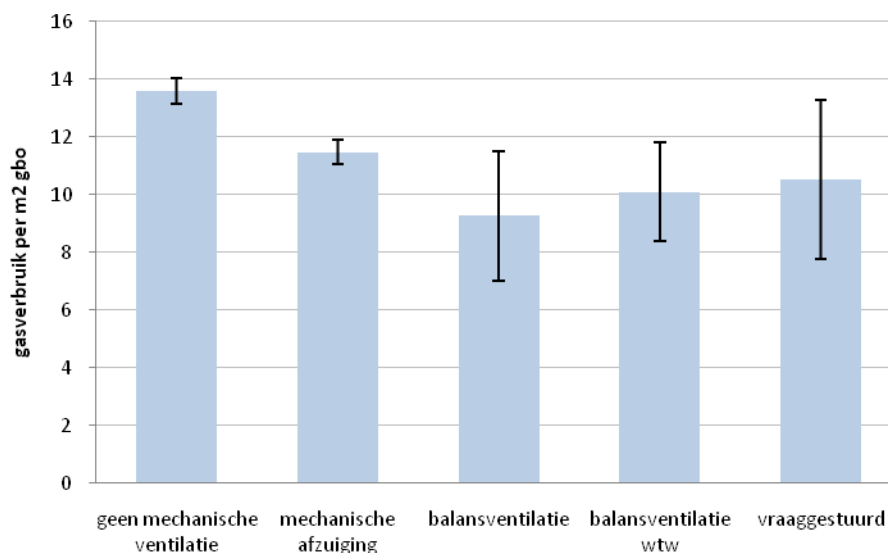
2.4.1 Mechanische, gebalanceerde en vraaggestuurde ventilatie

Naast de mogelijkheden voor natuurlijke ventilatie (ramen, deur) en lokale afzuiging wordt in het WoON gevraagd naar de aanwezigheid van een continu systeem van mechanische ventilatie (N= 1500) en in het bijzonder naar de toepassing van:

- Balansventilatie (mechanische afzuiging en toevoer): N=54.
- Balansventilatie met warmteterugwinning: N=86.
- Vraaggestuurde ventilatie: N=32.

Van de afzonderlijke mechanische ventilatietoepassingen kan - mede door de kleine aantallen respondenten waarbij de maatregel is toegepast - geen effect op gasverbruik worden vastgesteld met het WoON. De kleine aantallen respondenten leiden immers tot grote marges in de uitkomsten (een grote onbetrouwbaarheid van de uitkomsten). Net als bij de HR-typen van beglazing geldt dat het probleem van de kleine aantallen in het bestand bij toekomstige versies van het

WoON vermoedelijk minder groot zal zijn doordat de maatregelen vaker zullen zijn toegepast. Voor het totaal van de toepassing van mechanische ventilatie - gecontroleerd voor bouwjaar - kan wel een effect ten opzichte van woningen zonder mechanische ventilatie worden vastgesteld. Gemiddeld ligt het gasverbruik bij toepassing van mechanische ventilatie zo'n 15% lager. Het ligt echter in de rede dat verdere correcties (dan alleen bouwjaar) nodig zijn om het unieke effect van mechanische ventilatie vast te kunnen stellen. Zo hangt de toepassing mechanische ventilatie vermoedelijk ook nog wel samen met de gebruikte verwarmingsketel.



Figuur 2.11 Gemiddeld gasverbruik per m² gbo per ventilatiesysteem

Met betrekking tot mechanische ventilatie is in het WoON opgenomen of mechanische ventilatie aanwezig is in de woonkamer, keuken, slaapkamer(s), badkamer en overige ruimtes. Voor al deze ruimtes geldt dat de aanwezigheid van mechanische ventilatie gepaard gaat met een lager gasverbruik dan wanneer geen mechanische ventilatie aanwezig is. Hierbij is echter geen rekening gehouden met andere invloeden, zoals van bijvoorbeeld het bouwjaar van de woning.

2.4.2 Voorverwarming van ventilatielucht door middel van serre

De toepassing van serres - waarmee de ventilatielucht kan worden voorverwarmd - wordt in het WoON 2006 slechts 8 keer aangetroffen. Bij een dergelijk klein aantal waarnemingen kan geen betrouwbaar effect worden vastgesteld.

2.4.3 Gelijkstroomventilatie

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in het WoON 2006.

2.5 Ruimteverwarming

Met betrekking tot ruimteverwarming zijn veel energiebesparende maatregelen mogelijk. Niet van alle maatregelen zijn in het WoON echter (voldoende) waarnemingen te vinden. Voor het type CV-ketel, leidingisolatie en thermostaatkranen is dat wel het geval. Die worden hier kort besproken.

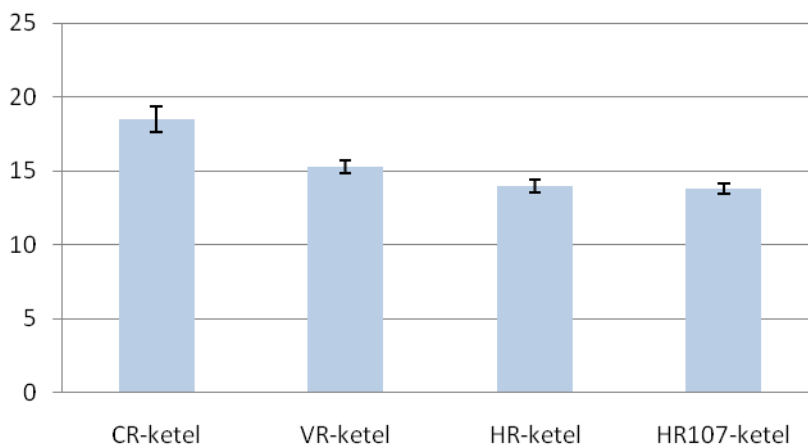
2.5.1 Type CV-ketel

In het WoON is gevraagd naar het type CV-ketel dat in de woning aanwezig is. Voor CR-, VR-, HR- en HR107-ketels is het aantal waarnemingen voldoende voor nadere analyses:

- CR-ketel (N=239)
- VR-ketel (N=1016)
- HR-ketel (N=940)
- HR107-ketel (N=1583)

In onderstaande figuur is van deze vier typen ketels het gemiddelde gasverbruik weergegeven in het WoON, waarbij gecontroleerd is voor het bouwjaar van de woning. Op basis van deze gegevens kan gesteld worden dat het type ketel effect heeft op het gasverbruik. Bij HR-ketels is het gasverbruik het laagst, bij CR-ketels het hoogst. Daarbij maakt het geen (meetbaar) verschil of gebruik gemaakt wordt van een HR-ketel of van een HR107-ketel.

Om het effect van het type ketel op het gasverbruik vast te stellen zijn meer correcties nodig dan de correctie voor het bouwjaar. De aanwezigheid van mechanische ventilatie zou hierbij bijvoorbeeld van belang kunnen zijn, net als de duur van het ventileren (ook op natuurlijke wijze).



Figuur 2.12 Gemiddeld gasverbruik per m² gbo per type ketel

2.5.2 Zonnegascombi, elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming en gebouwgebonden warmtekrachtinstallatie

In beginsel wordt in het WoON wel geïnventariseerd of deze maatregelen (m.u.v. de zonnegascombi) aanwezig zijn in de woning. Het aantal waarnemingen is echter zeer beperkt. In het WoON2006 zijn zes respondenten beschikbaar met een elektrische warmtepomp (bodem) voor ruimteverwarming en is 1 respondent aangetroffen met een elektrische warmtepomp (lucht). Er zijn geen respondenten waarbij een gebouwgebonden warmtekrachtinstallatie is aangetroffen. Daarmee zijn deze maatregelen onvoldoende vertegenwoordigd om er besparingsgetallen mee te kunnen ontwikkelen.

2.5.3 Aanvoertemperatuur lager dan 55°C

Er wordt in het WoON niet specifiek gevraagd naar de aanvoertemperatuur van de verwarming. Met de aanwezigheid van vloer/wandverwarming kan dit wel worden benaderd. Daarbij moet rekening worden gehouden met de situatie dat er een combinatie van vloer/wandverwarming en radiatoren kan worden toegepast. Als er ook radiatoren zijn toegepast, kunnen die zowel met hoge temperatuur als met lage temperatuur werken. Alleen als er uitsluitend vloer/wandverwarming is toegepast, is zeker dat de aanvoertemperatuur laag is. In de andere gevallen is een combinatie van lage en hoge temperatuur mogelijk.

In het WoON zijn 68 respondenten terug te vinden die uitsluitend vloer/wandverwarming hebben. Dat is een beperkt aantal. Bij een eerste analyse - waarbij wordt gecontroleerd voor bouwjaar en woningtype - worden dan ook geen significante verschillen in energieverbruik per m² gebruiksooppervlak gevonden tussen de verschillende (combinaties van) warmteafgifte systemen.

2.5.4 Individuele bemetering

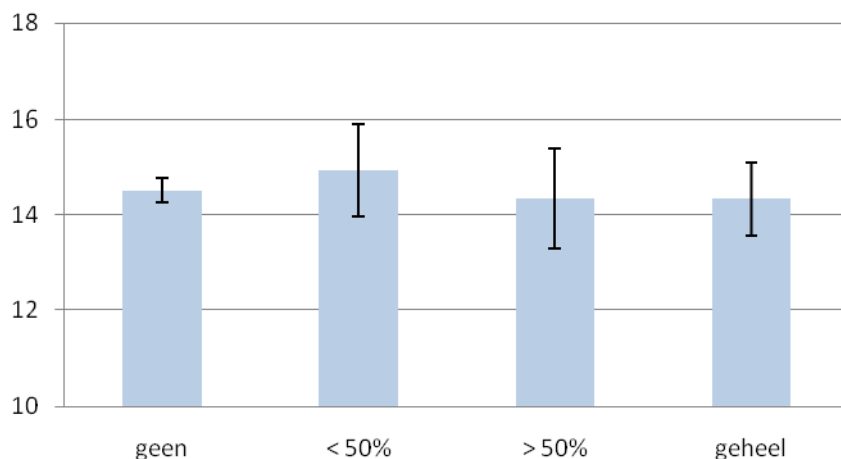
Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in het WoON 2006.

2.5.5 Pompschakeling

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in het WoON 2006.

2.5.6 Leidingisolatie

Wat betreft de leidingisolatie is in het WoON opgenomen of de leidingen die door onverwarmde ruimtes lopen geheel (N=306), niet (N=2919), voor meer dan de helft (N=166) of voor minder dan de helft (N=193) geïsoleerd zijn. Met behulp van deze vier groepen zijn geen effecten vast te stellen op het gasverbruik, ook niet als gecontroleerd wordt voor bouwjaar, woningtype en type cv-ketel. Wel is te zien dat het gemiddelde gasverbruik bij algehele leidingisolatie, naar verwachting, lager is dan wanneer voor gedeeltelijk of helemaal geen leidingisolatie aanwezig is.



Figuur 2.13 Gemiddeld gasverbruik per m² gbo naar percentage leidingisolatie

2.5.7 Beperking leidinglengte

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in het WoON 2006.

2.5.8 Stooklijn geregelde temperatuur

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in het WoON 2006.

2.5.9 Thermostaatkranen op radiatoren

In het WoON zijn 357 woningen aanwezig waarin gewone radiatorknoppen gebruikt worden, in 313 woningen zijn thermostaatknoppen aanwezig. Woningen met zowel radiatorknoppen als thermostaatknoppen worden hier buiten beschouwing gelaten, net als de woningen waarin een programmeerbare thermostaat aanwezig is. Het gebruik van een thermostaatknop leidt volgens

de waarnemingen in het WoON niet tot een lager gasverbruik dan wanneer een gewone radiatorknop gebruikt wordt. Hierbij is gecontroleerd voor het bouwjaar van de woning.

2.5.10 Inregelen van verwarmingsinstallaties

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in het WoON 2006.

2.6 Warm tapwater

Gasverbruik wordt gedomineerd door ruimteverwarming, wat het bemoeilijkt om effecten te vinden van maatregelen voor de bereiding van warm tapwater. Daarnaast is het gebruik van verwarmd tapwater afhankelijk van verschillende gedragscomponenten, in het bijzonder van het gedrag met betrekking tot baden en douchen. In de analyses zou daarom gecontroleerd moeten worden voor bijvoorbeeld het aantal keer dat men per week in bad gaat en het aantal minuten per week dat er wordt gedoucht door het totale huishouden.

2.6.1 Gasboiler

In het WoON zijn 83 respondenten aanwezig die een gasboiler hebben. Gasboilers worden echter vaak gebruikt in combinatie met andere apparaten. Om het afzonderlijke effect van gasboilers op het gasverbruik te bepalen, is het wenselijk om alleen de respondenten mee te nemen die een gasboiler gebruiken en geen andere apparaten. Daarvan zijn er slechts 44 in het WoON aanwezig, wat te weinig is om tot betrouwbare resultaten te komen.

2.6.2 Warmtepompboiler

In het WoON zijn 14 respondenten met een warmtepompboiler opgenomen, waarvan er 8 naast de warmtepompboiler nog een andere warmwatervoorziening gebruiken. Het aantal (bruikbare) respondenten is te weinig om betrouwbare effecten vast te stellen.

2.6.3 Leidingisolatie

Zie Paragraaf 2.5.6.

2.6.4 Beperking van de leidinglengte

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in het WoON 2006.

2.6.5 Waterbesparende douchekop

Van alle respondenten in het WoON maakt 38,5% gebruik van een waterbesparende douchekop. Dat is een voldoende aantal om een effect op energieverbruik mee te kunnen vaststellen. Hierbij moet wel goed worden gecontroleerd voor samenstelling van het huishouden en douchegedrag. Het WoON biedt hier voldoende mogelijkheden voor.

2.7 Zonne-energiesystemen

2.7.1 Zonneboiler

Onvoldoende respondenten in het WoON aanwezig om betrouwbare effecten vast te stellen.

2.7.2 Zonneboilercombi

Onvoldoende respondenten in het WoON aanwezig om betrouwbare effecten vast te stellen.

2.7.3 Pv-cellen

Onvoldoende respondenten in het WoON aanwezig om betrouwbare effecten vast te stellen.

2.8 Overzichtstabel WoON

In onderstaande tabel worden de bevindingen die hiervoor zijn besproken, samengevat. Per maatregel is steeds aangegeven op welke wijze de maatregel in het onderzoek is geoperationaliseerd, wat het aantal waarnemingen is, of dat aantal waarnemingen een betrouwbare toetsing in principe mogelijk maken. In de laatste kolom wordt een gecombineerd oordeel gegeven:

- + als de besparing die de maatregel op zou moeten leveren in het gebruik in beginsel goed kan worden onderzocht.
- +/- als het aantal waarnemingen voldoende is, maar als de operationalisatie of de beschikbaarheid van controlevariabelen hier beperkingen aan opleggen.
- als er geen informatie over de maatregel in HOME is opgenomen, als het aantal waarnemingen onvoldoende is, als de operationalisatie een serieuze vergelijking onmogelijk maakt of als noodzakelijke controlegegevens ontbreken.

Tabel 2.7 *Samenvatting bevindingen WoON*

Maatregel	Operationalisatie WoON	Waar- nemingen	N vol- doende	Oordeel
Isolatie				
gevelisolatie	Rc-waarde (o.b.v. DGMR-berekening), per woningtype:	3569	+	+/-
	Vrijstaand	476	+	
	2 onder 1 kap/hoekwoning	991	+	
	Tussenwoning	951	+	
	Meergezinswoning	1151	+	
dakisolatie	Rc-waarde (o.b.v. DGMR-berekening), per woningtype:	3085	+	+/-
	Vrijstaand	552	+	
	2 onder 1 kap/hoekwoning	1134	+	
	Tussenwoning	1097	+	
	Meergezinswoning	302	+	
begane grond vloerisolatie	Rc-waarde (o.b.v. DGMR-berekening), per woningtype:	2578	+	+/-
	Vrijstaand	467	+	
	2 onder 1 kap/hoekwoning	972	+	
	Tussenwoning	932	+	
	Meergezinswoning	207	+	
isolerende beglazing	oppervlakte type glas per woonlaag:			+
	tot. kozijn opp. woonlaag 1 enkel glas	2650	+	
	tot. kozijn opp. woonlaag 1 normaal dubbel glas	3498	+	
	tot. kozijn opp. woonlaag 1 HR	227	+	
	tot. kozijn opp. woonlaag 1 HR+	283	+	
	tot. kozijn opp. woonlaag 1 HR++	556	+	
	koz.opp. woonkamer enkel glas in m ²	336	+	
	koz.opp. woonkamer normaal dubbel glas in m ²	2039	+	
	koz.opp. woonkamer HR glas in m ²	69	+	
koz.opp. woonkamer HR+ glas in m ²	90	+		
koz.opp. woonkamer HR++ glas in m ²	196	+		

Maatregel	Operationalisatie WoON	Waarnemingen	N voldoende	Oordeel	
isolatie zoldervloer	koz.opp. woonkamer totaal in m ²	3305	+		
	aanwezigheid vloerisolatie zolder	133	+	+/-	
	dikte isolatie zolder	79	+	+/-	
	aantal m ² wat geïsoleerd is zolder	1201	+	+/-	
kierdichting	kierdichting aanwezig	1904	+	+	
Ventilatie					
mechanische afzuiging	aanwezigheid mech. afzuiging continue systeem	1749	+	+	
	aanwezigheid mech. afzuiging en toevoer (balansventilatie)	59	-		
	aanwezigheid mechanische ventilatie, per ruimte:				
	woonkamer	522	+		
	keuken	1298	+		
	slaapkamer	197	+		
	badkamer	1615	+		
	overige ruimtes	1083	+		
	gebalanceerd met wtw	gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning	89	+	+
	voorverwarming van ventilatielucht d.m.v. serre	voorverwarming van ventilatielucht door serre 1 (ja/nee)	7	-	
voorverwarming van ventilatielucht door serre 2 (ja/nee)		1	-		
Gelijkstroomventilator	Geen informatie				
vraaggestuurde ventilatie	aanwezigheid vraaggestuurde ventilatie	47	-		
ruimteverwarming					
type ketel	conventioneel rendement (CR)	239	+	+	
	verbeterd rendement (VR)	1016	+	+	
	hoogrendement (HR)	940	+	+	
	HR104	5	-		
	HR107	1583	+	+	
zonnegascombi elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming	Geen informatie				
	Soort ketel: elektrische warmtepomp bodem	6	-		
	Soort ketel: elektrische warmtepomp water	0			
gebouwgebonden	Soort ketel: elektrische warmtepomp lucht	1			
	Soort ketel: gebouwgebonden warmtekracht (WKK)	0	-		
warmtelevering door derden	Verwarmd door blok- stads- of wijkverwarming	533	+	+	
aanvoertemperatuur lager dan 55 C	te benaderen met vloer/wandverwarming	68	-	-	
individuele bemetering	Geen informatie				
pompschakeling	Geen informatie				
leidingisolatie	leidingisolatie onverwarmde ruimte				
beperking van de leidinglengte	Geen informatie				
stooklijngeregelde	Geen informatie				

Maatregel	Operationalisatie WoON	Waarnemingen	N voldoende	Oordeel
temperatuur				
thermostaatkranen op radiatoren	temp. woonkamer via thermostaatknoppen op de radiator	446	+	+/-
	Regelen temp. woonkamer via Gewone radiatorknoppen	489	+	+/-
inregelen van verwarmingsinstallaties	Geen informatie			
warmtapwater				
gasboiler	gasboiler aanwezig	44	-	
warmtepompboiler	warmtepompboiler aanwezig	14	-	
leidingisolatie	leidingisolatie onverwarmde ruimte	881	+	+/-
waterbesparende douche-kop	Heeft de douche een waterbesparen-de douchekop?	1817	+	+
zonne-energiesystemen				
zonneboiler	Zonneboiler aanwezig	49	-	
zonneboilercombi	Geen informatie			
pv-cellen	type PV-cellen	36	-	
	oppervlak PV-cellen	36	-	
	hellingshoek PV-cellen	36	-	

Naast bovenstaande maatregelen is in het WoON ook opgenomen of in de vijf jaar vóór het beantwoorden van de enquête, energiebesparende maatregelen genomen zijn in de woning en om welke maatregelen het ging. In onderstaande tabel is weergegeven in hoeveel woningen de verschillende maatregelen zijn genomen.

Tabel 2.8 *Aantal waarnemingen in WoON waar in de afgelopen vijf jaar maatregelen zijn genomen*

Genomen maatregel	Aantal waarnemingen
Dubbelglas HR ++	211
Dubbelglas	363
Voorzetramen	40
Gevelisolatie	157
Binnenisolatie van het dak	231
Buitenisolatie van het dak	102
Isolatie van de zoldervloer	76
Isolatie van andere vloer(en)	161
Rolluiken of andere luiken	91
CV-ketel met verbeterd rendement (VR)	142
CV-ketel met hoog rendement (HR)	633
Combitap HR-ketel	408
Zonneboiler	19
Zonnepanelen (of pv-cellen)	38
Waterbesparende kranen/douchekoppen	270
Spaarlampen	533
Kierdichting (tochtstrippen)	288
Leidingisolatie (materiaal rondom warmwater)	182
Reflectiemateriaal achter radiatoren	84

Omdat van de huishoudens waar deze maatregelen zijn genomen, geen metingen van het gasverbruik bekend zijn van vóór de maatregel, is deze informatie niet bruikbaar om besparingskennetallen mee te bepalen. Het is denkbaar om voor deze woningen de verbruiksgegevens van

vijf jaar eerder toe te voegen indien CBS die beschikbaar zou kunnen maken. Maar ook daarin zitten beperkingen omdat een verhoudingsgewijs groot deel van de maatregelen zal zijn genomen door de nieuwe bewoners van een verkochte woning. Dan is er sprake van verschillende bewoners op één adres en verschillend bewonersgedrag, waardoor vergelijking ernstig wordt bemoeilijkt. De gegevens kunnen wel worden gebruikt ter nadere validatie bij het bepalen van de huidige toepassingen van maatregelen.

2.9 Analyse mogelijkheden

Het WoON biedt in beginsel goede mogelijkheden voor nadere analyse. Er zijn veel gegevens beschikbaar over de woningen, de maatregelen en energiegedrag van de huishoudens. Het aantal waarnemingen is ook voldoende groot om tot op zekere hoogte gebruik te maken van segmenteringen. Het aantal maatregelen dat beschikbaar is, is in verhouding tot het aantal waarnemingen echter wel te groot om eenvoudig in een overkoepelende analyse te verwerken. Er zal dan ook moeten worden gezocht naar relatieve effecten waarbij gericht moet worden gecontroleerd voor de meest bepalende (andere) maatregelen en kenmerken van woningen en huishoudens.

2.10 Conclusie

Voordelen:

1. Gebruik woninginspecties, daardoor vrij precieze inschatting van de toepassing van maatregelen en adequate operationalisatie.
2. Relatief groot aantal waarnemingen en veel maatregelen beschikbaar.

Nadelen/beperkingen:

1. Isolatiekwaliteit van gevel, dak en vloer kan alleen worden geschat. Dat levert naast een onzekerheid ook problemen op m.b.t. multicollineariteit. Daardoor kunnen afzonderlijke effecten van de isolatiemaatregelen niet goed worden vastgesteld.
2. Periodiciteit is nog niet bekend. Frequentie is hoe dan ook lager dan bij HOME.
3. Verbruiksgegevens zijn standaard jaarverbruiken. Daardoor ontstaan vermoedelijk vertekeningen.
4. Aantallen respondenten zijn voor veel 'nieuwe' maatregelen beperkt mede doordat de metingen inmiddels alweer vier jaar geleden zijn uitgevoerd.

3. Het HOME

In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de inhoud van het HOME en wordt geïnventariseerd in hoeverre het HOME bruikbaar kan zijn bij het opstellen van een dataset met besparingsgetallen van energiebesparende maatregelen op basis van werkelijke verbruiksgegevens.

HOME staat voor Huishoudelijk Onderzoek Markt en Energie en is een integratie van het Basisonderzoek Aardgas Kleinverbruik (BAK) en het Basisonderzoek Elektriciteit Kleinverbruik (BEK), die het HOME sinds 2001 vervangen heeft. Het HOME wordt in opdracht van Energie-Ned door Millward Brown jaarlijks uitgevoerd bij een vaste groep ondervraagden en heeft tot doel op longitudinale wijze inzicht te verkrijgen in het jaarlijkse gas- en elektriciteitsverbruik van Nederlandse huishoudens en de factoren die daarop van invloed zijn. In de periode april - augustus 2009 heeft de laatste jaarlijkse meting plaatsgevonden.

3.1 Het onderzoek

De steekproef

Het onderzoek is uitgevoerd onder een vaste groep respondenten, het zogenaamde Scrienpanel. In 2009 bevat dit panel 3.554 huishoudens en vormt qua samenstelling en opbouw een representatieve afspiegeling van de populatie van Nederlandse huishoudens. Voor de meting HOME 2009 zijn netto 2.851 gesprekken gevoerd. Dat is daarmee ook de netto N. Het onderzoek is telefonisch uitgevoerd. Met de vooraankondiging van het onderzoek is een vragenlijst met een beperkt aantal vragen toegestuurd. In het begeleidend schrijven is verzocht om deze vragen (zoals meterstanden) vooraf in te vullen en bij de telefoon te bewaren opdat deze gegevens bij het telefonische onderzoek kunnen worden meegenomen.

Panel

Het gebruik van een panel heeft het belangrijke voordeel dat ontwikkelingen in de tijd (zoals het treffen van energiebesparende maatregelen) kunnen worden vastgesteld. Voorwaarde daarbij is natuurlijk wel dat daarvoor dan ook voldoende waarnemingen aanwezig zijn in het bestand. Daarbij zijn twee factoren van belang: de instandhouding van het panel en de mate waarin energiebesparende maatregelen zijn getroffen binnen de leden van het panel.

Netto respons 2009 naar woningtype

De totaal gerealiseerde steekproef is op de achtergrondvariabelen opleiding hoofdkostwinner, leeftijd hoofdkostwinner, provincie en gezinsgrootte via een matchingsprocedure vergeleken met de populatie van huishoudens in Nederland. Eventuele afwijkingen tussen de steekproef en de betreffende populatie zijn door middel van herwegingprocedures grotendeels geëlimineerd.

In het HOME is gevraagd naar woningtypen. Voor het bestand 2009 leidt dat tot de volgende aantallen per type (zie Tabel 3.1). De typen geschakeld en onbekend/anders zijn niet goed direct bruikbaar. Het 'geschakeld' zijn van een woning kan op verschillende manieren worden geïnterpreteerd en kan zowel vanuit een vrijstaande woning als een hoekwoning plaatsvinden (geschakeld via garage).

Tabel 3.1 *Aantal respondenten (ongewogen) naar woningtype*

	aantal
Vrijstaand	376
Half vrijstaand	819
Rijwoning	950
Meergezins	642
Geschakeld	52
Onbekend/anders	12
Totaal	2851

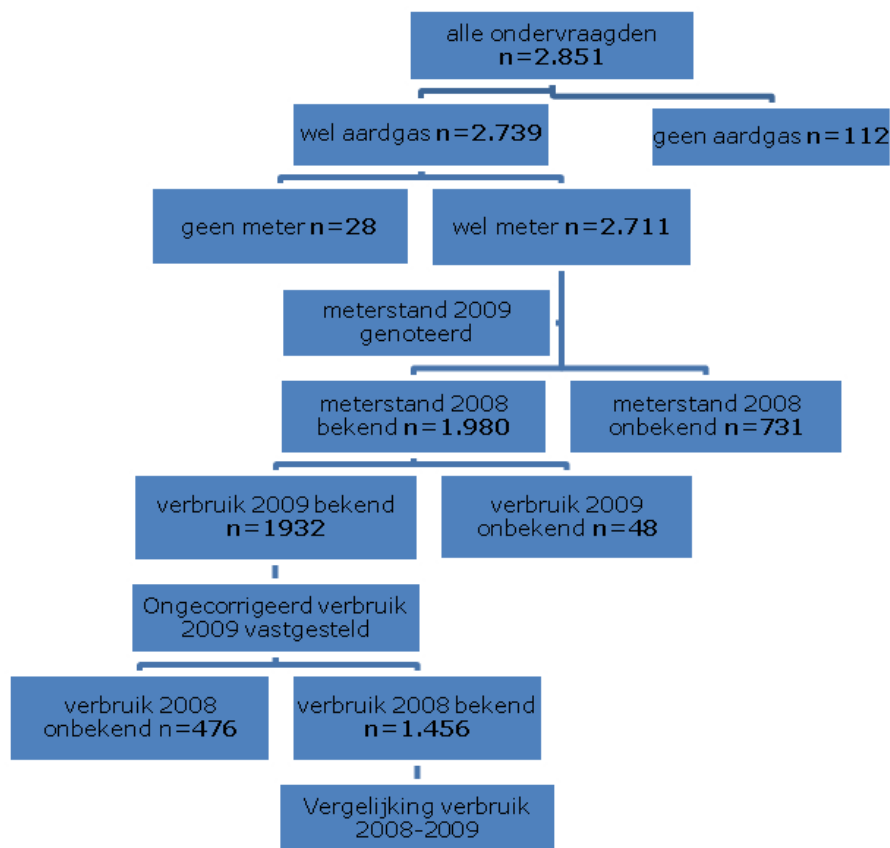
De vragenlijst

De vragenlijst van 2009 betrof de volgende onderwerpen: de woning, aanwezigheid personen, vertrekken woning, isolatie algemeen, glasisolatie, ventilatie, warmwaterapparatuur, boiler, geiser, douche en bad, koken, witgoedapparaten, koelen, verwarming, audio, video, computers, overige elektrische apparaten, verlichting, meterstand gas/ elektriciteit, inkomen, enkele achtergrondvragen en overige SenterNovem-vragen.

3.2 Gasverbruik

Energieverbruik wordt gemeten aan de hand van meterstanden. Dat betekent dat het werkelijke verbruik wordt gemeten. Dat heeft als belangrijk voordeel dat eventuele veranderingen in het energieverbruik als gevolg van maatregelen direct kunnen worden vastgesteld. De voorschotnota's reageren in de regel trager op veranderingen in verbruik. Nadeel is de grotere gevoeligheid voor bijvoorbeeld fluctuaties in het weer. Daarvoor is een graaddagencorrectie noodzakelijk. Die wordt ook uitgevoerd en leidt tot het zogenaamde 'temperatuur- gecorrigeerd gasverbruik'.

Bij de vragen met betrekking tot de gas- en elektriciteitsmeterstand is, indien mogelijk, tijdens het interview het elektriciteitsverbruik over 2008/2009 vergeleken met 2007/2008. Als het verbruik meer dan 15% afweek, is doorgevraagd naar de reden(en) hiervan. In de onderstaande flowchart is aangegeven bij welke respondenten deze vergelijking heeft plaatsgevonden.



Figuur 3.1 *Method HOME vergelijking meterstanden 2009 met meterstanden 2008*

Voor de meting 2009 is daarmee voor 1932 respondenten een gasverbruik vastgesteld. Voor 1456 is een verschilwaarde bekend met de meting 2008.

De N van 1932 kan in beginsel worden gebruikt om cross-sectioneel te vergelijken wat de verschillende verbruiken zijn bij verschillende maatregelen. De N=1456 kan als basis dienen voor de vergelijking van het effect van maatregelen die in het afgelopen jaar zijn genomen.

Het ongecorrigeerde verbruik is de input voor de gasverbruikberekeningen. Het gasverbruik van een respondent wordt opgebouwd uit drie componenten:

1. Het gasverbruik voor koken.
2. Het gasverbruik voor warmwaterbereiding.
3. Het gasverbruik voor ruimteverwarming.

Elke verbruikcomponent wordt afzonderlijk berekend. De beschikbaarheid van separate verbruiken voor koken en warmwaterbereiding maken het mogelijk om van de maatregelen die specifiek daarop zijn gericht ook nauwkeuriger vast te kunnen stellen wat het effect is geweest. Er wordt in deze berekende verbruiken gecontroleerd voor factoren die de deelverbruiken gemiddeld genomen mede bepalen. Daarmee wordt een deel van de variantie afgevangen, wat de kans vergroot dat significante effecten kunnen worden gevonden. Het blijven echter wel berekende deelverbruiken, die kunnen afwijken van de werkelijke deelverbruiken. Voor de bepaling van de kentallen zal uiteindelijk toch weer de relatie moeten worden gelegd met het gemeten energieverbruik. De deelverbruiken kunnen wel als een handige tussenstap worden gebruikt bij de verkenning van effecten.

Selectie van respondenten

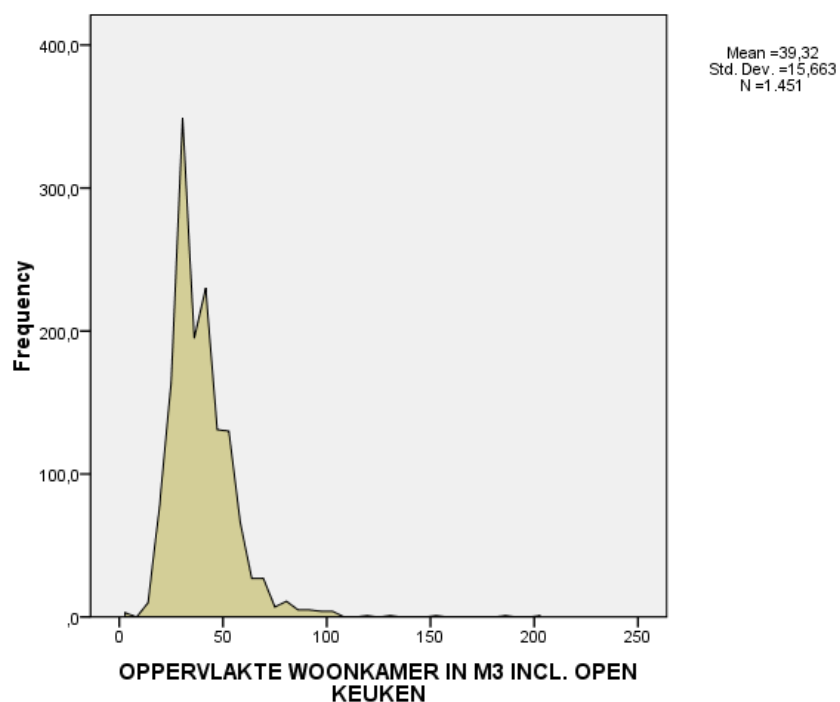
De 'vreemde' gasverbruiken worden verwijderd. Dat wordt afzonderlijk gedaan voor centrale verwarming en lokale verwarming en leidt tot de netto aantallen per woningtype die zijn weer-

gegeven in Tabel 3.2. De waarneming van lokale verwarming is daarmee in beginsel onvoldoende om uitspraken over effecten van maatregelen in die context op te baseren. De netto-netto N bedraagt daarmee voor de cross-sectionele analyse van energiebesparende maatregelen uiteindelijk 1661 respondenten. Voor de verschilmeting zijn de aantallen vanzelfsprekend weer wat lager, zie de laatste kolom in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Netto N (ongewogen) van respondenten met bruikbare gasverbruiken, per woningtype en type verwarming*

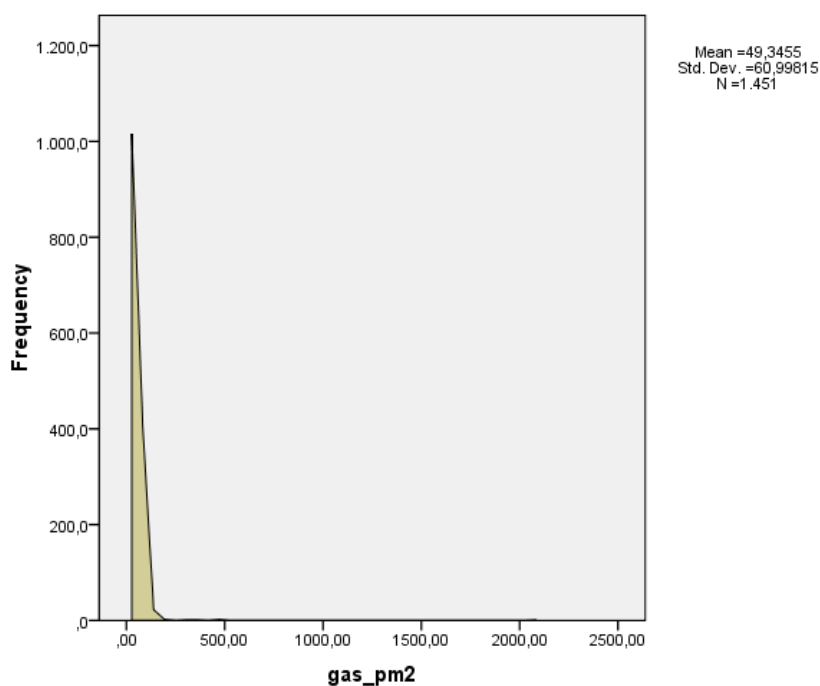
	Centrale verwarming	Lokale verwarming	Verschilmeting (bij cv=1)
Vrijstaand	249	3	198
Half vrijstaand	546	4	434
Rijwoning	583	11	460
Meergezins	241	6	153
Totaal	1661	24	1245

Er is in het HOME geen directe inschatting van het gebruiksoppervlak van de woning beschikbaar. Voor de longitudinale meting is dat geen probleem. Dan kan het verschil worden uitgedrukt als percentage ten opzichte van het verbruik in het voorgaande jaar. Voor de cross-sectionele analyse is dat lastiger omdat dan bij voorkeur zou moeten worden gecorrigeerd voor de grootte van de woning. Dat blijft immers een van de meer bepalende factoren bij gasverbruik (t.b.v. ruimteverwarming). Eventueel zou het oppervlak van de woonkamer - dat is wel gevraagd - hiervoor als proxy kunnen worden gebruikt. Via WoON kan dan wel weer een relatie worden gelegd met het gebruiksoppervlak van de woning, maar dit introduceert wel weer een verdere onbetrouwbaarheid. De relatie tussen het oppervlak van de woonkamer en gebruiksoppervlak is immers niet 'perfect'. Bij een inschatting van het gebruiksoppervlak op basis van het oppervlak van de woonkamer moet dan ook rekening worden gehouden met een onnauwkeurigheid. Het is, voor zover bekend, niet mogelijk om het gebruiksoppervlak van de woning eenvoudig toe te voegen uit andere bestanden, zoals het Kadaster. In het Kadaster wordt wel het kaveloppervlak geregistreerd, maar niet het gebruiksoppervlak van de woning. De netto N wordt dan wel weer wat minder groot omdat op deze variabele ontbrekende en 'vreemde' waarden zijn (3 respondenten hebben een woonkamer van minder dan 5 m²). De N van 1661 (Tabel 1.2) wordt dan 1448.



Figuur 3.2 *Verdeling oppervlak woonkamer in het bestand (variabele label zoals in bestand opgenomen)*

Als het gasverbruik wordt gerelateerd aan het oppervlak van de woonkamer, ontstaan wel enkele ‘outliers’, die er ten behoeve van de verdere analyse beter uit kunnen worden gehaald, bijvoorbeeld de waarden die uitkomen boven de 300 m³ gasverbruik per m² woonkamer (zie Figuur 1.1).



Figuur 3.3 *Verdeling gasverbruik, gedeeld door het oppervlak woonkamer in het bestand*

3.3 Energiebesparende maatregelen: isolatie

3.3.1 Isolatie gevel, dak en vloer

longitudinaal

Er is gevraagd of de volgende isolatiemaatregelen in het afgelopen jaar zijn genomen:

- Muurisolatie aangebracht.
- Dakisolatie aangebracht.
- Vloerisolatie aangebracht.

Er zijn in 2009 zeer weinig waarneming van cases waarbij een van deze maatregelen is genomen.²

Cross-sectioneel

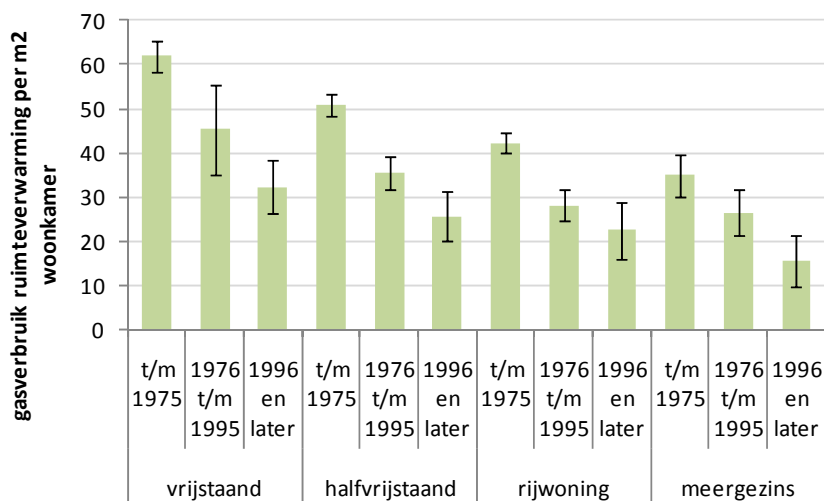
Uit het panel is bekend in welke (mate en waar) er isolatie aanwezig is in de muren, dak, vloer en ramen. De kwaliteit van isolatie is in beginsel niet bekend. Als proxy kan daarvoor de bouwperiode worden gebruikt. De verdeling in bouwjaarklassen en de aanwezigheid van isolatie is weergegeven in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Aantal respondenten ($cv=1$) naar bouwperiode en aanwezigheid isolatie

	Muurisolatie		Dakisolatie		Vloerisolatie	
	wel	niet	wel	niet	wel	niet
Voor 1945	106	153	175	84	93	166
1945 t/m 1965	135	147	154	128	76	206
1966 t/m 1975	191	150	206	135	73	268
1976 t/m 1981	158	51	144	65	76	133
1982 t/m 1985	80	33	87	26	57	56
1986 t/m 1990	114	24	111	27	92	46
1991 t/m 1995	92	15	89	18	84	23
1996 t/m 1999	107	0	91	16	95	12
2000 of later	100	0	87	13	89	11
Weet niet	1	4	1	4	0	5

Het jaar van na-isolatie (indien van toepassing) is niet bekend. Voor de oudere woningen mét isolatie is het daarmee lastig te bepalen wat de kwaliteit van die isolatie is. Het aantal respondenten per bouwperiode is te gering om nog goede uitsplitsingen te kunnen maken naar woningtype. Daarom is in een variantie-analyse getest of beide onafhankelijk van elkaar zouden kunnen worden geschat (m.a.w.: of het onderscheid in woningtypen zou kunnen worden weggelaten). Dat blijkt niet het geval. Er zijn significante interacties tussen bouwperiode, woningtype en de aanwezigheid van isolatie, zowel voor gasverbruik ruimte als voor gasverbruik ruimte per m² van de woonkamer. Ofwel, het onderscheid in woningtype moet wel worden gemaakt. Een andere optie is om het aantal bouwperiodes sterk te verkleinen tot twee of drie periodes: bijvoorbeeld: 1996 en later tegenover alle woningen t/m 1995. Bij aggregatie naar drie bouwperiodes, blijken de interactie-effecten overigens weer beperkt en ontstaat - gecontroleerd voor aanwezigheid van isolatie - het effect zoals weergegeven in Figuur 3.4. Tussen de bouwperiodes/isolatiegraden is er dan gemiddeld een verschil van 29%.

² Mogelijk gaat hier nog wat mis in het bestand. De variabele zoals in de vragenlijst vermeld is niet goed te traceren in het bestand. Verder is er wel een variabele die het heeft over isolerende maatregelen in de periode 2005-2006. Wellicht is dat 'm (overigens dan ook nagenoeg geen waarnemingen).



Figuur 3.4 Gasverbruik voor ruimteverwarming per m² woonkamer naar bouwperiode en woningtype, gecontroleerd voor aanwezigheid gevelisolatie

3.3.2 Dubbelglas

Longitudinaal

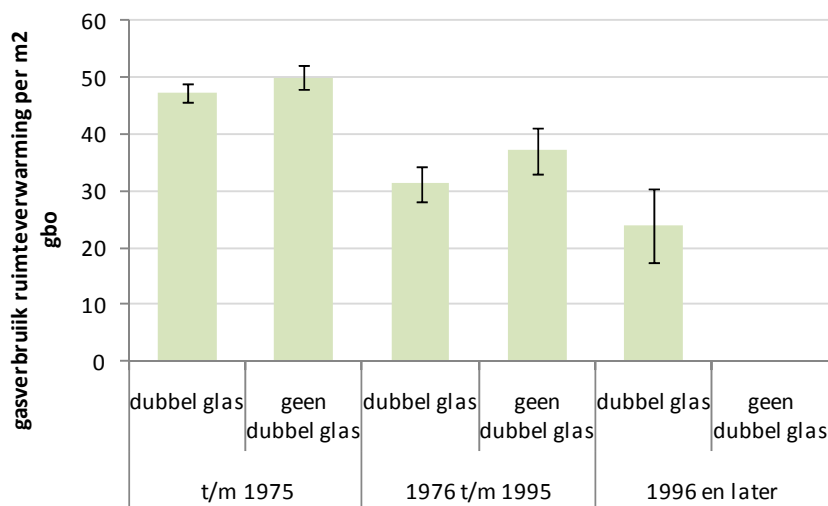
In de enquête wordt gevraagd of er in het afgelopen jaar dubbelglas is geplaatst. Dat is het geval voor 12 cases (zonder verdere selecties). Voor deze cases is geen valide verschilscore in gasverbruik beschikbaar.

Cross-sectioneel

Van de woningen is bekend of er dubbel glas in is aangebracht. Ook zou bekend moeten zijn - er is althans een variabele voor beschikbaar waaruit zou kunnen blijken wat de kwaliteit is van het dubbelglas (gewoon dubbel glas, HR+ of HR++). Daar zijn echter geen waarnemingen op beschikbaar voor cases die verder voldoen aan de selectiecriteria.

De meest bruikbare variabele (zonder veel ontbrekende waarden) in het bestand is de aanwezigheid van dubbelglas in de woonkamer. Voor bijna 90% van de beschikbare cases is er dubbel glas in de woonkamer. Die hoge penetratiegraad bemoeilijkt de vergelijking enigszins omdat er daardoor betrekkelijk weinig waarnemingen zijn van de enkelglas situatie.

De aanwezigheid van dubbel glas in de woning hangt sterk samen met de bouwperiode. Zelfs zo sterk dat er na 1996 in het geheel geen woningen meer zijn zonder dubbel glas. Correctie voor bouwperiode is dan ook minimaal nodig om het effect van het aanbrengen van dubbel glas te kunnen evalueren. Als we dat zo gedetailleerd mogelijk doen (bouwperiode als covariaat in de analyse), dan resteert nog steeds een significant effect van dubbel glas van zo'n 7,5% besparing op het gasverbruik voor ruimteverwarming. Vermoedelijk is uiteindelijk ook correctie voor onder meer verwarmingswijze nodig.



Figuur 3.5 Gasverbruik voor ruimteverwarming per m^2 woonkamer naar bouwperiode en de aanwezigheid van dubbel glas in de woonkamer

3.3.3 Kierdichting

Voor zover bekend is er geen informatie over kierdichting beschikbaar in HOME.

3.4 Ventilatie

Er wordt in HOME betrekkelijk weinig aandacht besteed aan ventilatie. Eigenlijk wordt er alleen vastgesteld óf er een ventilatiesysteem is dat de “afzuiging / ventilatie in de gehele woning (wc, keuken, badkamer etc.) verzorgt.” Daarmee kan er alleen iets worden gezegd over de maatregel ‘mechanische afzuiging’. Of er gebalanceerde ventilatie is, gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning, of er gebruik gemaakt wordt van vraaggestuurde ventilatie is onbekend. Er wordt wel vrij uitgebreid ingegaan op het onderhoud van het ventilatiesysteem. Ook is niet gevraagd naar de aanwezigheid (en/of het gebruik van een serre). Ruim een derde van de respondenten van het HOME heeft een mechanisch ventilatiesysteem. Dat komt neer op 514 respondenten in de groep met vergelijkbare gegevens. De aanwezigheid van mechanische ventilatie hangt sterk samen met bouwperiode en vermoedelijk ook met type verwarmingssysteem. Eventuele effecten zullen daarvoor moeten worden gecontroleerd.

3.5 Ruimteverwarming

3.5.1 Rendementsklasse combiketel

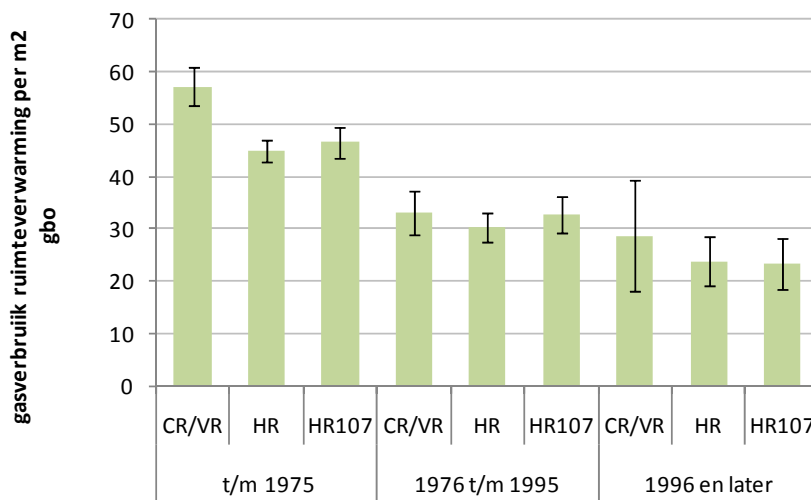
Longitudinaal

In de enquête wordt de volgende vraag gesteld: “Heeft u in de afgelopen 12 maanden ergens in uw woning de verwarming vervangen of uitgebreid (wijziging in type verwarming, andere cv-ketel, verwarmingstoestellen, andere of meer haarden / kachels, open haard / allesbrander laten plaatsen)?” Daarvan zijn 15 waarnemingen beschikbaar. Bij 9 respondenten is een HR107-ketel geïnstalleerd. Bij 6 respondenten is het nummer onbekend. Vermoedelijk zullen dit ook HR107-ketels zijn geweest.

Voor deze cases is geen valide verschilscore voor het gasverbruik beschikbaar.

Cross-sectioneel

Er worden verschillende typen ketels onderscheiden in het HOME: Conventioneel, verbeterd rendement (VR), HR - niet gespecificeerd, HR100, HR104 en HR107. Van de HR100 en HR104-ketels zijn er wat weinig waarnemingen (zie overzichtstabel). Voor de analyse ligt het het meest voor de hand om die samen te voegen met de categorie HR-‘geen nummer bekend’. Een drie- of vierdeling ligt dan het meest voor de hand. Als we onderscheid maken in een drie-deling zoals in Figuur 1.5, ontstaat vooral een verschil bij de oudere woningen (t/m 1975). Het onderscheid tussen de type HR-ketels is nergens significant. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt doordat een relevant deel van de HR-ketels waarvan het nummer onbekend is, ook een HR107-ketel is. Voor de analyse van maatregelen zou het wenselijk zijn als een methode kon worden ontwikkeld waarmee aan het grote aantal ‘HR-nummer onbekend’ alsnog een (schatting van een) specificatie kon worden verbonden. Nu kan alleen het effect van de maatregel HR-ketel t.o.v. CR/VR worden vastgesteld.



Figuur 3.6 Gasverbruik voor ruimteverwarming per m² woonkamer naar bouwperiode en type ketel

3.5.2 Zonnegascombi, elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming en gebouwgebonden warmtekrachtinstallatie

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregelen beschikbaar in HOME.

3.5.3 Warmtelevering door derden

Er wordt in HOME gevraagd naar warmtelevering door derden (blokverwarming of wijkverwarming). In de totale steekproef zijn er 188 respondenten die ofwel blokverwarming ofwel wijkverwarming hebben. Dat zijn geen grote aantallen, maar het zou in principe wel voldoende kunnen zijn om een effect vast te stellen. Het probleem bij deze maatregel is echter dat het effect lastig kan worden vastgesteld op basis van verbruiksgegevens omdat de aard van het verbruik erg anders is. Vergelijking van verbruik warmtelevering en gasverbruik brengt weer geheel nieuwe problemen bij zich mee. In het HOME worden ook geen gegevens verzameld over warmtelevering en verbruik. Deze maatregel onttrekt zich daarmee aan de beoordeling.

3.5.4 Aanvoertemperatuur lager dan 55 °C

Er wordt in het HOME niet specifiek gevraagd naar de toepassing van LT-verwarming. Het is wel mogelijk om hiervoor een proxy te nemen, bijvoorbeeld de toepassing van niet-elektrische vloer- of wandverwarming. Veelal zal dit een lage temperatuursysteem zijn. Dat is echter niet

noodzakelijk. Er moet namelijk rekening worden gehouden met de situatie dat er een combinatie van vloer/wandverwarming en radiatoren kan worden toegepast. Als er ook radiatoren zijn toegepast, kunnen die zowel met hoge temperatuur als met lage temperatuur werken. Alleen als er uitsluitend vloer/wandverwarming is toegepast, is zeker dat de aanvoertemperatuur van het gehele systeem laag is. In de andere gevallen is een combinatie van lage en hoge temperatuur mogelijk.

Er wordt in het HOME gevraagd naar de toepassing van radiatoren en vloer/wandverwarming in verschillende ruimten. Door alleen de woningen te selecteren waar uitsluitend vloerverwarming aanwezig is, kan een selectie worden gemaakt van LT-systemen. Dit zijn er in het HOME 54 (vloerverwarming in woonkamer, badkamer en keuken). Dat is vrij weinig. Een vraagstelling die geschikter is om de combinatie van warmteafgiftesystemen in de woning te bepalen, zou uitkomst kunnen bieden.

3.5.5 Individuele bemetering

Er is in het HOME gevraagd naar de aard van de bemetering (voor zowel elektriciteit als gas):

1. Uitsluitend het verbruik in deze woning.
2. Het verbruik van meerdere woningen.
3. Het verbruik van een gedeelte van deze woning.
4. Ook het verbruik van bedrijfsruimten die zich in of naast de woning bevinden (bijv. winkel, praktijkruimte, kantoor e.d.).
5. Ook het verbruik in andere ruimten, zoals bijv. schuurtje, boothuisje, volière, tuinkastje e.d.

De eerste antwoordcategorie geeft de meest specifieke invulling aan de maatregel.

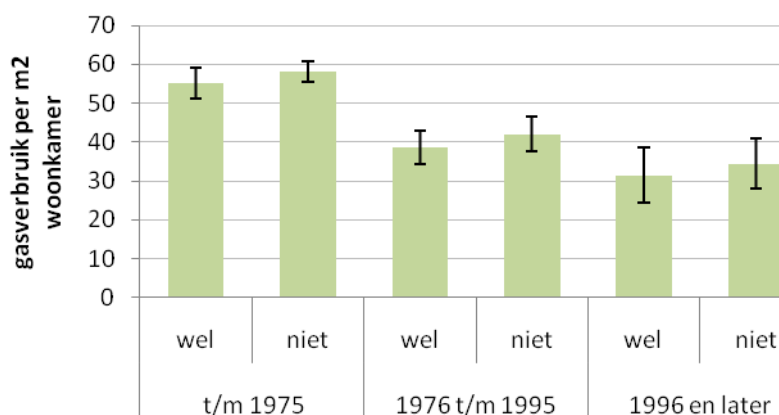
Op zichzelf is de maatregel echter vooral van belang bij collectieve systemen. Het gaat dus niet zozeer om de individuele bemetering op zichzelf maar om de individuele bemetering bij collectieve systemen. Die collectieve systemen komen niet veel voor in de steekproef (zie hiervoor) en de warmtelevering (die het dan meestal betreft) is niet goed gemeten in het HOME. Het is dan ook niet goed mogelijk om eventuele voordelen van individuele bemetering op warmteverbruik vast te stellen met de gegevens in HOME. Woningen met warmtelevering zitten in een apart onderzoek, het BWK, basisonderzoek Warmte Kleinverbruikers maar daarin worden waarschijnlijk alleen individueel bemeterde woningen meegenomen. Elektriciteitsmeters die het verbruik voor meerdere woningen meten, zijn zeldzaam (N=10 in de totale steekproef). Daar kan dus ook geen betrouwbaar resultaat uit worden afgeleid.

3.5.6 Pompschakeling

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in HOME.

3.5.7 Leidingisolatie

Er wordt in het HOME gevraagd naar de aanwezigheid van leidingisolatie. Ongeveer 40% van de respondenten geeft aan over leidingisolatie te beschikken en 60% geeft aan dat niet te doen. Dat maakt het in principe goed mogelijk om het effect van de maatregel te evalueren op gasverbruik. Voorlopige toetsing - met controle voor woningtype, bouwperiode en type verwarmingsstelsel - levert geen significant effect op (maar wel een trend in de verwachte richting).



Figuur 3.7 Gasverbruik per m² woonkamer naar de aanwezigheid van leidingisolatie en bouwperiode, gecontroleerd voor woningtype en type ketel

3.5.8 Beperking leidinglengte

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in HOME.

3.5.9 Stooklijngeregelde temperatuur

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in HOME.

3.5.10 Thermostaatkranen op radiatoren

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in HOME.

3.5.11 Inregelen van verwarmingsinstallaties

Of de verwarmingsinstallatie (goed) is ingeregeld is niet bekend en ook lastig vast te stellen met een vragenlijstonderzoek.

Voor zover bekend is er geen informatie over deze maatregel beschikbaar in HOME.

3.6 Warm tapwater

In de meeste woningen (bijna 92% van de bruikbare respondenten in HOME met centrale verwarming) wordt een combiketel toegepast voor de bereiding van warm tapwater. De resterende 8% heeft een geiser. Het percentage combiketels van 92% lijkt hoog in vergelijking met WoOn (< 70%), maar in HOME worden alleen de gasgestookte installaties meegenomen en geen woningen met collectieve voorzieningen, de percentages t.o.v. het totaal zijn in HOME daarom wat hoger. Er kunnen verschillende soorten combiketels worden onderscheiden. Allereerst in het rendement (zie daarvoor Paragraaf 3.5.1. Daarnaast worden in de maatregelenlijst nog twee subtypen onderscheiden:

- Doorstroom combiketel (wordt zowel gebruikt voor de levering van warm water als voor ruimteverwarming en heeft geen voorraadvat of boiler).
- Combiketel met voorraadvat.

Dit onderscheid wordt ook in HOME gemaakt. Deze maatregelen hebben niet direct een energiebesparende achtergrond maar zijn vooral gericht op comfort. Ten opzichte van de geiser

wordt er gemiddeld genomen ook meer gas verbruikt voor het verwarmen van tapwater bij deze systemen zo blijkt uit analyse van de gegevens in HOME.

3.6.1 Gasboiler

Een gasboiler is bedoeld om warm water te maken met behulp van een gasbrander. De toepassing van een dergelijk systeem leidt logischerwijs tot meer gasverbruik (en minder verbruik van elektriciteit) dan een elektrische boiler. Maar de vergelijking kan vermoedelijk beter worden gemaakt met de toepassing van combiketels of een geiser. Het aantal respondenten met een gasboiler in HOME is echter beperkt (N=21 bij de 'bruikbare' respondenten). Dat aantal is te klein om een betrouwbaar effect op te kunnen vaststellen.

3.6.2 Warmtepompboiler

In HOME wordt de vraag gesteld "Heeft u een elektrische warmtepompboiler? Dit apparaat haalt warmte uit de ventilatielucht en slaat die op in een voorraadvat warmwater". Er zijn in totaal zes respondenten in HOME met een warmtepompboiler. Deze zes respondenten hebben alle een of meer ontbrekende waarden op de onderscheiden sleutelvariabelen. Het effect van deze maatregel kan dus niet betrouwbaar worden gemeten.

3.6.3 Leidingisolatie

Zie Paragraaf 3.5.7.

3.6.4 Beperking leidinglengte

Zie Paragraaf 3.5.8.

3.6.5 Waterbesparende douchekop

Bijna tweederde van de HOME-respondenten heeft een waterbesparende douchekop.

3.7 Zonne-energiesystemen

3.7.1 Zonneboiler

In HOME wordt de vraag gesteld: "Is uw woning voorzien van een zonneboiler?" De vraag wordt door 29 respondenten met bruikbare gegevens bevestigend beantwoord. Dat is weinig en introduceert een flinke onbetrouwbaarheid. Niettemin kan - bij controle voor woningtype, bouwperiode en type ketel wel een eerste indicatief effect worden gevonden (Figuur 3.8).



Figuur 3.8 Gasverbruik voor warmwaterverwarming met en zonder zonneboiler

In de formules die vanaf 2009 gebruikt zijn voor de bepaling van het gasverbruik voor warmwaterverwarming wordt voor de zonneboiler geen vast getal meer afgetrokken van de tapwater-vraag (in oudere formules die in 2008 of eerder werden gebruikt was dat wel zo). Het lijkt er dus op dat hier – ondanks het geringe aantal respondenten met een zonneboiler - sprake is van een echt effect en niet van een tautologisch effect. Niettemin is bij de bepaling van de werkelijke kentallen verdere correctie nog wel aan de orde omdat de toepassing van zonneboilers vermoedelijk ook samenhangt met de toepassing van andere maatregelen.

3.7.2 Zonneboilercombi

Voor zover bekend is in HOME niet bekend of de zonneboiler alleen voor de verwarming van tapwater of ook voor ruimteverwarming wordt ingezet.

3.7.3 Pv-cellen

In HOME wordt de vraag gesteld: “Heeft u zonnepanelen? Dit zijn panelen voor het opwekken van elektriciteit.” Er zijn in totaal 76 respondenten met zonnepanelen. De maatregel dient te worden beoordeeld op een eventuele reductie van het elektriciteitsverbruik. Het ligt in de rede om hierbij te corrigeren voor de factoren die voorts het elektriciteitsverbruik in sterke mate beïnvloeden. Daarbij horen vermoedelijk ook huishoudenkenmerken als inkomen en gezinsgrootte. De reductie van het elektriciteitsverbruik is niet zonder meer te bepalen. Wanneer de PV panelen terug leveren aan het net wordt dit of apart geregistreerd met een aparte elektriciteitsmeter of met een terugdraaiende meter. Alleen in het geval van een terugdraaiende meter komt de besparing van PV tot uiting in het elektriciteitsverbruik dat door HOME is gemeten.

3.8 Overzichtstabel HOME

In onderstaande tabel worden de uitkomsten die hiervoor zijn besproken, samengevat. Per maatregel is steeds aangegeven op welke wijze de maatregel in het onderzoek is geoperationaliseerd, wat het aantal waarnemingen is, of dat aantal waarnemingen een betrouwbare toetsing in principe mogelijk maken. In de laatste kolom wordt een gecombineerd oordeel gegeven:

- + als de besparing die de maatregel op zou moeten leveren in het gebruik in beginsel goed kan worden onderzocht
- +/- als het aantal waarnemingen voldoende is, maar als de operationalisatie of de beschikbaarheid van controlevariabelen hier beperkingen aan opleggen
- als er geen informatie over de maatregel in HOME is opgenomen, als het aantal waarnemingen onvoldoende is, als de operationalisatie een serieuze vergelijking onmogelijk maakt of als noodzakelijke controlegegevens ontbreken.

Tabel 3.4 *Overzichtstabel bevindingen HOME*

Maatregelen	Operationalisatie	waar-neming van de maatregel ³	N voldoen-de	oordeel
Isolatie				
	‘isolatie aangebracht’	15	-	-
gevelisolatie	Aanwezig ja/nee - bouwjaar	933	+	+/-
	Muurisolatie aangebracht	0	-	-
dakisolatie	Aanwezig ja/nee - bouwjaar	977	+	+/-
	Dakisolatie aangebracht	2	-	-
begane grond vloerisolatie	Aanwezig ja/nee - bouwjaar	631	+	+/-
	Vloerisolatie aangebracht	1	-	-
Dubbel glas	Rendement dubbel glas niet goed in bestand			-
	Dubbel glas in de woonkamer	1252	+	+
	Dubbel glas aangebracht	12	-	-
kierdichting	Geen informatie			-
Ventilatie				
mechanische afzuiging	aanwezigheid mechanische ventilatie	514	+	+
gebalanceerd met wtw	Geen informatie			-
voorverwarming van ventielucht d.m.v. serre	Geen informatie			-
gelijkstroomventilator	Geen informatie			-
vraaggestuurde ventilatie	Geen informatie			-
Ruimteverwarming				
type (VR/HR-100/HR-104/HR-107)	Soort ketel:			
	Conventioneel	94	+	+
	verbeterd rendement (VR)	145	+	+
	HR - niet gespecificeerd	543	+	+/-
	HR100	72	+	+/-
	HR104	46	-	+/-
	HR107	394	+	+
	Verwarming vervangen	15	-	-
Zonnegascombi	Geen informatie			-
elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming	Geen informatie			-
gebouwegebonden warmtekrachtinstallatie	Geen informatie			-
warmtelevering door derden	blokverwarming	136	+	-
	wijkverwarming	52	-	-
Aanvoertemperatuur lager dan 55 °C	Geen informatie; eventueel indicatie via uitsluitend vloerverwarming ‘niet-elektrisch’	54	-	-
Individuele bemetering	Niet goed te onderzoeken			-
Pompschakeling	Geen informatie			-
leidingisolatie	Wel/niet aanwezig	570	+	+
Beperking leidinglengte	Geen informatie			-
Stooklijngeregelde temperatuur	Geen informatie			-
thermostaatkranen op radiatoren	Geen informatie			-
Inregelen van verwarmings-	n.v.t. (procesmaatregel)			-

³ Bij cases met een bruikbare meting van het gasverbruik, en met een bekend bouwjaar en woningtype. Alleen bij de longitudinale gegevens worden alle waarnemingen vermeld, tenzij anders aangegeven.

Maatregelen	Operationalisatie	waar- neming van de maatregel ³	N voldoen- de	oordeel
installaties				
Warmtapwater				
Doorstroom combiketel / combiketel met voorraadvat en type ketel	Combiketel met voorraadvat	384	+	+
	Combiketel zonder voorraadvat	795	+	+
Gasboiler		21	-	-
warmtepompboiler		0	-	-
leidingisolatie	Zie ruimteverwarming			+
Beperking leidinglengte	Zie ruimteverwarming			-
waterbesparende douchekop	Heeft de douche een waterbe- sparende douchekop?	926	+	+
zonne-energiesystemen				
zonneboiler		29		+/-
zonneboilercombi	Geen informatie			-
pv-cellen		76 ⁴	+	+/-

3.9 Analyse mogelijkheden

Om de invloed van separate besparingsmaatregelen op het gasverbruik te kunnen bepalen, moeten ze in onderlinge samenhang in relatie worden gebracht met gasverbruik. Er kunnen immers zowel overschattingen als onderschattingen plaatsvinden bij enkelvoudige analyses. Dat kan ontstaan als de toepassing van een maatregel samenhangt met de toepassing van een andere maatregel of als de toepassing vaker in een bepaald woningtype voorkomt. Als maatregelen weer te veel samenhangen, kunnen ze niet worden gecontroleerd en moeten ze worden opgevat als één maatregel.

Van de onderzochte maatregelen is dit het lastigst bij de isolatie van gevel, dak en vloer. Als die moeten worden uitgedrukt in Rc-waarden kan het niet anders dan dat die Rc-waarde wordt benaderd met het bouwjaar van de woning. Dat bouwjaar is vanzelfsprekend gelijk voor zowel gevel, dak als vloer. Het enig wat dan verschilt is of er isolatie is. Het gevolg is dat op deze manier bepaalde isolatiewaarden sterk samenhangen, wat de analyse bemoeilijkt.

In het algemeen geldt verder dat het aantal maatregelen in verhouding tot het aantal respondenten te groot is om in een overkoepelende analyse mee te nemen. Het aantal vrijheidsgraden vermindert dan te veel om tot betrouwbare uitkomsten te kunnen komen. In combinatie met de problematiek van de multicollineariteit, lijkt het de meest aangewezen aanpak om voor (sets van) maatregelen specifieke analyses te maken waarbij per maatregel steeds zo goed mogelijk wordt gecontroleerd voor mogelijk beïnvloedende variabelen (zowel met betrekking tot andere maatregelen, als met betrekking tot specifieke woningkenmerken en bewonersgedrag). In de voorgaande paragrafen zijn wat eerste verkenningen geschetst, maar die moeten vanzelfsprekend per maatregel verder worden uitgewerkt en verkend.

⁴ Aantal zonder selectie (eventuele evaluatie vindt plaats op elektriciteitsverbruik).

3.10 Conclusie

Voordelen:

1. Werkelijke verbruiken (gas en elektriciteit), goede controles.
2. Jaarlijks onderzoek.
3. Splitsing gasverbruik in ruimte, warm water en koken.
4. Longitudinaal onderzoek.

Nadelen:

1. Vragenlijstonderzoek introduceert onzekerheid in de validiteit van de toepassing van maatregelen. Dat is nadrukkelijk het geval bij isolatiekwaliteit van gevel, dak en vloer. Die kan alleen worden onderzocht middels de proxy bouwperiode.
2. Waarneming van de toepassing van maatregelen (longitudinaal) is te beperkt om betrouwbare besparingsgetallen op te kunnen leveren; wellicht biedt een ‘stapeling’ van onderzoeken handvatten.
3. Aantallen respondenten zijn ook bij cross-sectionele analyse voor veel maatregelen beperkt.
4. Behoorlijke samenhang tussen maatregelen.

4. Monitoring energiebesparing bij projecten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijkheid om door middel van monitoringstudies bij projecten van corporaties besparingsgetallen te genereren. We maken daarbij gebruik van de resultaten uit de pilotstudie “Monitoringstudie Energiebesparing Bestaande Woningbouw” die New-Energy-Works heeft uitgevoerd in opdracht van SenterNovem.⁵

4.1 Het onderzoek

De pilotstudie betrof negen projecten (waarvan twee identiek) bij woningbouwcorporaties waarbij een of meerdere verbeteringen aan de schil en/of de warmteopwekking werden uitgevoerd. In Tabel 4.1 zijn de projecten en de genomen maatregelen weergegeven.

Tabel 4.1 *Overzicht projecten pilotstudie*

Project	Woning- type	Bouwjaar	Periode reno- vatieproject	maatregelen						N	Opmer- kingen
				Dakisolatie	gevel- isolatie	vloeriso- latie	dubbel glas	HR- ketel	overig		
P54	portiek	1954	2005					x	geiser -> combi	121	
P62	portiek	1962	2005				x			156	
R65	rij	1965	2004-2005	x	x				mech. ven- tilatie	210	controle- groep
R63	rij	1963	2005	x	x	x			mech. ven- tilatie	128	
R75	rij	1975	2e helft 2005 t/m 1e helft 2006		x		x	mix HR/VR	mech. ven- tilatie	103	
R64	rij	1964	Juni 2006 t/m november 2006	x	x					75	controle- groep
G68/71	Galerij	1968/ 1971	2004/2006		x		x		blokver- warming verbeterd	2 x127	
G58	Galerij	1958	2005-2007		x	x	x	x	mech. ven- tilatie	142	Buiten ana- lyse

Om het effect van de maatregelen vast te kunnen stellen, zijn gegevens over gasverbruik geanalyseerd en is een enquête gehouden onder bewoners (R65, R63, G68/G71 en G58). Voor de bepaling van het gasverbruik werden CBS-gegevens (klantenbestanden) of blokverwarminggegevens gebruikt. Het CBS leverde voor de jaren 2004, 2005 en 2006 het geanonimiseerde gasverbruik per woning, gecorrigeerd voor weersinvloeden met de profielenmethodiek. De verschilscore 2004-2006 leverde de basis voor de analyse van de effectiviteit van de maatregelen. Na filtering (geen verschillen, grote verschillen, geringe verbruiken) resteerde voor 70% van de woningen een bruikbare verbruiksindicatie. Project G58 valt buiten de analyse omdat hiervoor verbruiksgegevens van na 2007 nodig zijn.

Voor project G68/71 is gebruik gemaakt van geaggregeerde gegevens over gasverbruik per jaar (gecorrigeerd met graaddagen) gedurende de periode 2000-2007. Hierbij is het gemiddelde verbruik voor en na renovatie vergeleken.

Twee projecten zijn gebruikt als controlegroep omdat de maatregelen hoofdzakelijke vóór (R65) of na (R64) de meetperiode werden uitgevoerd.

⁵ New-Energy-Works, Monitoringstudie Energiebesparing Bestaande Woningbouw; In opdracht van: SenterNovem, Projectnummer 1032-07-01-04-003, Rapportnummer N0742, Datum: 15-7-2008

4.2 Effecten per project

In de vier projecten waar maatregelen zijn genomen in de onderzoeksperiode en waar de individuele verbruiksgegevens zijn geanalyseerd bleek een significante besparing te kunnen worden vastgesteld. Bij de controleprojecten werd geen significant verschil waargenomen. Ook bij de projecten met blokverwarming kon een aanzienlijke vermindering van het verbruik worden vastgesteld (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 *Gemeten en berekende besparingen bij de projecten*

Project	Gemeten energiebesparing		Berekende (theoretische) procentuele besparing met EBVW [%]	Verhouding gerealiseerd versus berekend
	Gemiddeld	Standaard meetfout		
	[%]	[%]		
P54	1	2	24	0,53
P62	11	2	12	0,93
R65 (controle)	2	1	0	nvt
R63	16	2	59	0,27
R75	14	2	28	0,49
R64 (controle)	3	3	0	nvt
G68/G71	33	Nvt	32	1,02

De gemeten energiebesparing bleek gemiddeld genomen kleiner dan de verwachte (berekende) besparing. Het verschil tussen de besparing in de controleprojecten en de maatregelprojecten ondersteunt de constatering dat de gemeten effecten ‘echt’ zijn (validiteit). In het bijzonder bij P62 en G68/G71 ligt de gemeten besparing erg dicht in de buurt van de theoretische besparing. Bij R63 is de gerealiseerde besparing ongeveer een kwart van de verwachte besparing.

4.3 Aanbevelingen van de onderzoekers

Naar aanleiding van de pilot worden de volgende (samenvattende) aanbevelingen gedaan:

- Opschaling van het monitoringonderzoek waarmee er stevigere uitspraken gedaan kunnen worden over de besparing voor een breder pakket maatregelen en meer woningcategorieën.
- Ter verbetering van de nauwkeurigheid van het monitoringonderzoek aandacht te besteden aan verhoging van de kwaliteit van de verbruiksgegevens, bijvoorbeeld door een eigen meting en/of door slimme (automatische) meters.
- Ter vergroting van het inzicht dat de monitoringuitkomsten kunnen bieden:
 - Meer detailinformatie van de projecten verwerven en te verwerken (zoals woninginhoud, oriëntatie, leegstandsbeleid, ...).
 - Voor elk renovatieproject maatwerk berekeningen te maken van de theoretisch verwachte besparing.

4.4 Bruikbaarheid van de benadering

De methode biedt in beginsel goede mogelijkheden om de besparingen per project te kunnen vaststellen. Het betreft een longitudinale analyse, waarbij – als voldoende controle plaatsvindt voor eventuele verandering van bewoners en hun gedrag – valide uitspraken over besparingseffecten mogelijk zijn.

Het grootste probleem bij deze benadering is om op basis van de uitkomsten van concrete projecten te generaliseren naar (verwachte) werkelijke besparingen per maatregel (en per type wo-

ning) die een algemene geldigheid hebben. Dat kan alleen door (aanzienlijke) uitbreiding van het aantal projecten/waarnemingen. We lichten dit hieronder verder toe.

4.4.1 Effect per maatregel

In de meeste projecten worden meerdere maatregelen tegelijkertijd genomen. Daardoor kunnen de effecten van de separate maatregelen niet worden vastgesteld. Het vaststellen van effecten van separate maatregelen is alleen mogelijk als:

- Voldoende projecten kunnen worden gevonden waarin slechts een maatregel is getroffen of
- wanneer voldoende projecten met verschillende pakketten maatregelen kunnen worden ‘gekruiست’ om tot een inschatting van specifieke maatregelen te komen.

Het aantal waarnemingen dat voor de laatste optie nodig is, hangt vanzelfsprekend af van de samenstelling van de pakketten en van de afzonderlijke maatregelen die dienen te worden geëvalueerd. Het zal echter – indachtig de EPA lijst van energiebesparende maatregelen – al snel kunnen leiden tot een groot aantal benodigde projecten. Daarbij moet –afhankelijk van de samenstelling van de pakketten en te evalueren maatregelen - eerder aan enkele honderdtallen dan aan tientallen projecten worden gedacht die nodig zijn om betrouwbare besparingsgetallen vast te stellen. Als slechts van een beperkt aantal maatregelen de besparingseffecten worden gezocht, kan deze methode evenwel goed bruikbaar zijn.

4.4.2 Controle voor andere invloeden

De gemeten besparingen bij specifieke projecten kunnen mede zijn beïnvloed door andere factoren dan de gerealiseerde maatregelen. Zo kan de bewoning zijn veranderd of het gedrag van bewoners. Maar het is ook mogelijk dat de toepassing van maatregelen anders is geweest in het ene project dan in het andere (verschil in kwaliteit bijvoorbeeld) of dat de effectiviteit van de toepassing in het ene project groter is geweest dan in het andere. In de pilot blijft het bijvoorbeeld opmerkelijk dat de totale gerealiseerde besparing in het project met de eengezinswoningen (R75: dubbel glas en gevelisolatie) niet significant groter is dan de besparing in het project P62 (alleen dubbelglas). Het is onwaarschijnlijk dat gevelisolatie geen meetbare besparing tot gevolg heeft gehad. Maar het is moeilijk in te schatten wat de reden is van het geringe effect ten opzichte van de theoretische besparing) in het ene project en het grote effect in het andere geval. In theorie zijn de veel opties mogelijk, bijvoorbeeld:

- Invloed van leegstand (mogelijk deels leegstand geweest in deel van de meetperiode, waardoor gering gemiddeld verbruik).
- Invloed van mutaties (mogelijk andere bewoners en/of ander bewonersgedrag)
- Mogelijk verschil in kwaliteit van de uitvoering van de maatregel (dubbel glas, HR++ glas)
- Mogelijk verschil in de uitgangssituatie (waardoor in het ene geval alleen sprake was van de vervanging van het glasoppervlak en in het andere geval wellicht ook kozijnen zijn vervangen - kierdichting heeft plaatsgevonden).
- Maatregel effectiever in het ene woningtype dan in het andere (verliesoppervlak is bij meergezinswoningen gemiddeld minder groot; dan kan dubbelglas wellicht effectiever zijn dan bij de rijwoningen waar de vloer- of dakisolatie alsnog sterk ontoereikend kan zijn en voor veel verlies kan zorgen)
- enzovoort.

Om voor al die effecten goed te controleren, is informatie nodig over mutaties en bewoning, over bewonersgedrag, over de uitvoering van de maatregelen en zal – afhankelijk van de maatregelen – moeten worden geëvalueerd per woningtype (en onderscheiden naar ligging in het gebouw bij de meergezinswoningen). Als we bewonersgedrag buiten beschouwing laten, kan de benodigde informatie in de meeste gevallen worden verkregen via de corporatie. Koppeling van de verbruiksgegevens op adresniveau is dan wel noodzakelijk (en in beginsel mogelijk ondanks dat dit in dit pilotproject niet is gedaan).

4.5 Conclusie

Voordelen:

1. maatregelen kunnen in principe nauwkeurig worden vastgesteld (via de corporaties is de situatie voor en na renovatie precies vast te stellen)
2. Longitudinaal onderzoek (het is beter mogelijk dan bij cross-sectioneel onderzoek om het effect van de ingreep te isoleren)
3. Grote mate van aansluiting bij de praktijk (renovatie in de voorraad)
4. Bewonersenquête is niet strikt noodzakelijk (omdat maatregelen bekend zijn en verbruik via CBS of corporatie kan worden achterhaald).

Nadelen:

1. Separate effecten van maatregelen kunnen alleen worden onderscheiden bij voldoende projecten en voldoende variatie in de toegepaste maatregelenpakketten.
2. Het genereren van representatieve en betrouwbare uitkomsten vereist vrij uitvoerige controles en voldoende spreiding over soorten projecten.
3. In de praktijk is het beschikbaar en vergelijkbaar maken van gegevens van corporaties een complicerende factor.

Op zichzelf een goede benadering, maar tijdrovend (en kostbaar) om voldoende gegevens te verzamelen om voldoende betrouwbare en valide uitkomsten te genereren.

5. Energielabeldatabase

5.1 Inleiding

SenterNovem beheert de energielabeldatabase. Dit is een database waar adviseurs het energielabel van een woning moeten melden/registreren. De registraties betreffen honderdduizenden woningen en daarmee is de dataset dus veel groter dan WoOn of HOME. Ook bewaart SenterNovem afzonderlijk de gegevens van labelverbeteringen voor dezelfde woning in het kader van monitoring Schoon & Zuinig.

5.2 Welke maatregelen?

Naast het energielabel zelf en het adres van een woning worden in de labeldatabase nog meer gegevens geregistreerd. Het betreft een deel van de input bij bepaling van het energielabel:

- Bouwjaar.
- Renovatiejaar.
- Gebruiksoppervlak.
- Woningtype (Vrijstaande woning, Hoekwoning / twee-onder-één-kap, Tussenwoning, Galerijwoning hoogbouw), Portiekwoning (etage)).
- Daktype (hellend, plat, geen).
- Type ruimteverwarming (individueel, collectief, warmtelevering door derden).
- Warmteopwekkingstoestel (lokale elektrische verwarming, lokale olie/gasverwarming, CR-ketel, VR-ketel, HR100-ketel, HR104-ketel, HR107-ketel, warmtepomp bodem, warmtepomp lucht, warmtepomp grondwater, warmtepomp elektrisch, warmtepomp gasgestookt, warmtelevering door derden, WKK, direct gestookte luchtverwarming, Stoomketel, heet water ketel).
- Warmte opwekkingstoestel locatie (Buiten de thermische schil, Binnen de woning).
- Temperatuur (<35 C, tussen 35 en 55 C, > 55 C).
- Collectieve systemen (capaciteit, aantal aangesloten woningen, capaciteit pomp, individuele meter).

SenterNovem heeft software aangeschaft waarmee labels worden bepaald. Door toepassing van de software zou aan ieder label alle inputgegevens gekoppeld kunnen worden. In die input zitten in principe alle maatregelen uit het EPA maatwerkadvies.

5.3 Beoordeling betrouwbaarheid

De bruikbaarheid van de energielabeldatabase als bron voor besparingskentallen valt en staat met de betrouwbaarheid van de labelopname door de adviseur. Voor de isolatiewaarden is het bijvoorbeeld de vraag of juist wordt in geschat wat de isolatiedikte of Rc-waarde is, of dat hiervoor wederom een aanname wordt gemaakt op basis van het bouwjaar aan de hand van ISSO 82.

Indien SenterNovem erin slaagt via de labelsoftware de input te bepalen zoals de Rc-waarden dan staat in de software ook vermeld hoe de Rc-waarden zijn bepaald (inschatting isolatiedikte door labeladviseur of bepaald aan de hand van bouwjaar).

5.4 Aantal waarnemingen in het bestand

In onderstaande tabel staan het aantal labels uit de labeldatabase, zoals geregistreerd in 2007 en 2008.

Tabel 5.1 *Verdeling labels geristreed in energielabeldatabase in 2007 en 2008*

	2007	2008	Total
Labels won., A	900	11.800	
Labels won., B	5.030	54.330	
Labels won., C	9.980	177.210	
Labels won., D	12.020	190.130	
Labels won., E	11.060	124.110	
Labels won., F	8.800	79.570	
Labels won., G	4.330	36.100	
Totaal	52.120	673.250	725.370

Bron: SenterNovem.

Het aantal geregistreerde labelverbeteringen is beperkt, ca. 10.000. SenterNovem vermoedt dat veel van deze labelverbeteringen geen echte verbeteringen zijn in de zin van renovaties maar correcties van opnames of berekeningen.

5.5 Welke controle variabelen

De energielabeldatabase zegt niets over het energiegebruik en over andere factoren als huishoudsamenstelling en bewonersgedrag.

Het energiegebruik kan worden achterhaald via een koppeling met klantenbestanden van CBS. CBS gaat de klantenbestanden over 2008 pas uitvragen eind 2009 en verwacht die in de zomer van 2010 pas compleet te hebben. Ook de huishoudsamenstelling (aantal leden en leeftijden) kan via koppeling met CBS-bestanden achterhaald worden.

Onbekend is of de standaard jaarverbruiken een goed beeld geeft van het energiegebruik van een specifieke woning voor een specifiek jaar. Wanneer het verbruik niet bepaald is op basis van meterstanden uit het verleden maar is geschat door het energiebedrijf, of er zijn maatregelen genomen in de woning en het standaardjaarverbruik is nog niet aangepast, dan geeft het energiegebruik uit de klantenbestanden mogelijk geen goed beeld voor die specifieke woning

Met de labelverbeteringen kan de situatie voor en na het nemen van een besparingsmaatregel worden onderzocht. Maar de vraag is wanneer het effect van de labelverbetering zichtbaar wordt in de klantenbestanden. Misschien is dat pas een jaar later, in 2009.

Een alternatief is de adressen in de labeldatabase te benaderen en te vragen hun eindafrekening te sturen. Of alleen de adressen met labelverbetering en hen te vragen naar het effect op hun gasverbruik.

Over het bewonersgedrag zegt de labeldatabase en ook de input voor de labelopname niets. De effecten van maatregelen op het gasverbruik kunnen alleen gecontroleerd worden voor bewonersgedrag aan de hand van de huishoudsamenstelling. Wanneer de adressen in de labeldatabase worden benaderd kunnen wel vragen over bewonersgedrag worden gesteld.

5.6 Conclusies

Voordelen:

- In de energielabeldatabase zitten een zeer groot aantal waarnemingen
- Via de labelopname software kunnen gegevens over alle maatregelen uit de ISSO lijst worden verkregen
- Via koppeling met de klanten bestanden kan eenvoudig en snel het energiegebruik van de woningen worden bepaald.

Nadelen

- Koppeling met de klantenbestanden kan nog niet op korte termijn plaats vinden.
- De klantenbestanden zijn gebaseerd op de standaard jaarverbruiken van de energieleveranciers. Onbekend is hoe vaak die standaard jaarverbruiken's worden bijgesteld met opname van meterstanden.

6. Berekeningen DGMR transparant rekenmodel op WoOn data

6.1 Inleiding

Voor het bepalen van het energielabel is een theoretisch (bouwfysisch) model gemaakt: het transparant rekenmodel. Dit model is eind 2008 in opdracht van VROM-WWI al gebruikt door DGMR om voor de respondenten uit het WoON-onderzoek aanvullende maatregelen door te rekenen.

Door te fitten op het werkelijke gasverbruik van de respondent wordt het bewonersgedrag meegenomen. De binnentemperatuur wordt aangepast in de berekening.

Uit de Energiemodule van WoON wordt wel het aantal bewoners overgenomen.

ECN heeft de berekeningen van SPSS overgezet naar een database om eenvoudiger selecties te kunnen maken.

6.2 Welke maatregelen?

Na-isolatie maatregelen: Dakisolatie, vloerisolatie, buitengevel en spouwmuurisolatie, isolerend glas (dubbel- en HR-glas). Verbetering CV en warm tapwater installatie van lokale verwarming of CR/VR-ketels naar HR-combi. Voor ventilatie wordt voor woningen met natuurlijke ventilatie of mechanische afzuiging vraaggestuurde ventilatie meegenomen.

6.3 Aantal waarnemingen in het bestand

Het aantal is gelijk aan WoON, zie Hoofdstuk 2. Aantallen zijn per maatregel lager vanwege uitgangssituatie van sommige woningen waarin geen verbetering meer mogelijk is.

De Rc-waarde van de gebouwschil is overgenomen uit het WoON-onderzoek, dus soms ook ingeschat aan de hand van het bouwjaar of jaar van na-isolatie van de woning.

6.4 Welke controle variabelen?

De besparing van na-isolatie hangt af van een aantal variabelen:

- De Rc-waarde van het te isoleren gebouwdeel voor na-isolatie.
- Het woningtype en het te isoleren oppervlak, dit is bepalend voor het aandeel van een gebouwdeel in het totale schiloppervlak. Bijvoorbeeld een vrijstaand huis heeft meer geveloppervlak dan een tussen woning, waardoor spouwmuurisolatie en buitengevelisolatie meer besparing opleveren.
- De woninggrootte.
- Het bewonersgedrag: het stook en ventilatiegedrag.

6.5 Beschrijving analyse

Er is een analyse gemaakt van de besparingen door vloerisolatie in een tussenwoning. In de installatie en ventilatie zijn geen verbeteringen. Het betreft een analyse op basis van 1158 woningen in de database. De gemiddelde besparing is 114 m³ gas per woning door vloerisolatie (9% van het verbruik voor besparing).

De variatie is echter enorm, het minimum is 2 m³ gasbesparing per woning (0% van verbruik voor besparing) en het maximum 1495 m³ gasbesparing per woning (49% van verbruik voor besparing). De standaarddeviatie is 90 en de mediaan 97.

Binnen het woningtype tussenwoning kan het te isolerend vloeroppervlak nog heel verschillend zijn. De gemiddelde besparing uitgedrukt in m³/m² te isoleren oppervlak is 2,1 m³/m² (9% van verbruik voor besparing). Maar de variatie is wederom enorm tussen 0,1 en 18 m³ gasbesparing m² van het te isoleren oppervlak (0,2% tot 49% van het verbruik voor besparing).

De mediaan is 1,9 m³/m² en de standaarddeviatie 1,3 m³/m².

De vraag is waarom de variatie zo groot is, ook als we woningtype en te isoleren oppervlak meenemen. Er zijn twee factoren die de marge kunnen verklaren; de Rc-waarde van de vloer voor na-isolatie en het bewonersgedrag.

Het effect van de Rc-waarden van de vloer voor na-isolatie zouden we er uit kunnen halen door de waarden te bekijken per bouwjaarklassen. Zie onderstaande tabel.

Tabel 6.1 *Besparing vloerisolatie voor verschillende bouwjaarklassen (in m³ aardgasbesparing per m² te isoleren oppervlak)*

	Gemiddelde	Mediaan	SD	% AVG	% min-max
Totaal	2.10	1.88	1.31	9,6%	0,2 tot 48,7%
Bouwjaar <1930	2.23	1.78	1.90	9,3%	0,2 tot 35,7%
Bouwjaar 1930-1959	2.16	1.91	1.40	9,0%	3,3 tot 37,3%
Bouwjaar 1960-1979	2.06	1.93	1.00	9,8%	7,5 tot 42,5%
Bouwjaar 1980-1994	1.79	1.68	0.79	10,8%	5,7 tot 48,7%

Ook per bouwjaarklasse is de marge erg groot, zowel in de absolute besparing in m³ gas per m² te isoleren oppervlak als in % van het aardgasverbruik voor besparing. Dit ligt vooral aan het feit dat binnen 1 bouwjaarklasse nog veel verschillende Rc-waarden kunnen voorkomen.

Een andere bron voor de grote marge is de binnentemperatuur waarin het bewonersgedrag verwerkt is (om het berekende gasverbruik te fitten met het werkelijke verbruik), maar de factor binnentemperatuur zou geen effect mogen hebben op de procentuele besparing. In de formule $Q=U \cdot A \cdot \Delta T$ is de binnentemperatuur T (en ΔT) immers voor en na besparing hetzelfde. Zie onderstaand rekenvoorbeeld.

Tabel 6.2 *Rekenvoorbeeld effect van oorspronkelijke Rc en binnentemperatuur T op besparing isolatie*

$Q=U \cdot A \cdot (T_{\text{buiten}} - T_{\text{binnen}})$							
Variatie 1: diverse Rc-waarden binnen eenzelfde bouwperiode							
Voor							
Rc	U=1/Rc	A	Tbuiten	Tbinnen	Q (J/s)	Q (MJ/6maand)	
0,5	2	60	0	16,5	1.980	31.819	
1	1	60	0	16,5	990	15.910	
2,5	0,4	60	0	16,5	396	6.364	
Na							
Rc	U=1/Rc	A	Tbuiten	Tbinnen	Q (J/s)	Q (MJ/6maand)	
2,65	0,37	60	0	16,5	374	6.004	
2,65	0,37	60	0	16,5	374	6.004	
2,65	0,37	60	0	16,5	374	6.004	
						Q besparing	% besparing
						25.816	81%
						9.906	62%
						360	6%
Variatie 2: diverse Tbinnen binnen eenzelfde bouwperiode vanwege bewoners invloed							
Voor							
Rc	U=1/Rc	A	Tbuiten	Tbinnen	Q (J/s)	Q (MJ/6maand)	
1	1	60	0	19	1.140	18.320	
1	1	60	0	16,5	990	15.910	
1	1	60	0	13	780	12.535	
Na							
Rc	U=1/Rc	A	Tbuiten	Tbinnen	Q (J/s)	Q (MJ/6maand)	
2,65	0,37	60	0	19	430	6.913	
2,65	0,37	60	0	16,5	374	6.004	
2,65	0,37	60	0	13	294	4.730	
						Q besparing	% besparing
						11.407	62%
						9.906	62%
						7.805	62%
Variatie 3: combinatie van 1 en 2							
Voor							
Rc	U=1/Rc	A	Tbuiten	Tbinnen	Q (J/s)	Q (MJ/6maand)	
0,5	2	60	0	19	2.280	36.641	
1	1	60	0	16,5	990	15.910	
2,5	0,4	60	0	13	312	5.014	
Na							
Rc	U=1/Rc	A	Tbuiten	Tbinnen	Q (J/s)	Q (MJ/6maand)	
2,65	0,37	60	0	19	430	6.913	
2,65	0,37	60	0	16,5	374	6.004	
2,65	0,37	60	0	13	294	4.730	
						Q besparing	% besparing
						29.727	81%
						9.906	62%
						284	6%

Theoretisch gezien zijn er nog veel meer factoren die effect hebben op de procentuele besparing van isolatie. De besparing van isolatie wordt in het transparant rekenmodel bepaald doordat er door het te isoleren schildeel minder transmissieverlies optreedt. De totale gasvraag voor ruimteverwarming wordt echter mede bepaald door: transmissieverlies door overige schildelen (inclusief glas), ventilatieverliezen (type ventilatiesysteem), warmtewinst door glas (oriëntatie, glasoppervlak en ZTA-factor glas) en warmtewinst door personen. Al deze factoren kunnen per woning verschillend zijn waardoor de procentuele besparing op de totale gasvraag voor ruimte-

verwarming, ook bij dezelfde Rc-waarden voor en na-isolatie en dezelfde binnentemperatuur verschillend zijn. Zie de berekeningen in Bijlage A. De absolute besparing in m³ per woning lijkt daarom een betere maat dan een percentage van de oorspronkelijke gasvraag.

De database met de DGMR-berekeningen is niet geschikt om voor al deze factoren te corrigeren, omdat de selecties dan te klein worden. Je houdt uiteindelijk 1 woning over, gebaseerd op 1 respondent uit het WoON-onderzoek met zijn toevallige bewonersgedrag (aantal personen en binnentemperatuur). Het lijkt daarom beter in de berekeningen die voor de energiebesparingsverkenner zijn gemaakt variaties aan te brengen gebaseerd op bewonersgedrag zoals dat in WoON is gemeten en door variaties in de overige factoren die van invloed zijn op de totale gasvraag zoals hierboven genoemd.

6.6 Conclusies

De DGMR-berekeningen met het transparant rekenmodel op de WoON-data laten een grote spreiding zien in de besparing door na-isolatie, zowel in absolute m³ gas als in % van het verbruik voor besparing. Dit wordt vooral veroorzaakt door de Rc-waarde van het te isoleren bouwdeel voor na-isolatie. Die Rc-waarde voor na-isolatie laat ook per bouwjaarklasse een spreiding zien.

De besparing van isolatie wordt in het transparant rekenmodel bepaald doordat er door het te isoleren schildeel minder transmissieverlies optreedt. De totale gasvraag voor ruimteverwarming wordt echter mede bepaald door: transmissieverlies door overige schildelen (inclusief glas), ventilatieverliezen (type ventilatiesysteem), warmtewinst door glas (oriëntatie, glasoppervlak en ZTA-factor glas) en warmtewinst door personen.

De database met de DGMR-berekeningen is niet geschikt om voor al deze factoren te corrigeren, omdat de selecties dan te klein worden. Het lijkt daarom beter in de berekeningen die voor de energiebesparingsverkenner zijn gemaakt variaties aan te brengen gebaseerd op bewonersgedrag zoals dat in WoON is gemeten en door variaties in de overige factoren die van invloed zijn op de totale gasvraag zoals hierboven genoemd.

7. Conclusies

Doel van deze inventarisatie is te onderzoeken of het mogelijk is kentallen te bepalen voor besparingsmaatregelen in de bestaande woningbouw, het liefst op basis van werkelijke energiegebruiken. Gekeken is naar alle besparingsmaatregelen uit de ISSO publicatie 82.2 Handleiding EPA-W maatwerkadvies (zie Tabel 7.1). Als data bronnen zijn onderzocht: HOME, WoON, de energielabeldatabase, en DGMR-berekeningen met het transparant rekenmodel en nieuw te verzamelen data. In deze paragraaf volgt eerst een samenvatting van de bevindingen, gevolgd door aanbevelingen voor het daadwerkelijk bepalen van kentallen. De bevindingen hebben betrekking op de volgende vragen:

- Wordt de besparing bepaald op basis van werkelijk verbruik?
- Voor welke maatregelen is het mogelijk op basis van bestaande data analyses te maken van de energiebesparing. Is de beschikbare informatie in de bronnen toereikend?

7.1 Bevindingen

7.1.1 Wordt de besparing bepaald op basis van werkelijk gasverbruik?

HOME is de enige bron waarin het gasverbruik van woningen is bepaald op basis van meterstanden. Het gasverbruik in WoON is ontleend aan de klantenbestanden van CBS gebaseerd op de standaard jaarverbruiken van de energiebedrijven. En ook voor de methode die is ontwikkeld in het kader van de pilot ‘Monitoringstudie Energiebesparing Bestaande Woningbouw’ wordt voor het bepalen van individueel gasverbruik gebruik gemaakt van deze CBS-gegevens. CBS heeft de klantenbestanden vergeleken met HOME-cijfers, niet op respondentniveau maar wel de gemiddelden. Daaruit bleek dat het gasverbruik van een woning op basis van standaard jaarverbruiken gemiddeld iets hoger is dan het gemeten gasverbruik in HOME. Verondersteld wordt dat dit wordt veroorzaakt door een opslag op de voorschotnota, omdat energieleveranciers willen voorkomen dat huishoudens moeten bijbetalen in koude winters.

Dat WoON gemiddeld een hoger gasverbruik hanteert maakt voor de beoogde statistische analyses in beginsel niet uit. De besparing wordt bepaald door woningen met en zonder een besparingsmaatregel met elkaar te vergelijken. Als in beide gevallen het gasverbruik wordt overschat maakt dat voor het vaststellen van een besparing niet uit. Wat we niet weten is of de standaard jaarverbruiken een goed beeld geeft van het energiegebruik van een specifieke woning voor een specifiek jaar. Wanneer het verbruik niet bepaald is op basis van meterstanden uit het verleden maar is geschat door het energiebedrijf, of er zijn maatregelen genomen in de woning en het standaardjaarverbruik is nog niet aangepast, dan geeft het energiegebruik uit de klantenbestanden mogelijk geen goed beeld voor die specifieke woning. Daardoor wordt de onbetrouwbaarheid van de gegevens vergroot en is het moeilijker om besparingseffecten vast te stellen.

Bewonersgedrag wordt in de energielabelsoftware niet meegenomen, per definitie geeft het energielabel de energieprestatie van de woning ongeacht het bewonersgedrag. Uit de koppeling met de CBS-klantenbestanden zal wel een effect van bewonersgedrag blijken wanneer woningen met hetzelfde pakket aan maatregelen een verschillend gasverbruik hebben. Het bewonersgedrag uit zich dan in het effect van een besparingsmaatregel. De effecten van maatregelen kunnen niet gecontroleerd worden op bewonersgedrag, hoogstens op huishoudkenmerken via koppeling met andere CBS-bestanden. Bij koppeling van de energielabeldatabase met de CBS-klantenbestanden is een vertragingseffect tussen het nemen van maatregelen en het aanpassen van de standaard jaarverbruiken een cruciaal punt bij het meten van de besparing. De DGMR-berekeningen maken gebruik van de WoON-data en ook daarin zijn de gasverbruiken ontleend aan de klantenbestanden van CBS. Het gedrag van bewoners is in de DGMR-berekeningen

meegenomen door voor iedere respondent het gasverbruik uit het transparant rekenmodel te fitten met het gasverbruik via het bepalen van de binnentemperatuur. In feite is alle gedrag in een stookfactor gestopt. Niet bekend is of het gedrag van de respondenten in WoON representatief is. Dat zou wel gecheckt kunnen worden.

Bij nieuw te verzamelen data via renovatieprojecten van woningcorporaties kan de besparing worden bepaald door het verbruik voor en het verbruik na het nemen van besparingsmaatregelen op adresniveau met elkaar te vergelijken. Bij de methode die in de pilot is gehanteerd, zijn de verbruiken ontleend aan de klantenbestanden van CBS. Het is echter ook mogelijk om die verbruiken door opname van meterstanden (via vragenlijsten of via slimme meters) te verkrijgen, waardoor bezwaren over de validiteit van de verbruiksgegevens kunnen worden ondervangen. Meting via vragenlijsten levert meestal wel weer responsuitval op, wat op zichzelf ook weer nadelig is voor de validiteit van de gegevens. Bij longitudinale metingen geldt wel dat goede controle nodig is of in de tussentijd wijzigingen hebben plaats gevonden die het energieverbruik hebben beïnvloed, bijvoorbeeld leegstand, andere bewoners, ander bewonersgedrag.

7.1.2 Voor welke besparingsmaatregelen zijn bronnen bruikbaar?

Isolatiemaatregelen

In HOME is geen informatie beschikbaar over de kwaliteit van isolatie (de Rc- of U-waarden) van de woning. Over de besparing door isolatiemaatregelen kan op basis van HOME dus niets worden gezegd. Wel wordt in HOME gevraagd of respondenten in het afgelopen jaar isolatiemaatregelen hebben toegepast maar de aantallen zijn te klein om daarop een analyse te baseren.

In het WoON-bestand is ook geen informatie beschikbaar over de Rc-waarde van de woningschil. Uit notities van DGMR (E.2008.0934.00R001 Uitgangspunten voor EI berekeningen) blijkt dat bij de inspecties ook niet altijd de Rc-waarde van de gebouwdelen kon worden bepaald. Wanneer onbekend is of er isolatie aanwezig is, of wanneer de dikte onbekend is, zijn de default waarden aangehouden afhankelijk van het bouwjaar uit de ISSO-publicatie 82 deel 1. Wanneer een schildeel wel geïsoleerd is, maar de isolatiedikte is onbekend, dan zijn default waarden gebruikt afhankelijk van het bouwjaar of het jaar van na-isolatie.

Als isolatiewaarden worden berekend op basis van bouwjaar en/of jaar van na-isolatie leidt dat logischerwijs tot een grote samenhang tussen de isolatiewaarden van gevel, dak en vloer. Dat leidt ertoe dat in het effect van bijvoorbeeld gevelisolatie op het gasverbruik ook een effect van isolatie van de andere schildelen zit. De effecten van de verschillende schildelen zijn niet van elkaar te onderscheiden omdat de Rc-waarden van de verschillende schildelen geschat worden op basis van dezelfde parameters en dus per definitie met elkaar samenhangen. Deze zogenaamde multicollineariteit maakt WoON ongeschikt om de afzonderlijke besparingseffecten van isolatie van dak, vloer of gevel te bepalen. Wel kan het bouwjaar als maat voor de isolatiegraad van de totale schil worden gebruikt, bijvoorbeeld als controlevariabele bij analyse van de besparing van andere maatregelen.

In de DGMR-berekeningen zitten dezelfde veronderstellingen als in WoON wat betreft de Rc-waarden van de woningschil. Uitgaande van een bepaalde Rc-waarde levert na-isolatie wel een besparing op, maar dat is dan wel gebaseerd op theoretische berekeningen. De DGMR-berekeningen met het transparant rekenmodel op de WoON-data laten een grote spreiding zien in de besparing door na-isolatie. Dat lijkt echter niet alleen het effect te zijn van bewonersgedrag maar ook van allerlei andere verschillen tussen de woningen in het bestand. De besparing van isolatie wordt in het transparant rekenmodel bepaald doordat er door het te isoleren schildeel minder transmissieverlies optreedt. De totale gasvraag voor ruimteverwarming wordt echter mede bepaald door: transmissieverlies door overige schildelen (inclusief glas), ventilatieverliezen (type ventilatiesysteem), warmtewinst door glas (oriëntatie, glasoppervlak en ZTA-factor

glas) en warmtewinst door personen. De database met de DGMR-berekeningen is niet geschikt om voor al deze factoren te corrigeren, omdat de selecties dan te klein worden.

Bij nieuw te verzamelen data zullen in de meeste renovatieprojecten meerdere maatregelen tegelijkertijd worden genomen. Daardoor kunnen de effecten van de separate maatregelen niet eenvoudig worden vastgesteld. Het vaststellen van effecten van separate maatregelen is alleen mogelijk als:

- Voldoende projecten kunnen worden gevonden waarin slechts een maatregel is getroffen of
- wanneer voldoende projecten met verschillende pakketten maatregelen kunnen worden ‘gekruist’ om tot een inschatting van specifieke maatregelen te komen.

Separate effecten van maatregelen kunnen alleen worden onderscheiden bij voldoende projecten en voldoende variatie in de toegepaste maatregelenspakketten.

Overige maatregelen

Veel maatregelen uit de ISSO lijst komen nog te weinig voor in HOME en WoON om via statistische analyse de besparing te bepalen. In Tabel 7.1 wordt dit aangeduid met ‘kleine N’. Voor sommige maatregelen kan naar verwachting op basis van WoON en/of HOME wel een effect op het gasverbruik worden bepaald: kierdichting, mechanische ventilatie, HR-ketel, leidingisolatie, thermostaatkranen op radiatoren en waterbesparende douchekop. In Tabel 7.1 wordt dit aangeduid met ‘+’. Voor enkele van deze maatregelen zal mogelijk geen significant verschil worden gevonden, dan moet geconcludeerd worden dat de besparingsmaatregel een verwaarloosbaar effect heeft op het werkelijke verbruik. Maatregelen waarvoor dit waarschijnlijk lijkt op basis van voorlopige analyses zijn in Tabel 7.1 aangeduid met ‘niet significant’.

Tabel 7.1 *Informatie over maatregelen uit EPA maatwerkadvies*

Besparingsmaatregel	WoON	HOME	DGMR
Isolatie			
Gevelisolatie (buiten/spouw/binnen)	- Isolatie hangt samen!	-geen Rc	+
Dakisolatie (hellend koud-dak/warm-dak /omgekeerd)	- Isolatie hangt samen!	-geen RC	+
Begane grond vloer isolatie (bovenzijde/onderzijde/bodem)	- Isolatie hangt samen!	-geen RC	+
Isolerende beglazing (ramen/deuren/kozijnen)	+ (geen U, vooral onderscheid enkel en dubbelglas)	-geen U	+
Isolatie zoldervloer	- kleine N	-geen info	+
Kierdichting	+	-geen info	- geen info
Ventilatie			
Mechanische afzuiging	+	+	- geen info
Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning	- kleine N	-geen info	- geen info
Voorverwarming van ventilatielucht door middel van een serre	- kleine N	-geen info	- geen info
Gelijkstroomventilator	- geen info	-geen info	- geen info
Vraaggestuurde ventilatie	- kleine N	-geen info	+
Ruimteverwarming			
VR/HR-100/HR-104/HR-107	+	+	+
Zonnegascombi	- geen info	-geen info	- geen info
Elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming	- kleine N	-geen info	- geen info
Gebouwgebonden warmte/kracht installatie	- kleine N	-geen info	- geen info
Warmtelevering door derden	- geen info over	geen info over	- geen info

	opwekking	opwekking	
Aanvoertemperatuur lager dan 55 °C	- geen info	- geen info	- geen info
Individuele bemetering	- geen info	- geen info	- geen info
Pompschakeling	- geen info	- geen info	- geen info
Leidingisolatie	+ niet significant	+	- geen info
Beperking van de leidinglengte	- geen info	- geen info	- geen info
Stooklijngeregelde keteltemperatuur (optimale regeling)	- geen info	- geen info	- geen info
Thermostaatkranen op radiatoren	+ niet significant	- geen info	- geen info
Inregelen van verwarmingsinstallaties	- geen info	- geen info	- geen info
Warm tapwater			
Doorstroom combiketel/combiketel met voorraadvat met VR/HR-100/HR-104/HR-107	+	+	+
Gasboiler	- kleine N	- kleine N	- geen info
Warmtepompboiler	- kleine N	- kleine N	- geen info
Leidingisolatie	zie ruimteverwarming	+ zie ruimteverwarming	- geen info
Beperking van de leidinglengte	- geen info	- Geen info	- geen info
Waterbesparende douchekop	+	+	- geen info
Zonne-energiesystemen			
Zonneboiler	-kleine N	+	+
Zonneboilercombi	-kleine N	- Geen info	- geen info
PV cellen	-kleine N	- Niet zinvol	- geen info

Een alternatief voor de genoemde bronnen is de energielabel database. In de labeldatabase zit alleen het energielabel en het bouwjaar, woningtype, gebruiksoppervlak en de opwektechniek voor verwarming. SenterNovem heeft echter software aangeschaft waarmee labels worden bepaald. Door toepassing van de software zouden aan ieder label de inputgegevens gekoppeld kunnen worden. In die input zitten in principe alle maatregelen uit het EPA maatwerkadvies. Via koppeling met de CBS-klientenbestanden kan het gasverbruik van de woningen worden bepaald (waarbij dan weer de eerder genoemde beperkingen gelden) waarmee vervolgens besparingskentallen kunnen worden afgeleid. De validiteit en betrouwbaarheid van de uitkomsten van deze methode zijn in belangrijke mate afhankelijk van de nauwkeurigheid van de labelopname door de EPA adviseur. Het risico bestaat dat bij de labelopname voor de isolatiegraad van de woning dezelfde waarden gekoppeld aan bouwjaar uit ISSO 82 worden gebruikt. In de software moet een labeladviseur wel aangeven of hij default waarden gebruikt of een eigen inschatting heeft gemaakt. Voor de afleiding van de kentallen zou dan een beperking kunnen worden gehanteerd tot de 'eigen inschattingen'. Als daar voldoende waarnemingen van zijn, kan het probleem van de multicollineariteit van isolatiemaatregelen van verschillende schildelen bij het gebruik van de energielabeldatabase worden voorkomen.

7.2 Aanbevelingen

Na inventarisatie van de verschillende bronnen komen we tot de volgende aanbevelingen. Veel besparingsmaatregelen uit de lijst voor het EPA maatwerkadvies komen nog te weinig voor in HOME en WoON om via statistische analyse de besparing te bepalen. Met de energielabeldatabase kan in principe wel informatie over alle besparingsmaatregelen uit de lijst worden verkregen. Voorwaarde is dat het SenterNovem lukt met de labelsoftware de input aan de labels te koppelen. Ook verdient het de aanbeveling om te onderzoeken in welke mate de gasverbruiken in de klientenbestanden gebaseerd zijn op opname van meterstanden of inschatting van de energieleveranciers en welke vertraging er zit tussen het nemen van besparingsmaatregelen en aanpassen van de standaard jaarverbruiken. Wanneer we willen kijken naar de labels in de database uit 2008 is een koppeling nodig met de klientenbestanden van 2008. De klientenbestanden voor 2008 zijn echter pas halverwege 2010 beschikbaar. Mogelijk is ook een koppeling met de

klantenbestanden van 2009 nodig, wanneer een energielabel is aangevraagd nadat besparingsmaatregelen zijn getroffen en het standaardjaarverbruik pas in 2009 wordt aangepast.

Gebruik van de energielabeldatabase is aan te bevelen boven het opnieuw verzamelen van data. Op zichzelf is dataverzameling via renovatieprojecten van woningcorporaties een goede benadering, maar het is tijdrovend (en kostbaar) om voldoende gegevens te verzamelen om betrouwbare en valide uitkomsten te genereren.

Omdat koppeling tussen de energielabeldatabase en de klantenbestanden niet op korte termijn kan plaats vinden, zou SenterNovem in de tussentijd wel de bestaande datasets HOME en WoON kunnen benutten voor zover deze bruikbaar zijn. Voor enkele maatregelen kunnen deze datasets worden gebruikt : kierdichting, mechanische ventilatie, HR-ketel, leidingisolatie, thermostaatkranen op radiatoren en waterbesparende douchekop. Het verdient aanbeveling HOME en WoON naast elkaar te hanteren, om te kijken of de resultaten vergelijkbaar zijn.

In de energiebesparingsverkenner van SenterNovem zitten wel al theoretische besparingen voor isolatiemaatregelen, HR-ketel en zonneboiler. Deze zitten in een software pakket op internet waarin de input, zoals woningtype, bouwjaar en huishoudgrootte, bepalend is voor de uitkomsten. De kentallen voor besparingsmaatregelen wil SenterNovem overzichtelijk op een rijtje op papier. Het verdient aanbeveling de uitkomsten van de energiebesparingsverkenner in tabellen weer te geven als startpunt voor onderzoek naar de spreiding door variatie in bewonersgedrag. De theoretische waardes kunnen dan worden vergeleken met de gevonden waarden op basis van werkelijke gasverbruiken. Waarschijnlijk moeten de besparingen van bepaalde maatregelen in tabellen worden gezet afhankelijk van bepaalde woningkenmerken of huishoudgrootte. Die afhankelijkheid van woningkenmerken moet in de methode voor de bepaling van besparingen op basis van werkelijke gasverbruiken ook worden meegenomen.

Om te komen tot een overzicht van besparingskentallen voor alle besparingsmaatregelen uit het EPA is een vervolgtraject wenselijk waarbij stapsgewijs tot een volledige 'vulling' zal worden gekomen. Daarbij is het aan te bevelen om te putten uit meerdere beschikbare bronnen. We onderscheiden de volgende fasen in een dergelijk traject:

1. Opstellen structuur van rapportage en theoretische besparingen, inclusief relevante 'controlekenmerken' per maatregel.
2. Bepalen van kentallen op basis van werkelijke verbruiken voor de set van maatregelen die met bestaande bestanden (HOME en WoON) kunnen worden afgeleid
3. Nadere verkenning en eventueel optimalisering gebruiksmogelijkheden energielabeldatabase (nauwkeurigheid label-opnames, inschattingen Rc-waarden, koppeling met GBA-gegevens).
4. Nadere verkenning en eventueel optimalisering van gebruiksmogelijkheden klantenbestanden CBS (verkenning verschillen in periodiciteit van actualisering en ontwikkelen van selectieprocedure t.b.v. de meest bruikbare gegevens).
5. Selectie bruikbare cases en bepalen van kentallen op basis van werkelijke verbruiken voor de resterende maatregelen met de Energielabeldatabase.
6. Nadere validatie en herijking van de kentallen die met HOME en WoON zijn bepaald met behulp van de Energielabeldatabase
7. Optioneel: monitoring van de relatie tussen de uitkomsten van de ontwikkelde algemeen geldende kentallen en de toepassing van maatregelen in concrete projecten van corporaties

Bijlage A Voorbeeldberekeningen afhankelijkheid factoren in warmteverliesberekening

In rood zijn steeds de variaties op de eerste warmteverliesberekening aangegeven.

	Voor		Na	
Transmissieverlies vloer Htr_vloer (invloed Rc):	400	100	300	25,00%
Transmissieverlies rest Htr (ook U raam):	1000		1000	
Ventilatieverlies Hvent:	40		40	
Totaal warmteverlies (Qverlies):	1440		1340	
Warmtewinst Qzon(ook orientatie, opp raam en ZTA):	120		120	
Warmtewinst interne productie Qint:	200		200	
Totaal warmtewinst (Qwinst):	320		320	
Warmtebehoefte Qwp:	1120		1020	
Eff:				Eff:
				90%
Gasverbruik:	1244	111	1133	
Besparing in %		9%		
	Voor		Na	
Transmissieverlies vloer Htr_vloer (invloed Rc):	200	50	150	25,00%
Transmissieverlies rest Htr (ook U raam):	1000		1000	
Ventilatieverlies Hvent:	40		40	
Totaal warmteverlies (Qverlies):	1240		1190	
Warmtewinst Qzon(ook orientatie, opp raam en ZTA):	120		120	
Warmtewinst interne productie Qint:	200		200	
Totaal warmtewinst (Qwinst):	320		320	
Warmtebehoefte Qwp:	920		870	
Eff:				Eff:
				90%
Gasverbruik:	1022	56	967	
Besparing in %		5%		

	Voor		Na	
Transmissieverlies vloer Htr_vloer (invloed Rc):	400	100	300	
Transmissieverlies rest Htr (ook U raam):	500		500	
Ventilatieverlies Hvent:	40		40	
Totaal warmteverlies (Qverlies):	940		840	
Warmtewinst Qzon(ook orientatie, opp raam en ZTA):	120		120	
Warmtewinst interne productie Qint:	200		200	
Totaal warmtewinst (Qwinst):	320		320	
Warmtebehoefte Qwp:	620		520	
Eff:				Eff:
90%				90%
Gasverbruik:	689	111	578	
Besparing in %		16%		
	Voor		Na	
Transmissieverlies vloer Htr_vloer (invloed Rc):	400	100	300	
Transmissieverlies rest Htr (ook U raam):	1000		1000	
Ventilatieverlies Hvent:	1		1	
Totaal warmteverlies (Qverlies):	1401		1301	
Warmtewinst Qzon(ook orientatie, opp raam en ZTA):	120		120	
Warmtewinst interne productie Qint:	200		200	
Totaal warmtewinst (Qwinst):	320		320	
Warmtebehoefte Qwp:	1081		981	
Eff:				Eff:
90%				90%
Gasverbruik:	1201	111	1090	
Besparing in %		9%		

	Voor		Na	
Transmissieverlies vloer Htr_vloer (invloed Rc):	400	100	300	
Transmissieverlies rest Htr (ook U raam):	1000		1000	
Ventilatieverlies Hvent:	40		40	
Totaal warmteverlies (Qverlies):	1440		1340	
Warmtewinst Qzon(ook orientatie, opp raam en ZTA):	60		60	
Warmtewinst interne productie Qint:	200		200	
Totaal warmtewinst (Qwinst):	260		260	
Warmtebehoefte Qwp:	1180		1080	
Eff:				Eff:
90%				90%
Gasverbruik:	1311	111	1200	
Besparing in %		8%		
	Voor		Na	
Transmissieverlies vloer Htr_vloer (invloed Rc):	400	100	300	
Transmissieverlies rest Htr (ook U raam):	1000		1000	
Ventilatieverlies Hvent:	40		40	
Totaal warmteverlies (Qverlies):	1440		1340	
Warmtewinst Qzon(ook orientatie, opp raam en ZTA):	120		120	
Warmtewinst interne productie Qint:	100		100	
Totaal warmtewinst (Qwinst):	220		220	
Warmtebehoefte Qwp:	1220		1120	
Eff:				Eff:
90%				90%
Gasverbruik:	1356	111	1244	
Besparing in %		8%		
	Voor		Na	
Transmissieverlies vloer Htr_vloer (invloed Rc):	400	100	300	
Transmissieverlies rest Htr (ook U raam):	1000		1000	

Ventilatieverlies Hvent:	40	40
Totaal warmteverlies (Qverlies):	1440	1340
Warmtewinst Qzon(ook orientatie, opp raam en ZTA):	120	120
Warmtewinst interne productie Qint:	200	200
Totaal warmtewinst (Qwinst):	320	320
Warmtebehoefte Qwp:	1120	1020

Eff:
70%

Eff:
70%

		143	
Gasverbruik:	1600		1457
Besparing in %		9%	
