

EPA Woningen

Nadere invulling van de EPA doelstelling voor woningen

H. Jeeninga
M. Beeldman
P.G.M. Boonekamp

Verantwoording

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van Novem in het kader van het programma EPA en staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7310. Contactpersoon namens Novem was drs. C.J. Hoogelander.

Abstract

Recently, the Dutch government has set a CO₂ reduction target of 2 Mton in 2010 for dwellings built before 1995. The additional reduction of 2 Mton CO₂ has to be achieved in 2010 in comparison to the 1995 emission level. Since it is expected that within the same period the CO₂ emissions will drop autonomously by 3,5 Mton, the total CO₂ reduction target for existing dwellings is set at 5,5 Mton for 2010. By establishing an Energy Performance Audit (EPA) for existing dwellings, an important option for achieving the CO₂ reduction target has been developed. In order to be able to monitor the progress of the EPA, it is necessary to establish sub-targets for CO₂ reduction. On behalf of Novem, ECN has investigated the possibility to develop these sub-targets. By means of model calculations, the increase in penetration rate of energy conservation measures leading to a total CO₂ reduction of 5,5 Mton has been determined. Next, a subdivision of the development of the penetration rate has been made based on differences in date of construction, ownership and the type of dwelling. Finally, by means of a theoretical approach, an estimate of the development of the number of EPA's as well as the average saving per EPA is made.

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. HET GC-SCENARIO EN DE DOELSTELLING VAN DE UITVOERINGSNOTA KLIMAATBELEID	8
2.1 Lange termijn verkenningen	8
2.2 Uitvoeringsnota Klimaatbeleid	8
2.3 Het Energie Prestatie Advies	9
2.4 Het GC-scenario	10
2.5 Update scenario en modelinput	10
2.6 Consistentie scenario's en onzekerheden	11
3. BEPALEN SUBDOELSTELLINGEN EPA	13
3.1 Beschrijving van het bestand aan bestaande woningen	13
3.1.1 Opbouw van het woningbestand	13
3.1.2 Verwarmingssystemen	14
3.1.3 Woningisolatie	16
3.2 Bepaling van de ontwikkeling van besparingsmaatregelen.	17
3.2.1 Jaargangenaanpak, referentietechniek en autonome efficiëntieverbetering	18
3.2.2 Robuustheid van de autonome ontwikkeling	18
3.3 Ontwikkeling besparingsmaatregelen in GC-EPA	21
3.3.1 Meerinvesteringen en subsidies	22
3.3.2 CO2 reductie en kosteneffectiviteit	23
3.4 Vertaling naar doelstellingen per deelsegment	25
3.4.1 Ontwikkeling per bouwjaarklasse	27
3.4.2 Ontwikkeling naar type woning	28
3.4.3 Ontwikkeling naar eigendomsverhouding	29
4. ONTWIKKELING VAN HET AANTAL EPA'S	33
4.1 Uitgangspunten en aannames	33
4.2 Verloop van de ontwikkeling van het aantal EPA's	34
4.3 Ontwikkeling van de aan EPA gekoppelde energiebesparing	36
4.4 Monitoring van het EPA-besparingseffect	38
5. SAMENVATTING EN DISCUSSIE	39
5.1 Robuustheid en onzekerheden	39
5.2 Invulling van de reductiedoelstelling	40
5.3 Ontwikkeling van het aantal EPA's	40
REFERENTIES	42
BIJLAGE A	44
BIJLAGE B	46

SAMENVATTING

In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is een CO₂ reductie doelstelling van 2 Mton in 2010 voor woningen gebouwd voor 1995 opgenomen. Deze reductie dient te worden behaald ten opzichte van reeds bestaand beleid. Verondersteld wordt dat autonoom voor deze categorie woningen een CO₂ reductie plaatsvindt van 3,5 Mton, zodat in 2010 de totale CO₂ emissie 5,5 Mton lager dient te liggen dan in 1995. Het Energie Prestatie Advies (EPA) vormt in combinatie met de Energiepremieregeling een belangrijk instrument bij het bereiken van deze doelstelling. Om na te kunnen gaan of het huidige besparingstempo inclusief het additionele effect van het EPA daadwerkelijk leidt tot het bereiken van de totale beoogde reductiedoelstelling, is het noodzakelijk tussendoelstellingen te formuleren op basis waarvan de voortgang van de efficiëntieverbetering kan worden gemonitord. In opdracht van Novem is door ECN nadere invulling gegeven aan de totale reductiedoelstelling en zijn door middel van modelberekeningen subdoelstellingen bepaald naar bouwjaarklasse, eigendomsverhouding en type woning. Opgemerkt dient te worden dat dit onderzoek niet bedoeld is om uitspraken te doen omtrent de haalbaarheid van de beoogde reductiedoelstelling. Het EPA bevindt zich momenteel in de experimentele fase en de wijze waarop het EPA zal worden vormgegeven in de periode tot 2010 is daardoor nog niet duidelijk. Door middel van een theoretische analyse is een verband gelegd tussen de ontwikkeling van het aantal afgenomen EPA's en de gemiddelde besparing die per EPA dient te worden behaald opdat voldaan wordt aan de reductiedoelstelling van 5,5 Mton CO₂. Door het variëren van zowel de totale looptijd van het EPA alsmede het percentage van de woningvoorraad dat uiteindelijk door middel van een EPA wordt gekeurd, wordt een bandbreedte bepaald voor onder meer het maximum aantal EPA's dat in een bepaald jaar dient te worden uitgevoerd evenals de benodigde besparing die door middel van het EPA dient te worden behaald.

1. INLEIDING

In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is uitgewerkt op welke manier de Nederlandse overheid met binnenlandse maatregelen aan de verplichtingen uit het Kyoto-protocol wil gaan voldoen. Van de gebouwde omgeving wordt ten opzichte van reeds bestaand beleid een extra reductie van 3 Mton verwacht in 2010, waarvan 2 Mton in de bestaande woningbouw. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid wordt uitgegaan van een additionele reductie van 2 Mton CO₂ voor de bestaande bouw. Veronderstelt wordt dat de autonome CO₂ reductie 3,5 Mton bedraagt in de periode 1995 - 2010. De totale CO₂-reductie in de bestaande bouw komt hiermee uit op 5,5 Mton in 2010. De invulling van deze totale reductiedoelstelling van 5,5 Mton CO₂ voor de bestaande bouw vormt het uitgangspunt voor deze studie. De instelling van de regeling EnergiePrestatieAdvies voor woningen (EPA-W) vormt een belangrijk instrument om deze reductie te bereiken. In een EPA-W wordt zowel een beschrijving gegeven van de energetische kwaliteit van de woning, alsmede de te verwachten energiebesparing en terugverdientijd van mogelijke besparingsmaatregelen. Diegenen die op grond van het EPA één of meer maatregelen treffen, krijgen de kosten van dit EPA vergoed.

Bij de ontwikkeling van het EPA wordt veel aandacht besteed aan monitoring. Voor een effectieve monitoring is het wenselijk dat er duidelijke doelen zijn geformuleerd. De doelstellingen zoals die zijn opgenomen in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, zijn afgeleid van het Optiedocument voor emissiereductie van Broeikasgassen, dat ECN en RIVM in 1998 hebben uitgebracht (Optiedocument 1998). De doelstellingen zijn echter nog te weinig concreet als basis voor de monitoring. Novem heeft ECN daarom verzocht een voorstel te doen om te komen tot verdere concretisering van de doelen voor het EPA-W. Met nadruk wordt er op gewezen dat dit onderzoek niet beoogt uitspraken te doen omtrent de haalbaarheid van de beoogde emissiereductiedoelstelling. De emissiereductiedoelstelling vormt het uitgangspunt waartegen subdoelstellingen worden geformuleerd. Tevens zijn er meerdere manieren mogelijk om invulling te geven aan de beoogde reductiedoelstelling.

In Hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de achtergrond waartegen de bepaling van de invulling van de subdoelstelling van het EPA is uitgevoerd. Hierbij wordt ingegaan op de beleidsnota's die aan de totale reductiedoelstelling ten grondslag liggen. Tevens wordt een korte beschrijving gegeven van het Global Competition scenario (GC) dat in het kader van deze studie als referentiescenario is gehanteerd. In Hoofdstuk 3 is de totale reductiedoelstelling voor de bestaande bouw van 5,5 Mton CO₂ uitgewerkt. Allereerst wordt een beschrijving gegeven van de opbouw van het woningbestand aan woningen gebouwd voor 1995. Vervolgens is door middel van modelberekeningen de autonome ontwikkeling van energiebesparingsmaatregelen bepaald, alsmede de (additionele) ontwikkeling waarmee wordt voldaan aan de totale reductiedoelstelling. Hierbij is tevens de totale (meer)investering, subsidie en kosteneffectiviteit bepaald. Tot slot is de ontwikkeling op nationale schaal vertaald naar doelstellingen per deelsegment. Hierbij is een onderscheid gemaakt naar bouwjaarklasse, het type woning en de eigendomsverhouding. In Hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de mogelijke ontwikkeling van het EPA in de tijd en de hieraan gekoppelde consequenties voor de gemiddelde (additionele)besparing die per EPA dient te worden behaald. Hierbij zijn een aantal varianten gepresenteerd op basis waarvan inzicht kan worden verkregen met betrekking tot het effect van zowel de periode waarin het EPA wordt ingezet als het totaal aantal woningen dat uiteindelijk een EPA ontvangt. Tot slot worden in Hoofdstuk 5 ingegaan op de belangrijkste conclusies die op basis van de modelberekeningen en de analyse van de ontwikkeling van het aantal EPA's kunnen worden getrokken.

2. HET GC-SCENARIO EN DE DOELSTELLING VAN DE UITVOERINGSNOTA KLIMAATBELEID

De doelstellingen voor het Energieprestatie-advies voor woningen (EPA-W) zijn geformuleerd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid deel 1, die juni 1999 is verschenen. De doelstellingen zijn daarin geformuleerd ten opzichte van het Global Competition (GC) scenario, zoals dat in het kader van de Lange Termijn Verkenningen onder coördinatie van het Centraal Planbureau is opgesteld. Om de achtergrond van deze doelstelling beter te kunnen plaatsen en om de doelstelling te vertalen in aanknopingspunten voor het monitoringprogramma, wordt in dit hoofdstuk een korte kenschets gegeven van het GC-scenario, alsmede de daaruit afgeleide doelstelling.

2.1 Lange termijn verkenningen

De lange-termijn-verkenningen (LTV) zijn in 1997 gepubliceerd middels de publicatie 'Economie en fysieke omgeving' van het CPB (CPB, 1997). Doel van de publicatie is vragen te beantwoorden als:

- Wat is de beleidsopgave om te komen tot een meer duurzame ontwikkeling?
- Welke oplossingen en beleidsinstrumenten zijn denkbaar om de spanning tussen economie, energie en mobiliteit aan de ene kant en milieu en ruimte aan de andere kant te verminderen?

Aan de publicatie hebben diverse instituten meegewerkt, waaronder ECN, RIVM en de RPD. Beoogd werd door de brede samenwerking samenhang te brengen in, en een gemeenschappelijke achtergrond te geven aan de verkenningen en studies die in 1997 en later zouden verschijnen op het terrein van milieu, natuur, infrastructuur, ruimte en energie. Als zodanig hebben de hierin geschetste scenario's een belangrijke rol gespeeld in de beleidsnota's die sindsdien zijn verschenen op het gebied van energie en milieu.

2.2 Uitvoeringsnota Klimaatbeleid

De Uitvoeringsnota Klimaatbeleid geeft aan met welk beleid het kabinet de reductieverplichting, zoals die voortvloeit uit het Kyoto Protocol, wil gaan realiseren. Het gedeelte van de nota dat vorig jaar juni is uitgebracht gaat in op het binnenlandse beleid. Begin 2000 is het tweede deel verschenen met daarin aangegeven hoe Nederland het buitenlandse aandeel van de doelstellingen middels de zogenaamde flexibele instrumenten wil gaan invullen.

Tegen de achtergrond van het GC-scenario bedraagt de emissie van alle broeikasgassen tezamen in 2010 256 Mton. De doelstelling zoals die voor Nederland in Europees verband is afgesproken bedraagt een maximale emissie van 206 Mton, derhalve een 'gat' van 50 Mton. In de Uitvoeringsnota is aangegeven, dat het kabinet de helft hiervan binnen Nederland wil realiseren, de andere helft in het buitenland. Van de binnen Nederland te realiseren 25 Mton reductie komt circa 2/3 voor rekening van CO₂ en 1/3 van de niet CO₂-broeikasgassen. De beoogde reductie bij huishoudens bedraagt 2,3 Mton, waarvan 2 Mton door verbetering van de bestaande woningbouw en 0,3 Mton door de aanschaf van zuiniger apparaten. In de doorrekening van de Uitvoeringsnota hebben ECN en RIVM eind vorig jaar aangegeven, dat zij een maximaal effect van 1 Mton verwachten van de invoering van het EPA (Beeldman, 1999).

2.3 Het Energie Prestatie Advies

Een belangrijk nieuw element in de Uitvoeringsnota is het Energie Prestatie Advies (EPA). Dit advies geeft eigenaren en verhuurders van woningen inzicht in de aantrekkelijkheid van energiebesparende voorzieningen. Zij die maatregelen treffen kunnen bovendien een beroep doen op een energiepremie, die betaald wordt uit de opbrengst van de Regulerende Energiebelasting (REB). Deze verschuiving van de aandacht van nieuwbouw naar bestaande bouw vloeit mede voort uit de in 1998 gepresenteerde Energiebesparingsnota, waarin een dergelijke richting reeds aangegeven was (zij het dat toen nog expliciet werd gedacht aan een op termijn meer verplichtend karakter).

In de Uitvoeringsnota wordt door de introductie van het EPA een reductie van 2 Mton voorzien ten opzichte van de verwachte situatie in 2010 op basis van eerder geformuleerd beleid. Dit betekent een totale reductie met 5,5 Mton CO₂ in de bestaande bouw ten opzichte van 1995. In 2002 zal bezien worden of de gekozen aanpak op basis van vrijwilligheid de verwachte effecten zal opleveren. Is dat niet het geval dan behoort verplichting van extra besparing ook voor bestaande woningen tot de mogelijkheden. Hieronder wordt nader ingegaan op de betekenis van deze 5,5 Mton reductie voor bestaande woningen.

De reductie in de Uitvoeringsnota is geformuleerd ten opzichte van het GC-scenario. Het is daarom belangrijk te weten welke ontwikkelingen al in dat scenario optreden. Tabel 2.1 geeft daarvan een overzicht, gecombineerd met de extra reductie volgens de Uitvoeringsnota.

Tabel 2.1 *Gasvraag en CO₂-emissie bestaande bouw*

Jaar	Gasvraag per woning [m ³ /woning]	Totale CO ₂ -emissie bestaande bouw [Mton/jaar]	Reductie [Mton/jaar]
1995 GC	2100	22,0	
2010 GC-LTV	1775	18,5	3,5
2010 Uitvoeringsnota ¹	1575	16,5	5,5

De gemiddelde gasvraag per woning bedroeg in 1995 ongeveer 2100 m³. Dit leidde voor de totale woningbouw tot een emissie van circa 22 Mton (temperatuurcorrecte). In het GC-scenario daalt de energievraag van de bestaande bouw onder invloed van de hogere energieprijzen (zowel de olieprijs als de stijgende regulerende energiebelasting) en de technologische ontwikkeling met zo'n 15%, zie ook Paragraaf 2.4. Dit betekent dat de vraag van woningen die gebouwd zijn voor 1995 in 2010 gemiddeld rond de 1775 m³ komt. De totale emissie komt daarmee op 18 à 19 Mton, 3,5 Mton lager dan in 1995. De Uitvoeringsnota stelt zich tot doel dat de emissie 2 Mton meer daalt dan het GC-scenario hetgeen neerkomt op een totale reductie met 5,5 Mton en een resterende emissie van zo'n 16,5 Mton².

Gemeten in gasverbruik per woning betekent de doelstelling van de Uitvoeringsnota een resterende gasvraag van circa 1575 m³ per woning in 2010 van woningen die voor 1995 gebouwd zijn. De gemiddelde vraag per woning van de totale woningbouw in 2010 (dus inclusief de woningen die na 1995 gebouwd zijn) ligt dan nog lager. Dit vanwege het feit dat de gemiddelde nieuwbouwwoning van na 1995 nog zuiniger zal zijn dan de genoemde 1575 m³. De daling van 2100 m³ naar 1575 m³ betekent een reductie van de energievraag van 25% per woning.

¹ Op basis van GC-LTV.

² In hun doorrekening schatten ECN en RIVM de maximale extra daling op 1 Mton hetgeen neerkomt op een totale reductie met 4,5 Mton en een resterende emissie van 17,5 Mton.

2.4 Het GC-scenario

Van de drie gepresenteerde scenario's in de LTV kent het GC-scenario de hoogste economische groei (3,3% per jaar). Verder wordt het gekarakteriseerd als een scenario waarin het marktmechanisme dominant is, waarin een verdergaande individualisering optreedt en waarin de technologische ontwikkeling voorspoedig gaat. GC kent de hoogste energieprijzen van de drie scenario's (27\$ in 2010). Destijds lag de olieprijs al jaren rond de 10\$ tot 15\$ per vat, waarmee de prijs in GC werd beschouwd als relatief hoog. Tegen de achtergrond van de huidige prijsontwikkelingen (in oktober 2000 rond de 30\$ per vat) wordt daar iets anders tegenaan gekeken. Ondanks de hoge energieprijzen en de voorspoedige technologische ontwikkeling kent het GC-scenario de sterkste stijging van de energievraag en groei van de CO₂-emissie. De meeste beleidsnota's met betrekking tot energie en milieu van de afgelopen jaren hebben het GC-scenario als achtergrond gehanteerd. Dit werd enerzijds ingegeven door het feit dat de groei van de economie de afgelopen jaren het dichtst in de buurt kwam van het GC-scenario en anderzijds vanuit het oogpunt van behoedzaamheid ten aanzien van de aan te pakken milieuproblemen (als de emissies tegen de achtergrond van GC voldoende worden teruggedrongen, zal het tegenover de achtergrond van de andere scenario's naar alle waarschijnlijkheid ook voldoende zijn).

De energieprijzen stijgen in het GC-scenario fors, vooral door de sterk ingezette regulerende energiebelasting. Dit is mede de oorzaak van een aanzienlijk besparingseffect in het referentiescenario. Een andere factor die besparingsopties aantrekkelijker maakt is de in het GC-scenario veronderstelde technologische ontwikkeling die leidt tot een geleidelijke daling van de meerinvesteringen in besparingsopties en voldoende aanbod van nieuwe geavanceerde besparingsopties.

Het aantal huishoudens en woningen neemt in het GC-scenario netto met ongeveer 70.000 per jaar toe. Het aantal nieuwbouwwoningen neemt echter harder toe omdat er in dit scenario een versnelde sloop plaatsvindt bij de bestaande woningvoorraad. Het aantal bestaande woningen waar besparende voorzieningen kunnen worden geïntroduceerd m.b.v. de energieprijzen daalt dus gestaag. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat bij de nieuwbouwwoningen van na 1995 de meeste voorzieningen uit de premieregeling, reeds aanwezig zijn.

2.5 Update scenario en modelinput

De ontwikkelingen van het huishoudelijk energieverbruik en de effecten van beleid hierop worden door ECN bepaald met behulp van het model SAVE-Huishoudens (Boonekamp, 1995). Rond 1995 is met behulp van dit model een eerste invulling gegeven aan de scenario's die in de LTV 1995-2020 zijn gebruikt (NEV 1998). Door het beschikbaar komen van nieuwe monitoringsgegevens en overige technologische ontwikkelingen bestond de noodzaak tot het maken van een update van een aantal relevante modelparameters, zoals meerinvesteringen van besparingsopties. Recentelijk zijn in het kader van het project 'Effectiviteit Energiepremies' de kosten van een aantal besparingsmaatregelen, zoals muur-, dak- en glasisolatie opnieuw bepaald (Boonekamp, 2000). Ook is bij de update een onderscheid gemaakt naar type HR-ketel door het toevoegen van de HR-107 ketel als besparingsoptie. Tevens is de recente verhoging van de REB voor gas en elektriciteit voor kleinverbruikers in de berekeningen opgenomen, zie Tabel 2.2. Voor huishoudelijk apparaten is het systeem van energielabels in het model ingebracht.

Voor zowel de huishoudelijk apparaten die zijn voorzien van een energielabel als de isolatiemaatregelen die vallen binnen de energiepremiereregeling heeft de update van de invoergegevens geleid tot een stijging van de meerinvesteringen voor isolatiemaatregelen en dientengevolge een daling van de rentabiliteit. Hierdoor neemt zowel het gasverbruik alsmede het elektriciteitsverbruik in het basisscenario beperkt toe. Echter, dit effect wordt gecompenseerd door een stijging van de energieprijzen door de REB-verhoging per 2000. Ten opzichte van het oorspronkelijke GC-scenario dat tijdens de LTV is gebruikt, stijgt de autonome CO₂ reductie in de bestaande bouw³ met 0,3 Mton extra tot 3,8 Mton CO₂.

Ook de autonome besparing in de bestaande bouw is door de update van het GC-scenario (GC_{update}) enigszins gewijzigd ten opzichte van GC-LTV. Efficiënte ketels leveren in GC_{update} een grotere bijdrage aan de autonome besparing terwijl het effect van isolatiemaatregelen daarentegen licht afneemt. Dit laatste kan verklaard worden doordat in GC_{update} de investeringskosten voor isolatiemaatregelen hoger zijn dan in GC-LTV.

In Tabel 2.2 zijn de relevante kenmerken van het GC_{update}-scenario gegeven.

Tabel 2.2 *Relevante kenmerken GC_{update}-scenario*

Prijzen (incl. BTW, excl. vastrecht)	1995	2005	2010
Gasprijs [ct/m ³]	50	76	81
• w.o. REB-heffing	0	31	31
Elektriciteitsprijs [ct/kWh]	22,2	35,6	36,2
• w.o. REB-heffing	0	14,4	14,4
Woningen [× 1000]	6480	7240	7570
• w.o. van voor 1990	5800	5620	5480

2.6 Consistentie scenario's en onzekerheden

Door middel van het definiëren van meerdere scenario's bij een lange termijn verkenning wordt beoogd inzicht te krijgen in de effecten van veranderingen in bepaalde (maatschappelijke) ontwikkelingen op het energieverbruik. Elk afzonderlijk scenario geeft invulling aan een bepaald toekomstbeeld. Binnen dit toekomstbeeld wordt het scenario zodanig vormgegeven dat een intern consistente en plausibele set van uitgangspunten (modelinput) ontstaat. Bij het opstellen van de omgevingsscenario's zijn een aantal drijvende krachten te onderscheiden, zijnde (1) ontwikkelingen op internationale economische politiek, (2) demografische ontwikkelingen, (3) technologische ontwikkelingen, (4) sociaal culturele ontwikkelingen en (5) economische ontwikkelingen (waaronder de sectorstructuur van de Nederlandse Economie) (CPB, 1997). Een scenario wordt derhalve niet louter gekenmerkt door de ontwikkeling in tijd van een kernvariabelen, zoals de prijs van ruwe olie en de groei van het BBP, maar kan niet los worden gezien van het toekomstbeeld dat het uitgangspunt vormt bij de scenario-ontwikkeling.

Het GC-scenario gaat bijvoorbeeld uit van een gemiddeld hoge economische groei (3,25% per jaar) en een hoge olieprijs (\$25 per vat in 2020). Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat, gezien de huidige ontwikkeling van het BBP en de olieprijs, de ontwikkeling in Nederland zich exact volgens het GC-scenario voor zou doen. Zelfs al zouden alle ontwikkelingen in Nederland zich voltrekken via de vijf eerder geschetste drijvende krachten, dan nog is het sterk de vraag of het energieverbruik zich exact volgens de prognose zal ontwikkelen, aangezien de vertaling van de drijvende krachten binnen het scenario naar bijvoorbeeld apparaatbezit altijd een bepaalde onzekerheid met zich meebrengt. Het GC-scenario wordt bijvoorbeeld mede gekenmerkt door een dynamische technologische ontwikkeling.

³ Woningen gebouwd in of voor 1995.

Nieuwe en geavanceerde besparingsopties weten zich een plaats op de markt te veroveren en dalen snel in prijs door schaalvergroting en technologische innovatie in het productieproces. In het GC-scenario is bijvoorbeeld de (elektrische) warmtepomp (EWP) een optie die al voor 2010 met name in de nieuwbouw maar ook in de bestaande woningbouw wordt toegepast (circa 20.000 EWP-systemen aanwezig in 2010), dit terwijl aangenomen wordt dat de EPC-waarde na 2010 niet verder wordt aangescherpt (EPC=1,0). De huidige prijsontwikkeling van EWP-systemen⁴ alsmede de minder positieve ervaringen die recentelijk in een aantal woningbouwprojecten zijn opgedaan in aanmerking nemende, kan afgevraagd worden of de in het GC-scenario geschetste ontwikkeling voor deze technologie zich daadwerkelijk in de praktijk voor zal doen.

Ook de richting waarin de samenleving zich ontwikkelt kan echter kenmerken hebben van meerdere scenario's. Op het gebied van het energiebesparingsbeleid voor huishoudelijke apparaten vertoont de huidige ontwikkeling eerder kenmerken van het European Coordination scenario (EC) dan van het GC-scenario. Op Europees niveau zijn energielabels ontwikkeld voor een witgoed apparaten. Tevens wordt gewerkt aan energielabels voor een aantal bruingoedapparaten en CV-ketels. Zowel de classificatie van het specifiek verbruik alsmede de mate en het tijdstip van aanscherpen van de energielabels wordt op Europees niveau bepaald.

De functie van en de onzekerheden binnen een scenario in aanmerking nemende, maakt dat het bepalen van het effect van specifieke beleidsinstrumenten door het afzetten van monitoringgegevens tegen resultaten van scenarioberekeningen, behoedzaam en met een zeker voorbehoud dient te geschieden.

⁴ Zie bijvoorbeeld (Ybema 1999) en (Menkveld 1999).

3. BEPALEN SUBDOELSTELLINGEN EPA

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen met het model SAVE-Huishoudens gepresenteerd. De berekeningen hebben betrekking op de woningen gebouwd voor 1995. Allereerst wordt een beschrijving gegeven de opbouw van het woningbestand. Vervolgens wordt ingegaan op de ontwikkeling van het aantal besparingsmaatregelen in GC_{update} , het scenario dat in dit kader als referentiescenario dient. Op basis van GC_{update} is bepaald welke besparingsmaatregelen additioneel getroffen dienen te worden om te kunnen voldoen aan de reductiedoelstelling van 5,5 Mton CO_2 . Het hier gedefinieerde EPA-effect is de resultante van het energiebesparingsadvies in combinatie met de energieprijzen voor voorzieningen⁵.

3.1 Beschrijving van het bestand aan bestaande woningen

In deze paragraaf wordt de opbouw van het woningbestand beschreven. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar zowel het type woning alsmede de bouwjaarklasse en de eigendomsverhouding. Vervolgens wordt ingegaan op de verdeling van het type en de efficiëntie van energieaanbodopties over het woningbestand. Tot slot wordt de isolatiegraad van het woningbestand nader geanalyseerd.

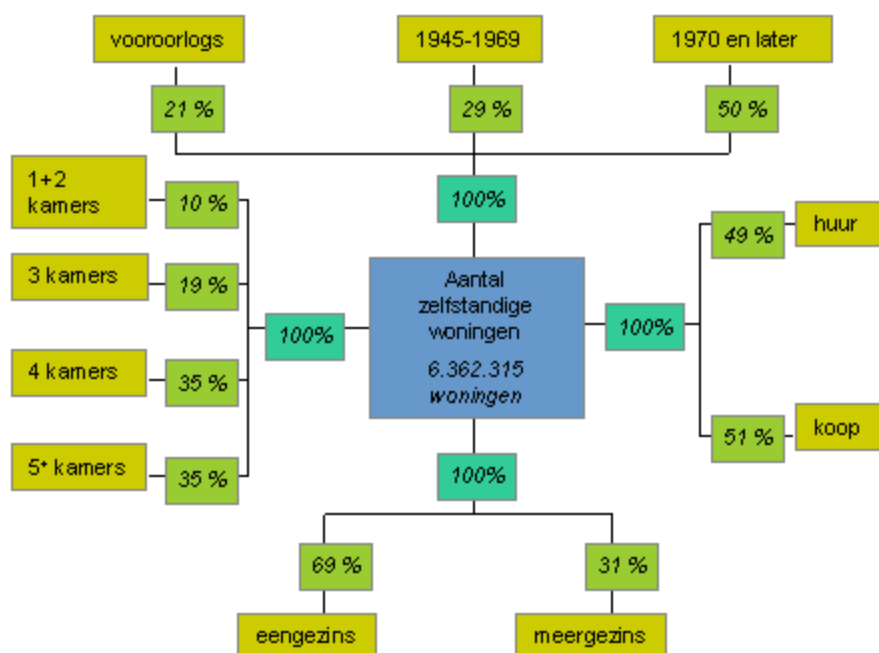
3.1.1 Opbouw van het woningbestand

In 1995 bestaat 49% van de woningen uit particuliere koopwoningen, 38% uit sociale huurwoningen en de resterende 13% uit particuliere huurwoningen, zie ook Tabel A.1 van de Bijlage. Van de particuliere huurwoningen is circa 48% in handen van particuliere verhuurders en het resterende deel in bezit van beleggers⁶. In Figuur 3.1 is de opbouw van het woningbestand in 1998 schematisch weergegeven⁷. Deze opbouw wijkt beperkt af van de opbouw van het bestand in 1995 door de sloop van circa 30.000 woningen en de bouw van circa 270.000 nieuwe woningen in de periode 1996-1998.

⁵ Zie ook (Boonekamp 2000).

⁶ Hiervan is weer ongeveer de helft in handen van institutionele beleggers en het overige deel door niet winst beogende instellingen en overige particuliere instellingen.

⁷ De bron vermeldt niet op welk jaartal de opbouw betrekking heeft, maar op basis van het totaal aantal zelfstandige woningen kan afgeleid worden dat deze opbouw betrekking heeft op de situatie per 1-1-1998.



Figuur 3.1 *Opbouw van het woningbestand van bewoonde woningen in 1998 (VROM 1999)*

Het aandeel van de particuliere koopwoningen neemt toe door het hoge aandeel van particuliere koopwoningen bij nieuwbouw (circa 75%). Tevens wordt jaarlijks een deel van de sociale en particulier huurwoningen verkocht. Aangezien de analyse slechts betrekking heeft op de woningen gebouwd voor 1995, dient alleen het laatste effect te worden meegenomen. In 1995 werd 0,35% (8.100 woningen) van de sociale huurwoningen door de woningcorporaties verkocht. In 1998 bedroeg dit percentage met 0,77% (18.200 woningen) ruim het dubbele (VROM 1999). De verwachting is dat het aantal woningen dat jaarlijks door de corporaties wordt verkocht verder toe zal nemen (VROM 2000).

3.1.2 Verwarmingssystemen

In 1995 is het overgrote deel van de woningen aangesloten op het aardgasnet, zie Tabel 3.1. Van de woningen die niet zijn aangesloten op een collectief verwarmingssysteem beschikt 83% over een individuele centrale verwarming (ICV) en is de resterende 17% van de woningen voorzien van lokale verwarming (LV) door middel van gaskachels.

Tabel 3.1 *Aantal woningen ($\times 1000$) naar type verwarmingsinstallatie (Damen Consultants, 1998)*

	1995 ($\times 1000$)
Totaal ICV	4605
Totaal LV	956
Totaal blok- + stadsverwarming	686
Totaal woningen	6247

In 1995 bedraagt het aandeel van de HR-ketel in de eigen woningen 24% tegenover respectievelijk 11% en 13% in de particuliere huur- en sociale huursector, zie ook Tabel 3.2. De aandelen van de ketels in het totale woningbestand⁸, dus zonder onderscheid naar woningtype en eigendomsverhouding, bedragen voor de ST-, VR-, en HR-ketel respectievelijk 36%, 45% en 19%.

Tabel 3.2 *Aantallen (× 1000) van de verschillende typen ICV systemen naar woningtype en eigendomsverhouding in 1995 (Damen 1998; VROM 1997a; VROM 1998)*

(× 1000)	ST	VR	HR	Totaal
Vrijstaand + 2/1 kap				
- Sociale huur	53	42	30	126
- Particulier huur	38	35	18	91
- Particulier koop	391	484	366	1241
Hoek- + rijtjeswoning				
- Sociale huur	395	493	127	1015
- Particulier huur	92	109	20	221
- Particulier koop	419	545	248	1212
Flat/appartement				
- Sociale huur	143	267	48	458
- Particulier huur	60	59	10	129
- Particulier koop	44	58	11	112
Totaal	1636	2092	878	4605

Bij de vrijstaande koopwoningen⁹ wordt met 36% de hoogste penetratie van de HR-ketel gevonden. Lage waarden voor de penetratie van de HR-ketel worden gevonden voor de particulier huur (9%) en sociale huur (13%) bij hoek- en rijtjeswoningen. Voor flat/appartementen is de penetratie van de HR-ketel met respectievelijk 10%, 8% en 10% voor de sociale huur, particuliere huur en particuliere koop voor alle eigendomssituaties relatief laag. De hoogste penetratie van de ketel met conventioneel rendement wordt gevonden in de portiekwoningen in de particuliere huursector (55%).

Het aandeel van de HR-ketel bij vrijstaande en 2/1 kap woningen is met 28% bijna het dubbele van de penetratie bij hoek- en rijtjeswoningen (16%) en zelfs het drievoudige van meergezinswoningen (10%), zie Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Opbouw van het ketelbestand naar woningtype en eigendomsverhouding*

[%]	ST	VR	HR
<i>Woningtype</i>			
- vrijstaand + 2/1 kap	33	39	28
- hoek- + rijtjeswoning	37	47	16
- flat/appartement	35	55	10
<i>Eigendomsverhouding</i>			
- particulier koopwoningen	33	42	24
- sociale verhuur	37	50	13
- particuliere verhuur	43	46	11

⁸ Met een ICV-installatie, dus exclusief woningen met gaskachels en collectieve systemen.

⁹ voorzien van een ICV-installatie, dus exclusief woningen met LV of collectieve systemen.

Indien een onderscheid naar eigendomsverhouding wordt gemaakt dan valt op dat het aandeel van de HR-ketel bij particuliere koopwoningen nagenoeg het dubbele is van het aandeel bij sociale en particuliere huurwoningen. Dit betekent echter niet dat zowel het woningtype als de eigendomsverhouding verklarende factoren zijn voor de penetratie van de HR-ketel, aangezien de eigendomsverhouding per woningtype niet gelijk is, zie Tabel 3.4. Van de particuliere koopwoningen is 46% van het type vrijstaand of 2/1-kap. Voor sociale en particuliere huur draagt dit percentage respectievelijk 6% en 15%.

Tabel 3.4 *Opbouw van het woningbestand naar woningtype en eigendomsverhouding in 1995 (Damen 1998). Het percentage tussen haakjes heeft betrekking op de verdeling binnen één eigendoms categorie*

[%]	Particulier koop	Sociale verhuur	Particuliere verhuur	Totaal
vrijstaand + 2/1 kap	22 (46)	2 (6)	2 (15)	27
hoek- + rijtjeswoning	23 (47)	21 (55)	5 (35)	48
flat/appartement	3 (7)	15 (39)	7 (50)	25
totaal	48 (100)	38 (100)	14 (100)	100

3.1.3 Woningisolatie

Op basis van (Damen 1998) kan een inschatting worden gemaakt van de penetratie van energiebesparende maatregelen naar eigendomsverhouding (huur vs. koop) en naar bouwperiode, zie Tabel 3.5. Opgemerkt dient te worden dat de in (Damen, 1998) gerapporteerde percentages sterk afwijken van eerder in (EnergieNed 1996) gepresenteerde cijfers. Ter vergelijking, (EnergieNed 1996) komt tot respectievelijk 75%, 63%, 59% en 31% voor glas-, muur-, dak- en vloerisolatie, zie ook Paragraaf 3.2.2. Aangenomen mag worden dat de cijfers uit (Damen, 1998) een meer betrouwbare schatting geven dan de door EnergieNed gepubliceerde cijfers (Boonekamp, 2000a).

Tabel 3.5 *Penetratie isolatievormen naar eigendomsverhouding, bouwperiode en woningtype in 1995 (Damen 1998, VROM 1999)*

[%]	Glas ¹⁰	Muur ¹⁰	Dak ¹¹	Vloer ¹²
<i>Eigendomsverhouding</i>				
sociale verhuur	59	52	48	21
particuliere verhuur	39	26	35	16
koop	60	37	54	24
<i>Bouwperiode</i>				
tot 1945	37	16	30	8
1945-1967	50	25	28	4
1968 en later	70	64	72	39
<i>Woningtype</i>				
eengezinswoning	57	42	51	22
- vrijstaand	64	34	51	23
- 2/1 kap	58	43	49	26
- hoekwoning	54	50	48	21
- tussenwoning	55	43	53	20
meergezinswoning	56	36	41	24
Totaal Nederland	57	41	50	22

¹⁰ Op basis van 6.195.000 woningen.

¹¹ Op basis van 5.078.000 woningen.

¹² Op basis van 5.200.000 woningen.

Voor alle isolatievormen geldt dat de isolatiegraad toeneemt naarmate de woning jonger is. Dit geldt met name voor muur- en vloerisolatie. Een eenduidig verband tussen het woningtype en toepassing van isolatiemaatregelen is op basis van Tabel 3.5 niet te leggen. Dit beeld wordt bevestigd in de in opdracht van Novem uitgevoerde analyse met betrekking tot Referentiewoningen voor de Bestaande Bouw. In dit onderzoek wordt zowel het woningtype alsmede de bouwjaar-klasse als verklarende factor gevonden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat in het onderzoek naar de referentiewoningen gewerkt wordt met energie indices waarbij zowel het effect van isolatie alsmede efficiënt aanbod (HR-ketel) wordt meegenomen, terwijl Tabel 3.5 alleen betrekking heeft op isolatie. Voor de HR-ketel geldt dat het type woning wel als verklarende factor kan worden gebruikt, zie Tabel 3.3¹³. Dit vormt mogelijk-erwijs de verklaring voor het gegeven dat bij gebruik van energie-indices de combinatie van isolatie en efficiënte ketels zowel de bouwjaar-klasse van de woning alsmede het type woning als verklarende factor gevonden wordt, terwijl voor isolatie met name de bouwjaar-klasse en voor HR-ketels het type woning een verklarende factor lijkt te zijn. Op basis van aanvullende gegevens verstrekt door VROM lijkt echter ook de eigendomsverhouding een rol te spelen, zie ook Tabel A.6 tot en met Tabel A.9 van Bijlage A. Met name voor de particuliere huursector wordt een aanmerkelijk lagere gemiddelde penetratie van isolatievormen gevonden dan voor de sociale huursector en koopwoningen. Dit geldt zowel voor de gemiddelde penetratie over alle bouwjaar-klassen als voor de penetratie per bouwjaar-klasse.

Glasisolatie is de isolatievorm met de hoogste penetratiegraad. Het onderscheid naar woningtype en eigenaar lijkt bij deze isolatievorm van secundair belang. Vloerisolatie is de minst vaak toegepaste isolatievorm, met name in de woningen gebouwd na 1968. Op basis van Tabel 3.5 mag geconcludeerd worden dat de leeftijd van de woning de belangrijkste factor is met betrekking tot de (gemiddelde) isolatiegraad van de woning. Bedacht dient te worden dat circa 21% van het woningbestand bestaat uit woningen gebouwd voor 1945, 29% uit woningen uit de periode 1945-1969 en 50% van de woningen uit de periode vanaf 1970, zie ook Paragraaf 3.1.1.

Bij spouwmuurisolatie wordt het nog in te vullen potentieel beperkt door technische restricties, zoals het ontbreken van een spouw. In dit geval kan gekozen worden voor buitenmuurisolatie. In vergelijking tot spouwmuurisolatie is dit echter een relatief kostbare isolatiemethode. Bij dak- en vloerisolatie lijkt nog de meeste ruimte voor verdere toename van de penetratiegraad aanwezig te zijn.

3.2 Bepaling van de ontwikkeling van besparingsmaatregelen.

In deze paragraaf wordt de ontwikkeling van energiebesparingsmaatregelen beschreven. Hierbij zal worden ingegaan op een aantal methodologische kwesties, die zowel betrekking hebben op het referentiescenario als ook op de varianten hierop. Het gaat hierbij met name om de in de modelberekeningen gehanteerde jaargangenaanpak en de gemiddelde levensduur van energiebesparingsopties evenals de autonome verbetering van de referentietechniek.

¹³ Gegevens over de opbouw van het ketelbestand naar leeftijdsklasse van de woning zijn niet beschikbaar.

3.2.1 Jaargangenaanpak, referentietechniek en autonome efficiëntieverbetering

Voor besparingsopties met een eindige levensduur, zoals CV-installaties en glasisolatie, wordt het aantal nieuwe systemen bepaald door middel van een jaargangenaanpak, zie ook (Boonekamp, 1995). Elke jaargang beslaat een periode van vijf jaar. Voor CV-ketels wordt uitgegaan van een gemiddelde levensduur van 15 jaar (drie jaargangen). Het betreft hier echter een gemiddelde levensduur. Aangenomen is dat bij deze levensduur 80% van de ketels die drie jaargangen geleden zijn geïnstalleerd wordt vervangen. Van de resterende 20% gaat 10% van de ketels 2 jaargangen mee en 10% van de ketels 4 jaargangen. Bij de berekening van het aantal nieuwe systemen wordt gecorrigeerd voor sloop van oude woningen. Het in het scenario veronderstelde slooptempo is fors hoger dan het huidige slooptempo van circa 13.000 woningen per jaar. In de periode 2000-2005 worden in GC_{update} gemiddeld 22.000 woningen per jaar gesloopt. Dit loopt op tot gemiddelde 29.000 woningen per jaar in de periode 2005-2010. In de (ontwerp) Nota Wonen wordt uitgegaan van een onttrekking aan de woningvoorraad van 197.000 woningen in de periode 2000-2010 (VROM, 2000). Dit is ruim 20% minder dan de in het GC_{update} -scenario veronderstelde ontwikkeling. Op macro schaal is dit verschil in slooptempo beperkt van invloed op de wijze waarop aan de 5,5 Mton reductiedoelstelling kan worden voldaan¹⁴.

Nadat voor een zekere jaargang het aantal nieuwe systemen is bepaald, wordt op basis van een kosten/baten algoritme¹⁵ een verdeling gemaakt over de verschillende typen besparingsopties. De penetratie van besparingsmaatregelen wordt echter niet alleen verklaard op basis van de kosten/baten verhouding. Voor bijvoorbeeld glasisolatie spelen comfortaspecten tevens een rol. Het effect van deze niet financiële factoren op de penetratiegraad is bepaald door middel van een simulatie van de historie.

Voor een aantal besparingsopties treedt autonoom een verbetering op van de referentietechniek. Voor CV-ketels wordt na verloop van tijd het rendement van de referentietechniek gelijk aan dat van de VR-ketel. Ook bij vervanging van glas geldt dat de U-waarde van nieuw dubbel glas lager is dan van dubbel glas dat 20 jaar geleden is geplaatst.

Aangenomen is dat bij vervanging van dubbel glas geen terugval plaatsvindt naar enkel glas. Voor enkelglas geldt dat elke vijftien jaar opnieuw een investeringsafweging wordt genomen. Voor woningen die voorzien zijn van dubbel glas (of beter) geldt een termijn van 20 jaar. Door de omzetting van woningen met lokale verwarming¹⁶ (LV) naar woningen met individuele centrale verwarming (ICV) en de sloop van woningen die zijn voorzien van één of meerdere isolatiemaatregelen, is het mogelijk dat in absolute zin een daling van het aantal besparingsmaatregelen per deelsegment van het woningbestand optreedt. In relatieve zin¹⁷ neemt echter de gemiddelde isolatiegraad van de bestaande woningen toe.

3.2.2 Robuustheid van de autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling in het referentiescenario wordt mede bepaald door het nog beschikbare energiebesparingpotentieel. Dit potentieel wordt enerzijds bepaald door de technische mogelijkheden voor energiebesparing en anderzijds door de fysieke ruimte voor het toepassen van besparingsopties. Dit laatste aspect geldt met name voor de min of meer permanente besparingsopties, zoals muur- en dakisolatie, maar levert ook beperkingen op ten aanzien van de maximale toename van de penetratiesnelheid voor besparingsopties met een beperkte levensduur zoals ICV-ketels.

¹⁴ De gemiddelde besparing per woning dient circa 1% hoger uit te vallen indien wordt uitgegaan van een slooptempo van 197.000 woningen over de periode 2000–2010.

¹⁵ Het kosten/baten algoritme heeft de vorm van een S-curve. Deze S-curve is onder meer afhankelijk van het stadium waarin een techniek zich bevindt (experimenteel, nieuw maar bewezen, referentie) en overige aspecten die van invloed zijn op investeringsbeslissingen (zoals bijvoorbeeld comfortverhoging bij glasisolatie).

¹⁶ Gaskachels.

¹⁷ Als percentage van het totaal aantal woningen gebouwd voor 1995.

Met name met betrekking tot de nog aanwezige ruimte voor toepassing van bepaalde besparingsopties blijkt de onzekerheid nogal fors, zie Tabel 3.6. Bij de gegevens van (EnergieNed, 1996) is de grondslag voor de bepaling van de penetratiegraden vaak niet expliciet gegeven. Dit heeft vooral gevolgen voor de penetratie van maatregelen die niet in het volledige woningbestand kunnen worden toegepast, zoals dak- en vloerisolatie bij meergezinswoningen. Immers, niet duidelijk is of de gegeven penetratie betrekking heeft op het totale woningbestand of dat deel van het woningbestand waar deze maatregel in theorie kan worden toegepast. In (EnergieNed, 1996) wordt bijvoorbeeld de aanwezigheid van glasisolatie in het hoofdwoonvertrek als grondslag genomen voor de berekening van de penetratiegraad van glasisolatie. In (Damen, 1998) wordt als definitie gehanteerd 'het percentage woningen waarvan 50% of meer van het betreffende bouwdeel geïsoleerd is'.

Tabel 3.6 *Penetratiegraad van energiebesparingsmaatregelen in 1995 volgens het KWR-onderzoek (Damen, 1998), het BAK onderzoek (EnergieNed, 1996) en de Landelijke Energiebesparingmonitor Huishoudens 1996 (EnergieNed, 1996a)*

[%]	KWR ¹⁸	BAK ¹⁹	LEM
Glasisolatie	57	75	53
Muurisolatie	41	63	39-41 ²¹
Vloerisolatie	18	31	31
Dakisolatie	41	59	52
HR-ketel	14	≤ 15 ²⁰	15-18 ²²

Voor alle isolatievormen wordt de penetratie door EnergieNed fors hoger ingeschat. Dit kan deels verklaard worden door een verschil in definitie met betrekking tot de penetratiegraad. Een tweede factor die een rol lijkt te spelen is het verschil in opzet van het onderzoek (omvang steekproef, methode van meting).

Opgemerkt dient te worden dat de KWR-cijfers een overschatting geven van het resterende technische potentieel aan energiebesparingsmaatregelen. Immers, een deel van de woningen, die niet voldoen aan het KWR-criterium (dat minimaal 50% van het betreffende bouwdeel is voorzien van een bepaald isolatiemaatregel) zal toch ten dele voorzien zijn van isolatiemaatregelen. Dit aspect speelt waarschijnlijk het meeste bij glasisolatie. Indien slechts een beperkt deel van de woning (bouwdeel) is geïsoleerd, dan mag verwacht worden dat het hierbij gaat om die delen van de woning waar de maatregel het eenvoudigste is aan te brengen dan wel het grootste effect heeft. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan gedeeltelijk dubbel glas in de woonkamer. Op grond van de definitie van KWR worden deze woningen niet meegerekend bij de bepaling van de penetratiegraad indien dit bij minder dan 50% van het betreffende bouwdeel is toegepast.

Andersom leidt waarschijnlijk het gebruik van de penetratiegraden conform EnergieNed tot een onderschatting van het resterende technische besparingspotentieel. De penetratie heeft hier betrekking op de aanwezigheid van bijvoorbeeld glasisolatie in het hoofdwoonvertrek. Niet duidelijk is of hierbij als voorwaarde is gesteld dat het gehele woonvertrek hierbij dient te zijn voorzien van glasisolatie. Op grond van de vragenlijst zoals gehanteerd bij het BAK-onderzoek is het echter in principe mogelijk om dit onderscheid te maken. Niet duidelijk is in hoeverre dit in het onderzoek is gedaan.

¹⁸ Penetratie als aandeel van het totaal aantal woningen (6.195.000) in 1995. De penetratie voor vloerisolatie bedraagt 22% bij een beschikbaarheid van 5.200.000 woningen). De penetratie voor dakisolatie bedraagt 50% bij een beschikbaarheid van 5.078.000 woningen).

¹⁹ Penetratie als aandeel van het totaal aantal bewoonde woningen (6.068.000) in 1995.

²⁰ In 1996.

²¹ Bij woningen met alleen een benedenverdieping (etagewoning, flat/bungalow) is 39% voorzien van glasisolatie, bij de overige woningen bedraagt dit 41%.

²² Geschat wordt dat het aandeel van de HR-ketel 20%-24% bedraagt. Waarschijnlijk heeft dit percentage betrekking op woningen met een individuele centrale verwarming (74% van het woningbestand), zodat de totale penetratie 15%-18% bedraagt.

Deze onzekerheden in de basisstatistiek kunnen van grote invloed zijn op de berekende autonome besparing in het referentiescenario. Dit kan worden geïllustreerd middels een vergelijkende berekening voor glasisolatie. Op basis van historische gegevens kan worden afgeleid dat de toename van glasisolatie in bestaande woningen 1,0% per jaar bedraagt (Jeeninga, 1997)²³. Dit zou betekenen dat het resterend potentieel in 2000 circa 38% bedraagt indien wordt uitgegaan van de KWR-cijfers en 20% indien wordt uitgegaan van de BAK-gegevens. Het potentieel volgens KWR is in 2000 derhalve bijna twee keer zo groot. Indien tevens rekening wordt gehouden met het gegeven dat een deel van de woningvoorraad alleen tegen relatief hoge kosten kan worden voorzien van glasisolatie, dan kan worden gesteld dat de autonome toename van de penetratie van glasisolatie op basis van KWR-cijfers meer dan het dubbele bedraagt van de autonome toename indien wordt uitgegaan van de BAK-gegevens. De modelberekeningen geven een gemiddelde toename van de penetratiegraad van glasisolatie van 1,8% per jaar in de periode 2000-2010 indien wordt uitgegaan van het resterend potentieel conform KWR. Op basis van het resterend potentieel conform BAK wordt een gemiddelde jaarlijks toename van 0,5% gevonden. In 2010 bedraagt de penetratie van glasisolatie respectievelijk 80% conform KWR en 85% conform BAK.

De hier berekende jaarlijkse toename in penetratiegraad conform KWR is over de periode 2000-2010 fors hoger dan op grond van historische gegevens verondersteld mag worden. Een verklaring hiervoor kan gevonden worden in het gegeven dat het bij de berekeningen gebruikte model SAVE-Huishoudens is geijkt op de historische ontwikkeling conform BAK. De verdubbeling van het resterende potentieel aan glasisolatie geeft in dit geval een onwaarschijnlijk hoge toename van de penetratie van glasisolatie in het autonome scenario. Zeker als hierbij in aanmerking wordt genomen dat glasisolatie een besparingsoptie is die al een geruime tijd wordt toegepast. Al sinds het Nationaal Isolatie Programma (NIP) eind jaren 70 wordt de vervanging van enkelglas naar dubbel glas gestimuleerd door middel van financiële prikkels. Ook zijn de meeste bewoners bekend met het comfortverhogend effect dat glasisolatie met zich meebrengt. In die gevallen dat de omzetting van enkel naar dubbel glas als aantrekkelijk werd ervaren is dit in de afgelopen 30 jaar voor een groot deel reeds gebeurd. Opgemerkt dient te worden dat een herkalibratie van het SAVE-model op basis van KWR-gegevens momenteel niet mogelijk is, aangezien er uitsluitend voor 1995 gegevens beschikbaar zijn. Tevens was ten tijde van het opstellen van de Nationale Energie Verkenningen (NEV) het KWR-onderzoek nog niet beschikbaar (NEV, 1998).

Indien de verschillen in onderzoeksopzet tussen KWR, BAK en de Landelijke Energiebesparingmonitor in aanmerking genomen worden, dan kan geconcludeerd worden dat de KWR-cijfers waarschijnlijk de meest betrouwbare weergave zijn van de reële isolatiegraad (Boonekamp, 2000a). Derhalve zal in de berekeningen worden uitgegaan van de KWR-cijfers. Als indicatie van de onzekerheid in de geschetste ontwikkelingen worden daar waar relevant tevens de resultaten van de modelberekeningen op basis van de BAK-gegevens vermeld.

Uitgangspunt van deze studie is het geven van een invulling van een CO₂-reductiedoelstelling van 5,5 Mton. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen de autonome reductie en de additionele reductie die voortvloeit uit de inzet van additioneel beleid (EPA en Energiepremies). De onzekerheden omtrent de autonome ontwikkeling zijn derhalve niet van invloed op de totale reductie, maar spelen tot op zekere hoogte wel een rol bij de wijze waarop de totaaldoelstelling wordt ingevuld.

²³ Dit is exclusief de toename in penetratie door de bouw van nieuwe volledig geïsoleerde woningen.

3.3 Ontwikkeling besparingsmaatregelen in GC-EPA

In deze paragraaf worden de ontwikkelingen in de GC-EPA beschreven. In deze variant wordt een invulling gegeven aan de reductiedoelstelling van 5,5 Mton CO₂. De maatregelen waarmee invulling wordt gegeven aan deze besparingsdoelstelling zijn in hoofdzaak efficiënte ketels (HR-ketels) en woningisolatie. Door de matige rentabiliteit van duurzame energiesystemen (zonneboiler, zonnegascombi, pv-panelen) in de bestaande bouw is verondersteld dat op grond van de EPA geen significante additionele besparing wordt geboekt ten opzichte van het referentiescenario²⁴. Mede doordat het aantal grote elektrische hoofdboilers in het referentiescenario sterk afneemt, is de besparing door de elektrische warmtepompboiler op macro schaal nagenoeg verwaarloosbaar. Effecten van bijvoorbeeld kierdichting, in zoverre deze niet aan algemene isolatiemaatregelen kunnen worden toegerekend, zijn in de berekeningen niet meegenomen.

In Tabel 3.7 is de ontwikkeling van energiebesparingsystemen in GC-EPA gegeven. Hierbij is zowel het aantal nieuw te plaatsen systemen per periode als ook het saldo van de desbetreffende optie gegeven. Het saldo wordt berekend door het verschil te nemen van het aantal systemen in jaar T minus het aantal systemen in jaar T-5. Het aantal nieuwe systemen per periode vormt een aangrijpingspunt voor de monitoring van het effect van de EPA, doordat ook via de subsidieregeling informatie beschikbaar komt over het totaal aantal gesubsidieerde systemen per periode. De ontwikkeling van energiebesparingsystemen in het referentiescenario is gegeven in Tabel B.1 en Tabel B.2 van Bijlage B. Tevens is in Tabel B.3 de ontwikkeling van de energiebesparingsmaatregelen gegeven indien wordt uitgegaan van de penetratiegraden conform BAK in plaats van KWR.

Het saldo van de energiebesparingsmaatregelen is een maat voor de absolute toename van het aantal systemen. Een afname (of negatief saldo) heeft twee oorzaken, (1) vervanging van een systeem door een identiek systeem of (2) verdringing van een systeem door een concurrerend systeem. Indien een nieuwe besparingsoptie louter als vervanging dient van een identiek systeem, dan is het saldo nul maar het aantal nieuwe systemen positief. Dit aspect doet zich met name voor bij de HR-ketel. In de periode 2005-2010 neemt het saldo met 35% af van 1.112.000 tot 731.000 ketels, terwijl het aantal nieuwe ketels ten opzichte van de vorige periode met slecht 3% afneemt van 1.292.000 tot 1.250.000 ketels. Dit betekent dat een groot aantal HR-ketels als vervanging dient van oude HR-ketels die circa vijftien jaar geleden zijn geplaatst. Het afnemend saldo van dubbel glas in de woonkamer is toe te schrijven aan een toename van het aandeel van HR++ glas dat feitelijk het conventionele dubbel glas verdringt.

Tabel 3.7 *Aantal nieuwe systemen en saldo van energiebesparingsmaatregelen per vijfjaarsperiode in de bestaande bouw in GC-EPA.*

× 1000	Nieuwe systemen		Saldo	
	2000-2005	2005-2010	2000-2005	2005-2010
Dubbel glas woonkamer	94	88	-850	-1083
Low E-glas woonkamer	77	93	68	87
HR++ glas woonkamer	1458	1859	1458	1815
Dubbel glas slaapkamer	1058	952	392	-6
Low E-glas slaapkamer	2	6	-5	-41
HR++ slaapkamer	455	831	455	813
Spouwmuurisolatie	456	272	-	-
Buitenmuurisolatie	51	52	-	-
Dakisolatie	180	131	-	-
Vloerisolatie	254	376	-	-
HR-ketel	1292	1250	1112	731
- waarvan HR-107	647	595	647	543

²⁴ Ondanks de matige rentabiliteit betekent dit niet dat de penetratie van duurzame systemen in het referentiescenario niet toeneemt. Echter, de rentabiliteit van de investering is bij installatie van een dergelijk systeem van secundair belang.

In GC-EPA neemt de penetratie van glasisolatie op de benedenverdieping toe met 25% in de periode 2000-2010. Dit is een factor anderhalf groter in vergelijking tot de toename in het basis-scenario (16%). Naast een toename van het aantal woningen dat voorzien is van glasisolatie (dubbel glas of beter), treedt ten opzichte van het referentiescenario tevens een verschuiving op met betrekking tot het type glasisolatie dat wordt toegepast. In GC-EPA neemt over de periode 2000-2010 het percentage van HR++ glas bij nieuw geplaatste systemen op de benedenverdieping toe van gemiddeld 51% in het referentiescenario naar 90%. Het aandeel van dubbel glas bij nieuwe systemen neemt af van 43% in het referentiescenario naar 5%.

Voor zowel de beneden- als bovenverdieping treedt een verschuiving op met betrekking tot de kwaliteit van de toegepaste glasisolatie bij nieuw toegepaste systemen. Het aandeel van HR++ glas bij nieuwe systemen neemt toe van 6% in het referentiescenario naar een gemiddeld 38% in GC-EPA. Voor zowel glasisolatie op de benedenverdieping als ook op de bovenverdieping geldt dat er in beginsel slechts tussen twee isolatievormen wordt gekozen. Door de subsidie op HR++ glas is het niet aantrekkelijk meer om te kiezen voor een isolatievorm die tussen dubbel glas en HR++ glas inzit.

De penetratie van muurisolatie (spouw- en buitenmuur) neemt toe met 7% in de periode 2000-2010. Dit is bijna een verdubbeling ten opzichte van het referentiescenario (4%). Dakisolatie neemt toe van 0,8% naar 2,7% en vloerisolatie van 1,6% naar 5,4%.

Het aandeel van de HR-ketel (inclusief HR-107) in het aantal nieuwe systemen neemt in de periode 2000-2010 toe van 40% in het referentiescenario tot 77% in GC-EPA. Iets minder dan de helft van het totaal aantal verkochte HR-ketels in deze periode is van het type HR-107 (38% van het totaal aantal nieuwe systemen).

3.3.1 Meerinvesteringen en subsidies

Op basis van het aantal nieuwe systemen in het referentiescenario en GC-EPA, zie Tabel B.1 van Bijlage B en Tabel 3.7, is de totale meerinvestering bepaald. Voor muur-, dak- en vloerisolatie geldt dat de meerinvesteringen gelijk zijn aan de totale investering. Voor glasisolatie is aangenomen dat kozijnvervanging toeschreven wordt aan kosten voor (groot) onderhoud van de woning. Kosten voor het aanpassen van de bestaande kozijnen worden wel aan het toepassen van glasisolatie als besparingsmaatregel toegerekend. Voor de HR-ketel geldt dat de meerinvestering (evenals de subsidie) relatief beperkt is ten opzichte van de totale investering.

Tijdens de Lange Termijn Verkenningen (LTV), zie ook Paragraaf 2.1, is gerekend met meerinvesteringen die grotendeels ontleend waren aan de ICARUS-database (NW&S, 1994). Deze kostengegevens zijn echter inmiddels verouderd en tevens is voor bijvoorbeeld huishoudelijke apparaten een indeling gehanteerd die aansluit bij het systeem van energielabels in plaats van de binnen ICARUS gehanteerde indeling. Ten opzichte van de LTV zijn de meerinvesteringen voor de vrijwel alle besparingsmaatregelen ge-update, zie (Boonekamp, 2000a). De basis voor de update van de (meer)investeringen werd hierbij gevormd door de KWR-studie (Damen, 1998). Hierbij heeft tevens afstemming plaatsgevonden met de meerinvesteringen zoals gehanteerd in de eerste versie van de EPA-rekenmethodiek (EPA, 1999).

Tabel 3.8 *Ontwikkeling van de meerinvesteringen van besparingsmaatregelen in GC-EPA ten opzichte van het referentiescenario.*

Mln. gld. per periode	2000-2005	2005-2010	Totaal
Isolatiemaatregelen	2398	2630	5027
- glasisolatie	976	1211	2187
- muurisolatie	583	488	1071
- dakisolatie	500	378	878
- vloerisolatie	338	553	891
ICV-installaties	541	450	991
- HR-107	334	263	597
Totaal bestaande bouw	2938	3080	6018

Een groot deel van de meerinvesteringen in de periode 2000-2010 komen voor rekening van glasisolatie (36%). De meerinvesteringen voor efficiënte ketels (HR) bedragen circa 16% van de totale meerinvesteringen, waarvan 10% voor de HR-107. Hierbij kan opgemerkt worden dat circa 34% van additionele besparing aan de HR-ketel dient te worden toegeschreven, zie Tabel 3.10. Het aandeel van glasisolatie in de totale (additionele) reductie bedraagt 39%. De meerinvesteringen per besparingsperiode zijn gegeven in Tabel 3.8. Indien in het referentiescenario wordt uitgegaan van de penetratiegraden conform BAK, dan neemt de totale meerinvestering in GC-EPA met 8% toe tot circa 6,5 miljard gulden, zie Tabel B.4 van Bijlage B.

In Tabel 3.9 is de ontwikkeling van de subsidies op energiebesparingsmaatregelen over de periode 2000-2010 gegeven. Circa 55% van de subsidies komt voor rekening van HR++-glas. De totale subsidie voor muur-, dak- en vloerisolatie in de periode 2000-2010 bedraagt respectievelijk 470, 310 en 250 miljoen gulden. De totale subsidie voor HR-107 ketel is met circa 125 miljoen betrekkelijk laag (5% van het totale subsidiebudget).

Tabel 3.9 *Ontwikkeling van subsidies op besparingsmaatregelen in GC-EPA.*

Mln. gld. per periode	2000-2005	2005-2010	Totaal
Isolatiemaatregelen	1176	1305	2481
- HR++ glas	616	835	1451
- muurisolatie	279	188	468
- dakisolatie	180	131	311
- vloerisolatie	101	150	252
HR-107	65	59	124
Totaal bestaande bouw	1241	1365	2605

De subsidiebedragen op basis van de energiebesparingpotentiëlen conform BAK zijn gegeven in Tabel B.5 van Bijlage B. De aanname omtrent het beschikbare energiebesparingpotentieel in het referentiescenario blijkt derhalve een zeer beperkte invloed te hebben op de totale hoeveelheid benodigde subsidie.

3.3.2 CO₂ reductie en kosteneffectiviteit

In de vorige paragraaf bleek reeds dat er bij de vergelijking tussen de besparingsopties verschillen optreden in zowel het aandeel in de totale besparing, de totale (meer)investering en de totale subsidies. Door middel van het berekenen van de kosteneffectiviteit kunnen deze verschillen worden meegenomen en kan een vergelijking tussen de verschillende opties op basis van de benodigde hoeveelheid meerinvestering per eenheid CO₂-reductie gemaakt worden. De kosteneffectiviteit wordt berekend volgens twee methodes: de eindverbruikerskostenbenadering en de nationale kostenbenadering.

Voor een nadere uitleg omtrent de bepaling van de kosteneffectiviteit volgens deze twee benaderingen wordt verwezen naar (Optiedocument 1998). De kosteneffectiviteit wordt berekend op basis van onder meer de energiebesparing (CO₂-reductie), de (meer)investering en de subsidie. In Tabel 3.10 is de CO₂-reductie per besparingsmaatregel gegeven voor de GC-EPA variant.

Tabel 3.10 *Additionele CO₂-reductie per besparingsmaatregel in 2010 in GC-EPA*

	Mton CO ₂	Aandeel [%]
Glasisolatie	0,78	39
Muurisolatie	0,31	15
Dakisolatie	0,13	6
Vloerisolatie	0,10	5
HR-ketels	0,69	34
Totaal	2,00	100

De totale additionele CO₂-reductie bedraagt circa 0,8 Mton CO₂ voor glasisolatie en 0,7 Mton CO₂ voor HR-ketels. Tezamen zijn glasisolatie en efficiënte ketels verantwoordelijk voor 73% van de totale additionele CO₂-reductie. Muurisolatie draagt met 0,3 Mton voor 15% bij aan de reductiedoelstelling van 2 Mton. De bijdrage van dak- en vloerisolatie blijft met respectievelijk 0,13 Mton (6%) en 0,10 Mton (5%) relatief beperkt. Indien wordt uitgegaan van de besparingspotentiëlen conform BAK dan bedraagt het aandeel van glasisolatie en efficiënte ketels tezamen circa 70%. Doordat het resterende besparingspotentieel in het referentiescenario lager is indien wordt uitgegaan van de penetratiegraden conform BAK, dient door de minder rendabele besparingsopties zoals vloer- en dakisolatie een grotere bijdrage te worden geleverd in de additionele CO₂-reductie, zie Tabel B.6 van Bijlage B.

Op basis van onder meer de meerinvestering, de energiebesparing en subsidies²⁵ is vervolgens de kosteneffectiviteit bepaald, zie Tabel 3.11.

Tabel 3.11 *Berekening van de kosteneffectiviteit van energiebesparingsmaatregelen in 2010*

	Eindverbruikers [f/ton]	Nationaal [f/ton]
Glasisolatie	-331	50
Muurisolatie	-229	94
Dakisolatie	32	334
Vloerisolatie	212	455
HR-ketels	-314	-33
Totaal	-265	60

In de eindverbruikersbenadering wordt de hoogste kosteneffectiviteit gevonden voor glasisolatie. Met uitzondering van vloer- en dakisolatie, scoren alle opties een kosteneffectiviteit van ver onder de f -100 per ton CO₂, hetgeen betekent dat deze voor de eindverbruikers zeer rendabel zijn. Met betrekking tot glasisolatie dient nog opgemerkt te worden dat aangenomen is dat dubbel glas hierbij als referentietechniek geldt. De kosten voor het vervangen van kozijnen worden hierbij aan woningonderhoud toegerekend. Voor de isolatieopties geldt dat de subsidie een fors deel van de meerinvesteringen dekt. Dit betekent dat voor deze opties de kosteneffectiviteit op nationale schaal een stuk ongunstiger is. In de nationale benadering heeft alleen de HR-ketel nog een negatieve kosteneffectiviteit (-30 gulden per ton CO₂). Met name voor dak- en vloerisolatie zijn de kosten hoog. Indien wordt uitgegaan van de (lagere) reductiepotentiëlen conform BAK dan daalt de kosteneffectiviteit licht tot -240 gulden per ton CO₂ in de eindverbruikersbenadering en 70 gulden per ton nationaal, zie Tabel B.7. Om te kunnen voldoen aan de totale reductiedoelstelling bij een lager besparingspotentieel dienen de besparingsmaatregelen ook in minder lonende situaties te worden toegepast. Volgens de modelberekeningen is dit effect echter beperkt.

²⁵ Tabel 3.8, Tabel 3.9 en Tabel 3.10.

3.4 Vertaling naar doelstellingen per deelsegment

In de modelberekeningen wordt een onderscheid gemaakt naar 13 categorieën woningen (Boonekamp, 1995). Verklarende factoren hierbij zijn het type woning (vrijstaande en 2/1-kap woning, rij en hoekwoning, meergezinswoning), de leeftijd van de woning (oudbouw, recente bouw en woningen gebouwd na 1990) en het type aanbodsysteem (lokale verwarming vs. individuele of collectieve centrale verwarming). In deze paragraaf wordt de ontwikkeling van isolatiemaatregelen op nationale schaal vertaald naar ontwikkelingen per deelsegment. In beginsel zijn hiervoor drie indelingen mogelijk: (1) naar bouwjaarklasse, (2) naar woningtype en (3) naar eigendomsverhouding, zie ook Paragraaf 3.1. De ontwikkeling van de penetratie van besparingsmaatregelen zal voor elk van deze categorieën worden bepaald.

De penetratiegraad van besparingsmaatregelen voor het basisjaar van de analyse (het jaar 2000) is niet bekend. Door het combineren van statistische gegevens uit eerdere jaren met modelberekeningen kan een zo betrouwbaar mogelijke schatting worden gemaakt. Een historische analyse van de ontwikkeling van de penetratie van verschillende isolatiemaatregelen wijst uit dat de toename in penetratie van vloer-, dak- en muurisolatie voor het grootste deel verklaard kan worden door de bouw van volledig geïsoleerde nieuwbouwwoningen. Alleen voor glasisolatie is een duidelijk waarneembaar effect van na-isolatie waarneembaar (Jeeninga, 1997). Zoals eerder reeds is aangegeven, wordt verondersteld dat de KWR-gegevens (Damen, 1998) betrouwbaarder zijn dan het BAK-onderzoeken (EnergieNed, 1996). De KWR-gegevens hebben echter betrekking op 1995. Op basis van KWR en modelberekeningen kan een schatting gemaakt worden van de opbouw van het ketelbestand in 2000. Dit geldt ook voor isolatiemaatregelen, al kan hierbij geen onderscheid gemaakt worden naar de kwaliteit van de betreffende besparingsmaatregel. Zo is wel de penetratiegraad van glasisolatie gegeven, maar is niet bekend welk type glasisolatie is toegepast (conventioneel dubbel glas, HR-glas, HR+-glas, HR++-glas).

In Tabel 3.12 is de ontwikkeling van de penetratiegraad van isolatiemaatregelen in de bestaande bouw gegeven voor de periode 1995-2010. Bij het schatten van de toename van de penetratiegraad in de bestaande woningen dient bedacht te worden dat de autonome toename van de penetratiegraad in de totale woningvoorraad ten gevolge van nieuwbouw van volledig geïsoleerde woningen circa 1,5% per jaar bedraagt. Op basis van de verkoopaantallen van HR-ketels, het aantal nieuw gebouwde woningen en het percentage HR-ketels dat in nieuwbouw wordt geplaatst is een schatting gemaakt van de toename van het aantal HR-ketels (EVN 2000, VROM 1999). Indien tevens wordt aangenomen dat er geen HR-ketels aan de voorraad worden onttrokken, dan stijgt de penetratie van de HR-ketel van 14% in 1995 tot 23% in 2000.

De gemiddelde penetratie van glasisolatie neemt in de periode 1990-1997 met 1,0% per jaar additioneel toe ten opzichte van de toename van de isolatiegraad ten gevolge van de bouw van nieuwe volledig geïsoleerde woningen. De additionele toename bedraagt 0,8% per jaar voor muurisolatie, 0,2% per jaar voor dakisolatie en 0,4% per jaar voor vloerisolatie (Jeeninga, 1997). Op basis van deze gemiddelde jaarlijkse toename is de penetratie voor 2000 bepaald. Door middel van modelberekeningen met het model SAVE-Huishoudens is vervolgens voor het referentiescenario en GC-EPA de toename van de penetratiegraad ten opzichte van het jaar 2000 bepaald, zie ook Tabel 3.7 en Tabel B.1 van Bijlage B. In het referentiescenario stijgt de penetratiegraad van glasisolatie, muurisolatie, dakisolatie en vloerisolatie met respectievelijk 18%, 11%, 4% en 4% in de periode 2000-2010. De penetratie van de HR-ketel neemt in het referentiescenario toe van 23% in 2000 naar 35% in 2010.

Tabel 3.12 *Ontwikkeling van de penetratiegraad van energiebesparingsmaatregelen in GC_{update} en GC-EPA in de periode 1995-2010 voor woningen gebouwd voor 1995*

[%]	1995	2000	2005	2010
<i>GC_{update}</i>				
- glasisolatie	57	62	70	80
- muurisolatie	41	45	51	56
- dakisolatie	50	51	53	55
- vloerisolatie	22	24	26	28
- HR-ketel ²⁶	14	23	29	35
<i>GC-EPA</i>				
- glasisolatie	57	62	75	90
- muurisolatie	41	45	58	64
- dakisolatie	50	51	55	59
- vloerisolatie	22	24	29	36
- HR-ketel ²⁶	14	23	42	60

De penetratie van glasisolatie neemt in 2010 toe van 80% in GC_{update} tot 90% in GC-EPA. Naast de toename in penetratiegraad neemt ook de gemiddelde kwaliteit van de glasisolatie toe, doordat het aandeel van HR++ glas in de totale voorraad toeneemt, zie hiervoor Tabel 3.7. Uit de analyse van het bestand aan bestaande woningen blijkt dat het potentieel voor glasisolatie het hoogste is voor oude woningen, zie Tabel 3.5. Bij deze woningen is vervanging van enkel glas door dubbel glas echter relatief kostbaar, dit doordat vaak aanpassingen aan de kozijnen nodig zijn. Onder invloed van de EPA neemt de penetratie van glasisolatie met name bij deze woningen toe, onder meer omdat verwacht wordt dat bij dit type woningen (met een relatief hoog energieverbruik) verhoudingsgewijs veel EPA's worden afgenomen. Dit geldt tevens voor de overige isolatievormen. Met name het aantal HR-ketels neemt in GC-EPA fors toe van 23% in 2000 tot 60% in 2010. Indien gecorrigeerd wordt voor het aantal woningen zonder ICV-installatie, dan blijkt dat de HR-ketel in 2010 reeds 75% van de theoretisch maximale penetratie heeft bereikt²⁷. In Tabel B.8 is de ontwikkeling van de penetratiegraad gegeven indien wordt uitgegaan van de besparingspotentiëlen conform BAK. In deze variant is de penetratiegraad van de HR-ketel nog hoger dan in de variant op basis van KWR²⁸. Om deze sterke stijging in penetratie te kunnen bereiken zijn ook ketels vervangen die nog niet aan het einde van hun technische levensduur zijn.

Opgemerkt dient te worden dat bij de ontwikkeling van de penetratiegraad geen rekening is gehouden met een verandering van de effectiviteit van de EPA in de tijd, bijvoorbeeld door een grotere bekendheid bij de consument of een andere vormgeving van het instrument. In Hoofdstuk 4 wordt uitgebreid ingegaan op de mogelijke ontwikkeling van het aantal EPA's in de tijd. Voor een goede schatting van de ontwikkeling van de penetratie van de besparingsmaatregelen in de periode 2000-2010 zou feitelijk een vertaalslag gemaakt dienen te worden van de in Hoofdstuk 4 gepresenteerde varianten, zodat ook het effect van de ontwikkeling van het aantal EPA's in de tijd wordt meegenomen. Wel is het zaak om in dit geval een onderscheid te maken naar de autonome ontwikkeling en het door EPA geïnduceerde effect.

²⁶ Het betreft hier de penetratie in het totale woningbestand, dus inclusief woningen op collectieve systemen en woningen voorzien van lokale verwarming. De maximale penetratie van de HR-ketel is hierdoor beperkt tot 74% in 1995 en 79% in 2010.

²⁷ Hierbij is nog geen rekening gehouden met het gegeven dat de HR-ketel in met name meergezinswoningen slechts tegen relatief hoge kosten toegepast kan worden, dit in verband met aanpassingen aan het rookkanaal.

²⁸ Dit doordat het resterende potentieel voor glasisolatie in de variant op basis van BAK beduidend kleiner is, zodat een grotere bijdrage van de HR-ketel in de totale CO₂-reductie noodzakelijk is.

3.4.1 Ontwikkeling per bouwjaarklasse

Op basis van de opbouw van het woningbestand in 1998, het gemiddelde sloop tempo per leeftijdsklasse over de periode 1995-1998 en het in het scenario veronderstelde sloop tempo in de periode 2000-2010 is de ontwikkeling van de opbouw van het woningbestand per bouwjaarklasse bepaald voor de periode 1995-2010, zie Tabel A.2-Tabel A.4. Vervolgens is de toename bepaald van de penetratie per bouwjaarklasse. De toename van de penetratie per bouwjaarklasse wordt bepaald door een aantal factoren, zoals de rentabiliteit en de beschikbare ruimte. Met beschikbare ruimte wordt hier bedoeld het aantal woningen per bouwjaarklasse dat nog niet is voorzien van de betreffende besparingsoptie. Tevens is verondersteld dat een zekere EPA-voorkeur bestaat voor woningen die vallen in een oudere bouwjaarklasse.

In Tabel 3.13 is de ontwikkeling van isolatiemaatregelen per bouwjaarklasse gegeven voor de periode 1995-2010. Bij het vertalen van de penetratiegraden op macro niveau naar ontwikkelingen op subsector niveau wordt een extra onzekerheid geïntroduceerd boven op de onzekerheid van de penetratieontwikkeling op macroschaal. De onzekerheid (fout) in de ontwikkeling van de penetratie per subsector is dan ook relatief groot. Met betrekking tot glasisolatie dient te worden opgemerkt dat een aanzienlijk deel van de berekende besparing toegeschreven dient te worden aan de verbetering van de kwaliteit van de glasisolatie (HR++ in plaats van conventioneel dubbel glas). Dit effect komt echter niet tot uitdrukking in Tabel 3.13.

Tabel 3.13 *Ontwikkeling van isolatiemaatregelen naar bouwjaarklasse in GC-EPA in de periode 1995-2010*

	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
<i>Glasisolatie</i>								
tot 1945	482	578	819	1085	37%	45%	66%	93%
1945-1967	800	878	1074	1293	50%	55%	70%	87%
1968 en later	2187	2277	2513	2799	69%	72%	80%	90%
totaal	3469	3733	4406	5177	57%	62%	75%	90%
<i>Muurisolatie</i>								
tot 1945	209	225	352	385	16%	18%	29%	33%
1945-1967	400	441	733	821	25%	28%	47%	55%
1968 en later	1999	2044	2367	2484	63%	65%	76%	80%
totaal	2495	2709	3451	3690	41%	45%	58%	64%
<i>Dakisolatie</i>								
tot 1945	391	383	439	476	30%	30%	36%	41%
1945-1967	448	443	513	565	28%	28%	33%	38%
1968 en later	2249	2245	2297	2337	71%	71%	73%	75%
totaal	3043	3071	3249	3379	50%	51%	55%	59%
<i>Vloerisolatie</i>								
tot 1945	104	120	191	291	8%	9%	15%	25%
1945-1967	64	84	171	298	4%	5%	11%	20%
1968 en later	1218	1241	1341	1495	39%	39%	43%	48%
Totaal	1339	1445	1703	2084	22%	24%	29%	36%

De ontwikkeling van de penetratiegraad naar bouwjaarklasse indien wordt uitgegaan van de resterende reductiepotentiëlen zoals bepaald op basis van BAK zijn gegeven in van Tabel B.9 Bijlage B.

Door het ontbreken van de opbouw van het ketelbestand per bouwjaarklasse is het niet mogelijk om een vergelijkbare verdeling te maken voor de HR-ketel.

3.4.2 Ontwikkeling naar type woning

Evenals bij de vertaling naar bouwjaarklasse is eerst de ontwikkeling van de opbouw van het woningbestand per woningtype bepaald voor de periode 1995-2010, zie Tabel A.5. Op basis hiervan is de toename bepaald van de penetratie van besparingsmaatregelen per woningtype. Wederom wordt de toename van de penetratie per type woning bepaald op basis van factoren zoals de rentabiliteit en de beschikbare ruimte (besparingspotentieel). Tevens is verondersteld dat een zekere EPA-voorkeur bestaat voor grotere woningen met een relatief hoog energieverbruik.

In Tabel 3.14 is de ontwikkeling van de penetratiegraad van isolatiemaatregelen per type woning gegeven over de periode 1995-2010. Voor glasisolatie dient een aanzienlijk deel van de besparing toegeschreven te worden aan verbetering van de kwaliteit (U-waarde) van de glasisolatie. Dit kwaliteitseffect is echter niet zichtbaar in Tabel 3.14. Bij het bepalen van de penetratiegraad is rekening gehouden met fysieke beperkingen ten aanzien van de penetratie van daken vloerisolatie bij meergezinswoningen.

Tabel 3.14 *Ontwikkeling van isolatiemaatregelen naar type woning in GC-EPA in de periode 1995-2010*

	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
Glas-EPA (× 1000)								
Eengezins	2412	2606	3115	3725	57%	62%	75%	91%
- vrijstaand	582	621	722	843	64%	69%	81%	95%
- 2/1 kap	409	444	538	652	58%	63%	77%	93%
- hoek	453	495	605	737	54%	59%	73%	90%
- tussen	969	1046	1250	1492	55%	60%	72%	87%
Meergezins	1057	1127	1291	1453	56%	61%	73%	88%
Totaal	3469	3733	4406	5177	57%	62%	75%	90%
Muur-EPA (× 1000)								
Eengezins	1809	1970	2538	2750	43%	47%	61%	67%
- vrijstaand	312	361	530	594	34%	40%	59%	67%
- 2/1 kap	307	337	443	485	44%	48%	63%	69%
- hoek	424	449	538	569	51%	54%	65%	70%
- tussen	766	824	1028	1102	44%	47%	59%	64%
Meergezins	687	739	913	940	36%	40%	52%	57%
Totaal	2495	2709	3451	3690	41%	45%	58%	64%
Dak-EPA (× 1000)								
Eengezins	2236	2261	2406	2527	53%	54%	58%	61%
- vrijstaand	483	490	527	559	53%	54%	59%	63%
- 2/1 kap	360	366	396	422	51%	52%	56%	60%
- hoek	420	424	453	476	50%	51%	55%	58%
- tussen	973	981	1030	1070	55%	56%	59%	62%
Meergezins	806	810	843	851	43%	44%	48%	51%
Totaal	3043	3071	3249	3379	50%	51%	55%	59%
Vloer-EPA (× 1000)								
Eengezins	898	981	1189	1502	21%	23%	29%	37%
- vrijstaand	204	225	278	359	22%	25%	31%	41%
- 2/1 kap	179	194	231	289	25%	28%	33%	41%
- hoek	172	187	226	284	21%	22%	27%	35%
- tussen	343	375	453	571	20%	21%	26%	33%
Meergezins	441	464	514	581	23%	25%	29%	35%
Totaal	1339	1445	1703	2084	22%	24%	29%	36%

De ontwikkeling van de penetratiegraden indien wordt uitgegaan van de besparingspotentiëlen conform bak zijn gegeven in Tabel B.10 van Bijlage B. Doordat de penetratie van glasisolatie in 2000 beduidend hoger is indien wordt uitgegaan van de BAK-cijfers (80% vs. 62%), speelt de verbetering van de kwaliteit van de glasisolatie (U-waarde) door vervanging van 'oud' dubbel glas door HR++-glas een nog belangrijkere rol.

De ontwikkeling van de penetratiegraad van de HR-ketel is gegeven in Tabel 3.15. Opvallend is dat de penetratie van de HR-ketel in vrijstaande woningen in 2010 meer dan 80% is. Dit betekent dat de overgebleven ruimte voor verder efficiëntieverbetering beperkt is. Circa 90% van alle woningen in Nederland is voorzien van een aansluiting op het aardgasnet. Alleen deze woningen kunnen worden voorzien van een HR-ketel.

Tabel 3.15 *Ontwikkeling van de HR-ketel naar type woning in de periode 1995-2010*

HR-EPA (× 1000)	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
<i>Eengezins</i>	787	1189	2014	2813	19%	28%	48%	68%
- vrijstaand	280	368	547	720	31%	41%	61%	81%
- 2/1 kap	124	202	364	524	18%	29%	52%	75%
- hoek	194	266	413	555	23%	32%	50%	68%
- tussen	189	353	689	1013	11%	20%	40%	59%
<i>Meergezins</i>	65	196	451	671	3%	11%	26%	41%
- portiek	30	111	266	397	2%	9%	23%	37%
- galerij	35	85	185	274	5%	13%	30%	47%
Totaal	852	1385	2465	3484	14%	23%	42%	60%

De penetratie van de HR-ketel is nog hoger indien wordt uitgegaan van de besparingspotentiëlen conform BAK, zie Tabel B.10 van Bijlage B. Omdat de ruimte voor glasisolatie beduiden kleiner is indien wordt uitgegaan van de BAK-cijfers, is een grotere bijdrage van de HR-ketel nodig om te voldoen aan de totale reductiedoelstelling van 5,5 Mton CO₂.

3.4.3 Ontwikkeling naar eigendomsverhouding

Naast een verdeling naar bouwjaarklasse en woningtype, zie Paragraaf 3.4.1 en 3.4.2, is het tevens mogelijke een onderverdeling te maken naar eigendomsklasse. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar sociale verhuur, particuliere verhuur en particuliere koop. Evenals voor de ontwikkeling naar bouwjaarklasse en woningtype wordt de ontwikkeling van de penetratiegraad bepaald op basis van onder meer het beschikbare besparingspotentieel en is een zekere EPA-voorkeur voor oudere en grotere woningen met een relatief hoog energieverbruik verondersteld. Hierbij is rekening gehouden met effecten van sloop van een deel van het woningbestand. Een aspect dat bij de bepaling van de ontwikkeling van de penetratiegraad naar eigendomsverhouding tevens een rol speelt is de verkoop van sociale en particuliere huurwoningen. Op basis van (VROM, 1999) is ingeschat dat in de periode 1995-2000 circa 100.000 huurwoningen worden verkocht. Voor de periode 2000-2010 is uitgegaan van de doelstelling zoals geformuleerd in (VROM, 2000), waarbij in deze periode in totaal 700.000 sociale en particuliere huurwoningen dienen te worden verkocht. Dit is ruim een verdrievoudiging van het tempo dat voor de periode 1995-2000 is aangenomen. Verondersteld is dat de kans op verkoop van een sociale huurwoning ruim een factor twee groter is dan voor een particulier huurwoning. Omdat tevens het aandeel sociale huurwoningen groter is, betekent dit dat 80% van de verkochte woningen afkomstig is uit de sociale verhuur en derhalve 20% uit de particulier verhuur. In Tabel B.12 tot en met Tabel B.14 wordt de ontwikkeling van het woningbestand per eigendomsklasse weergegeven. Hierbij is een onderscheid gemaakt naar de ontwikkeling van het woningbestand dat kan worden voorzien van glasisolatie en muurisolatie, dakisolatie en vloerisolatie omdat bijvoorbeeld niet alle woningen beschikken over een te isoleren dak of begane grondvloer. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de gegevens conform KWR (Damen, 1999).

De bepaling van de penetratiegraden op basis van BAK (EnergieNed, 1996) heeft niet plaatsgevonden. De resultaten van de berekening zijn gegeven in Tabel 3.16. Wederom kan opgemerkt worden dat een deel van de besparing door glasisolatie toe te schrijven is aan de verbetering van de kwaliteit van de glasisolatie. Dit komt niet tot uitdrukking in Tabel 3.16.

Tabel 3.16 *Ontwikkeling van de penetratie van isolatiemaatregelen naar bouwjaar per eigendomsklasse*

<i>Glas</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Sociale huur	1408	1466	1563	1624	60%	65%	78%	94%
< 1945	123	132	147	147	47%	54%	73%	95%
1945-1967	468	502	565	614	51%	57%	73%	92%
> 1967	817	833	851	863	69%	73%	83%	95%
Particulier huur	337	369	421	446	39%	45%	62%	84%
< 1945	85	110	153	171	20%	28%	49%	75%
1945-1967	46	51	60	66	38%	44%	61%	82%
> 1967	206	209	209	208	65%	69%	79%	93%
Koop	1786	1964	2502	3203	60%	64%	75%	89%
< 1945	362	415	572	771	43%	50%	66%	87%
1945-1967	314	364	519	733	50%	56%	69%	86%
> 1967	1110	1186	1411	1699	73%	76%	82%	90%
Totaal	3531	3800	4486	5273	57%	62%	75%	90%
<i>Muur</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Sociale huur	1224	1257	1364	1335	52%	55%	68%	77%
< 1945	78	86	110	101	30%	35%	54%	65%
1945-1967	303	332	420	422	33%	38%	54%	63%
> 1967	843	839	834	812	71%	73%	81%	90%
Particulier huur	221	245	311	300	26%	30%	46%	56%
< 1945	21	40	90	84	5%	10%	29%	37%
1945-1967	12	17	32	33	10%	15%	33%	41%
> 1967	188	187	188	183	59%	62%	71%	82%
Koop	1095	1256	1839	2122	37%	41%	55%	59%
< 1945	135	181	355	425	16%	22%	41%	48%
1945-1967	76	120	292	386	12%	18%	39%	45%
> 1967	884	954	1192	1311	58%	61%	69%	70%
Totaal	2540	2758	3514	3758	41%	45%	58%	64%
<i>dak</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Sociale huur	795	785	784	799	47%	48%	54%	62%
< 1945	56	55	56	55	29%	30%	37%	46%
1945-1967	184	185	202	216	27%	28%	34%	41%
> 1967	554	544	526	529	69%	69%	73%	81%
Particulier huur	201	197	194	194	36%	37%	43%	54%
< 1945	45	44	48	47	16%	17%	23%	31%
1945-1967	11	12	13	14	17%	18%	24%	30%
> 1967	145	141	133	133	66%	66%	71%	81%
Koop	1543	1575	1716	1794	54%	55%	57%	58%
< 1945	280	280	308	318	35%	36%	40%	43%
1945-1967	176	185	226	257	31%	32%	36%	37%
> 1967	1087	1110	1183	1219	74%	74%	75%	73%
Totaal	2539	2556	2694	2787	50%	51%	55%	59%
<i>Vloer</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Sociale huur	377	401	447	528	21%	23%	29%	38%
< 1945	20	24	30	37	10%	13%	19%	29%
1945-1967	30	45	79	124	4%	6%	12%	22%
> 1967	327	331	338	367	39%	41%	45%	54%
Particulier huur	90	96	106	122	16%	18%	23%	33%
< 1945	8	12	20	26	3%	5%	10%	18%
1945-1967	2	4	6	9	3%	5%	10%	18%
> 1967	80	80	80	86	34%	35%	40%	49%
Koop	676	735	893	1113	24%	26%	30%	36%
< 1945	72	87	127	184	9%	11%	17%	25%
1945-1967	29	42	81	145	5%	7%	12%	21%
> 1967	576	606	686	784	39%	40%	43%	47%
Totaal	1144	1232	1447	1763	22%	24%	29%	36%

Naast de ontwikkeling van de penetratiegraad voor isolatiemaatregelen is tevens de ontwikkeling van de penetratiegraad van de HR-ketel naar woningtype per eigendomsklasse gemaakt, zie Tabel 3.17. De hoogste penetratiegraad wordt gevonden voor de vrijstaande en 2/1-kap particuliere koopwoningen. Deze bedraagt 70% in 2010. De penetratiegraad is met 42% voor meergezinswoningen in de particuliere verhuur beduidend lager.

Tabel 3.17 *Ontwikkeling van de penetratie van de HR-ketel naar type woning per eigendomsklasse*

	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
Sociale huur	199	359	617	807	9%	18%	35%	56%
- vrijstaand + 2/1 kap	29	41	60	73	17%	26%	44%	64%
- hoek+ rijtjeswoning	123	229	400	527	9%	18%	36%	57%
- flat/appartement	47	89	157	206	8%	15%	31%	50%
Particulier huur	47	89	139	159	8%	16%	33%	53%
- vrijstaand + 2/1 kap	17	26	35	38	15%	23%	40%	61%
- hoek+ rijtjeswoning	19	42	71	84	7%	15%	33%	55%
- flat/appartement	10	21	33	37	6%	13%	27%	42%
Particulier koop	606	937	1709	2517	18%	27%	46%	63%
- vrijstaand + 2/1 kap	355	509	836	1153	22%	31%	51%	70%
- hoek+ rijtjeswoning	241	397	774	1178	15%	24%	42%	59%
- flat/appartement	11	30	99	186	7%	17%	36%	50%
Totaal	852	1385	2465	3484	14%	23%	42%	60%

4. ONTWIKKELING VAN HET AANTAL EPA'S

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ontwikkeling van het aantal EPA's in de tijd en de hieraan gekoppelde hoeveelheid energiebesparing. Tevens zal kort worden ingegaan op de aangrijpingspunten voor de monitoring van de voortgang van het EPA. De in dit hoofdstuk geschetste ontwikkelingen vormen een theoretische weergave die op grond van een aantal algemene aannames gemaakt kan worden. Door het variëren van een aantal parameters die op basis van deze aannames zijn bepaald, wordt een indicatie verkregen van de spreiding in en robuustheid van de resultaten. De reden dat is gekozen voor deze theoretische benadering is dat de resultaten van de eerste door Novem uitgevoerde praktijkexperimenten²⁹ niet zondermeer opgeschaald mogen worden naar macro niveau. Tevens bevindt de ontwikkeling van het beleidsinstrument EPA zich nog in een eerste aanloopfase. Derhalve mag niet verondersteld worden dat de huidige vormgeving van het EPA ongewijzigd zal blijven in de periode 2000-2010. Ook een vergelijking met het buitenland biedt in dit kader onvoldoende houvast, aangezien zowel het woningtype, de gemiddelde isolatiegraad, de klimatologische omstandigheden alsmede de vormgeving van het instrument afwijken van de Nederlandse condities.

4.1 Uitgangspunten en aannames

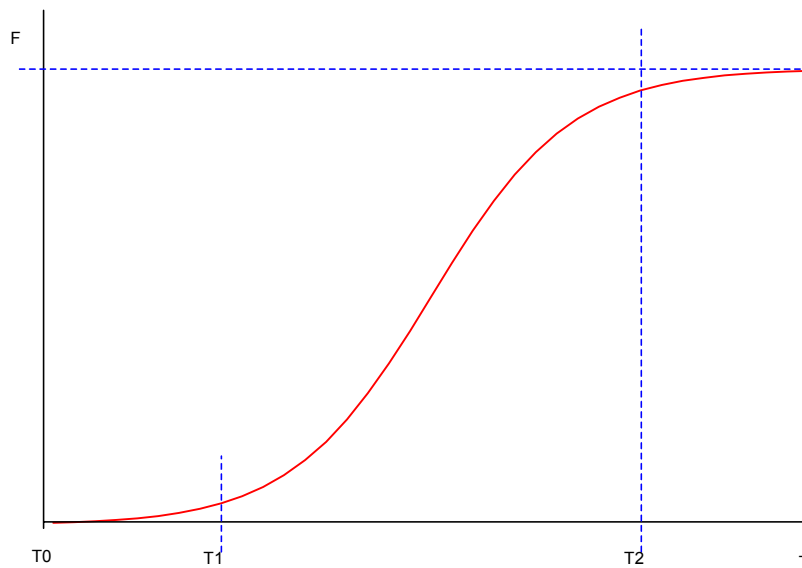
Doelstelling is een totale CO₂ reductie met 5,5 Mton, hetgeen equivalent is aan een reductie van de gasvraag met 98 PJ. In beginsel wordt verondersteld dat hiervan 3,5 Mton CO₂ (62 PJ aardgas) kan worden toegeschreven aan autonome efficiëntieverbetering en 2 Mton additioneel wordt gereduceerd door inzet van beleidsinstrumenten zoals het EPA. In hoeverre de in het GC-scenario berekende autonome efficiëntieverbetering in de praktijk ook wordt gehaald is echter hoogst onzeker, zie ook Paragraaf 2.6. Een fors deel van de autonome efficiëntieverbetering kan worden toegeschreven aan de vervanging van oude inefficiënte ketels door HR-ketels. Het is echter lastig te voorspellen in hoeverre de HR-ketel zich voor de bestaande bouw zal ontwikkelen tot de referentietechniek. Een en ander is niet alleen afhankelijk van de rentabiliteit van de HR-ketel, maar moeilijk kwantificeerbare factoren zoals het door fabrikanten aangeboden assortiment (investeringen van fabrikanten in productielijnen) en specifieke voorkeuren van installateurs voor een bepaald type ketel (winstmarge, bekendheid met het product). Indien de autonome efficiëntieverbetering achterblijft bij de in het GC-scenario geschetste ontwikkeling, dan is het beschikbare potentieel aan kosteneffectieve besparingsmaatregelen groter in vergelijking tot het potentieel in het GC-scenario. Dit betekent dat het gemakkelijker is om door middel van aanvullend beleid³⁰ (EPA) een additionele reductie te behalen en zal deze reductie ook hoger uitvallen dan wanneer de gemiddelde efficiëntieverbetering zich wel volgens de ontwikkeling in het GC-scenario zou hebben voorgedaan. Andersom geldt, dat indien de autonome efficiëntieverbetering hoger uitvalt dan verondersteld is in GC, het resterende potentieel aan rendabele besparingsmaatregelen lager uitvalt. Dit betekent dat de additionele CO₂ reductie door aanvullend beleid lager uitvalt dan op basis van het GC-scenario is verondersteld. Dit wordt echter gecompenseerd door de hogere autonome besparing.

²⁹ De steekproef heeft voornamelijk een a-select karakter.

³⁰ Aanvullend beleid ten opzichte van GC.

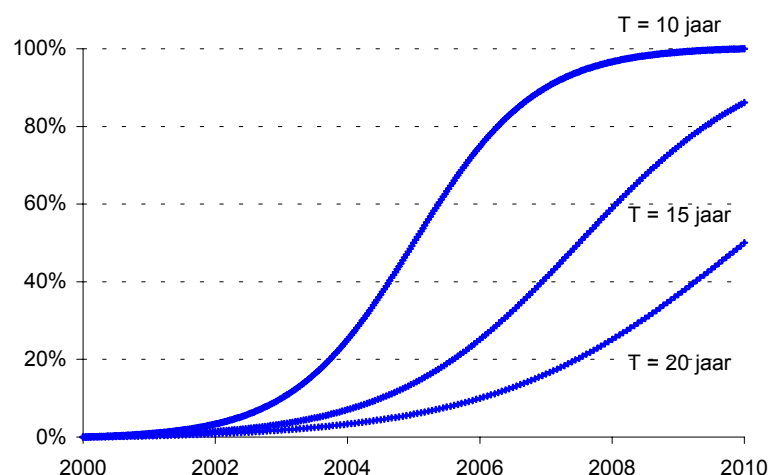
4.2 Verloop van de ontwikkeling van het aantal EPA's

Aangenomen wordt dat het verloop van aantal afgenomen EPA's in de tijd kan worden beschreven via een symmetrische S-vormige curve, zie Figuur 4.1. Op de horizontale as staat het verloop in de tijd gegeven. De verticale as representeert de fractie woningen F die is voorzien van een EPA. De eerste periode (T_0 tot T_1) beschrijft de experimentele fase. De bekendheid met het instrument EPA is in deze fase nog relatief beperkt. In de volgende periode (T_1 tot T_2) neemt de bekendheid van het EPA sterk toe. De laatste periode (T_2 tot T) beschrijft de afrondende fase. De bekendheid van het EPA is in deze fase vrijwel maximaal, maar de beschikbare ruimte (het aantal woningen dat nog niet is voorzien van een EPA) neemt snel af.



Figuur 4.1 *Ontwikkeling van het totaal aantal uitgevoerde EPA's in de tijd*

Voor het maken van een concrete schatting van de ontwikkeling van het aantal EPA's in de tijd, dient zowel een inschatting van de lengte van het tijdsinterval ($T-T_0$) alsmede de fractie F van het totaal aantal woningen dat uiteindelijk van een EPA wordt voorzien. Uitgangspunt is dat de EPA aansluit bij een 'natuurlijk vervangingsmoment', zoals grootschalig onderhoud, ketelvervanging of verbouwing van de woning. De gemiddelde levensduur van CV-ketels alsmede de frequentie waarmee door bijvoorbeeld woningbouwverenigingen grootschalig onderhoud wordt gepleegd in aanmerking nemende, kan gesteld worden dat de minimale grootte van het tijdsinterval ($T-T_0$) circa 15 tot 20 jaar bedraagt. Aangenomen wordt dat een tijdsinterval ($T-T_0$) van 15 jaar overeenkomt met de ontwikkeling zoals gehanteerd bij de bepaling van de 5,5 Mton CO₂-reductie. Indien gesteld wordt dat T_0 gelijk is aan 2000, dan volgt hieruit dat T gelijk is aan 2015. Ofwel, het instrument EPA dient vanaf het jaar 2000 tot aan het jaar 2015 te worden ingezet om de totale fractie woningen die van een EPA kan worden voorzien (F) te bestrijken. Om een indruk te krijgen van de gevoeligheid van de resultaten voor deze aanname, wordt de ontwikkeling van het aantal EPA's in de tijd bepaald voor twee varianten. In de eerste variant is het totale tijdsinterval ($T-T_0$) vijf jaar korter en in de tweede variant vijf jaar langer dan het eerder geschatte tijdsinterval van 15 jaar. In Figuur 4.2 is de ontwikkeling van het aantal EPA's voor de verschillende waarden voor T grafische weergegeven.



Figuur 4.2 *Ontwikkeling van het aantal EPA's voor verschillende waarden van T*

Voor $T=15$ jaar bedraagt het totaal aantal afgenomen EPA's circa 86% van het aantal woningen F dat in totaal EPA-gekeurd wordt, zie ook Tabel 4.1. Voor $T=10$ jaar en $T=20$ jaar bedraagt dit respectievelijk 100% en 50%. In Tabel 4.1 is tevens de ontwikkeling van het totale percentage EPA's gegeven voor een aantal tussenliggende jaren. Naast het totaal aantal EPA's dat op een bepaald moment is afgenomen, is tevens de snelheid waarmee het aantal EPA's toeneemt van belang. In Tabel 4.1 is daarom tevens voor een aantal zichtjaren de toename in procentpunt gegeven. Voor $T=15$ geldt dat in 2007 het maximum aantal EPA's wordt afgenomen. In dat jaar dient 18% van de te keuren woningen van een EPA te worden voorzien. Voor $T=10$ wordt een maximale toename met 25%-punt gevonden in 2005.

Tabel 4.1 *Ontwikkeling van het aantal EPA's en de jaarlijkse toename in de periode 2000-2010 voor verschillende waarden van T*

[%]	2001	2003	2005	2007	2010
Aantal EPA's (per 1 januari)					
- $T=2015$	0,5	3	14	41	86
- $T=2010$	1	10	50	90	100
- $T=2020$	0,3	2	6	16	50
Jaarlijkse toename (procentpunt)					
- $T=2015$	1,0	4	11	18	7
- $T=2010$	2,5	15	25	7	0
- $T=2020$	0,5	2	4	9	13

Naast een inschatting van het tijdsinterval T dient tevens een aanname gemaakt te worden omtrent het potentieel aan woningen F dat binnen dit tijdsinterval T door middel van een EPA wordt gekeurd. Aangezien moeilijk is in te schatten welk deel van de huidige voorraad op termijn via het EPA kan worden bereikt, wordt voor drie verschillende waarden van F het effect berekend. De gekozen waarden voor F zijn 50%, 75% en 100%. Deze waarden van F kunnen vervolgens gecombineerd worden met de verschillende waarden voor het tijdsinterval T . Op basis hiervan kan per zichtjaar het totaal aantal EPA's berekend worden. In Tabel 4.2 is de ontwikkeling van het totaal aantal EPA's per zichtjaar gegeven voor de verschillende waarden voor T en F .

Tabel 4.2 *Ontwikkeling van het totaal aantal EPA's per zichtjaar voor verschillende waarden voor het tijdsinterval T en het te bereiken deel van de huidige woningvoorraad F*

Totaal aantal EPA's ($\times 1000$)		2001	2003	2005	2007	2010
T=2015	F=100%	28	199	819	2401	4968
	F=75%	21	150	614	1801	3726
	F=50%	14	100	410	1200	2484
T=2010	F=100%	52	594	2955	5269	5767
	F=75%	39	446	2216	3952	4326
	F=50%	26	297	1478	2635	2884
T=2020	F=100%	19	107	349	949	2884
	F=75%	15	80	262	712	2163
	F=50%	10	54	174	475	1442
Aantal EPA's per zichtjaar ($\times 1000$)		2001	2003	2005	2007	2010
T=2015	F=100%	58	221	666	1052	392
	F=75%	43	166	499	789	294
	F=50%	29	110	333	526	196
T=2010	F=100%	149	902	1470	388	0
	F=75%	112	676	1103	291	0
	F=50%	74	451	735	194	0
T=2020	F=100%	33	92	241	522	767
	F=75%	25	69	181	391	575
	F=50%	16	46	121	261	384

Indien er van wordt uitgegaan dat de gehele woningvoorraad van woningen gebouwd voor 1995 door middel van een EPA kan worden gekeurd ($F=100\%$), dan bedraagt het totaal aantal EPA's circa 820.000 in 2005 en nagenoeg 5 miljoen in 2010 indien uitgegaan wordt van een totaal tijdsinterval waarop het EPA wordt ingezet van 15 jaar ($T=2015$). In 2007 wordt in dit geval een maximum gevonden van 1,05 miljoen EPA's dat in één jaar dient te worden uitgevoerd. Indien de totale woningvoorraad in 10 jaar wordt gekeurd ($T=2010$, $F=100\%$), dan bedraagt het maximum aantal EPA's dat in één jaar dient te worden uitgevoerd bijna 1,5 miljoen. Het totaal aantal EPA's komt in dit geval uit op circa 5,8 miljoen, zijnde het aantal woningen in 2010 dat is gebouwd in of voor 1995. In de meest behoedzame variant ($T=2020$, $F=50\%$) bedraagt het totaal aantal EPA's in 2010 ruim 1,4 miljoen met een maximaal aantal EPA's van 384.000 in 2010.

4.3 Ontwikkeling van de aan EPA gekoppelde energiebesparing

In Paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is voor verschillende waarden van T en F bepaald welk deel van de woningen in 2010 zijn voorzien van een EPA. Op basis van deze verdeling kan vervolgens worden bepaald wat de gemiddelde besparing dient te zijn voor woningen die zijn voorzien van een EPA. Voor EPA-gekeurde woningen wordt derhalve geen onderscheid gemaakt naar autonome en additionele besparing, maar wordt de totale besparing gegeven³¹. Hierbij is aangenomen dat de autonome besparing voor de woningen die niet van een EPA zijn voorzien gelijk is aan de autonome besparing voor wel EPA-gekeurde woningen.

De noodzakelijk besparing om te voldoen aan de randvoorwaarde dat de totale CO₂-emissie afneemt met 5,5 Mton, kan nu worden bepaald door de totale besparing (5,5 Mton, 98 PJ) te verminderen met de autonome besparing in de niet-gekeurde woningen en vervolgens te delen door het aantal woningen dat is voorzien van een EPA. In Tabel 4.3 is de totale CO₂-reductie gegeven voor woningen die wel en niet van een EPA zijn voorzien.

³¹ Overigens de additionele besparing ten gevolge van EPA eenvoudig te bepalen door de totale besparing te verminderen met de autonome besparing zoals berekend voor de niet-EPA gecertificeerde woningen.

Tabel 4.3 *Totale CO₂-reductie voor woningen met en zonder EPA voor de onderscheiden waarden voor de het tijdsinterval T en de EPA-gekeurde fractie van het woningbestand F.*

		(Autonome) besparing in 2010 voor niet-EPA gekeurde woningen [PJ aardgas]	Totale besparing in 2010 voor EPA gekeurde woningen [PJ aardgas]	(Autonome) CO ₂ - reductie in 2010 voor niet-EPA gekeurde woningen [Mton]	CO ₂ -reductie in 2010 voor EPA gekeurde woningen [Mton]
T=2015	F=100%	8,6	89,4	0,5	5,0
	F=75%	22,1	76,0	1,2	4,3
	F=50%	35,5	62,5	2,0	3,5
T=2010	F=100%	0,0	98,0	0,0	5,5
	F=75%	15,6	82,4	0,9	4,6
	F=50%	31,2	66,8	1,8	3,8
T=2020	F=100%	31,2	66,8	1,8	3,8
	F=75%	39,0	59,0	2,2	3,3
	F=50%	46,8	51,2	2,6	2,9

Bij een tijdsinterval van 15 jaar ($T=2015$, $F=75\%$) bedraagt de autonome reductie voor niet-EPA gekeurde woningen 1,2 Mton CO₂ (22 PJ aardgas). Om te voldoen aan de totale reductie-eis van 5,5 Mton, dient derhalve in de EPA-gekeurde woningen een reductie van 4,3 Mton CO₂ (76 PJ aardgas) te worden bewerkstelligd. In deze variant is in 2010 65% van de woningen EPA-gekeurd, zie Tabel 4.2. De noodzakelijke reductie met 4,3 Mton betekent dat per EPA-gekeurde woning een reductie van het gasverbruik met een kleine 650 m³ dient te worden behaald, zie Tabel 4.4. Het EPA-effect is gelijk aan de reductie per EPA-gekeurde woning verminderd met de autonome besparing zoals bepaald voor niet EPA-gekeurde woningen, en bedraagt in deze variant circa 300 m³ aardgas. Dit is nagenoeg een verdubbeling van de autonome besparing en impliceert een daling van het gemiddelde verbruik in 2010 met 31% ten opzichte van 1995.

Tabel 4.4 *Gemiddelde besparing per woning in 2010 voor woningen met en zonder EPA voor de onderscheiden waarden voor de het tijdsinterval T en de EPA gekeurde fractie F*

		Zonder EPA	EPA-gekeurde woningen		
		Gemiddelde (autonome) besparing per woning [m ³ aardgas]	Gemiddelde besparing per woning [m ³ aardgas]	EPA-effect [m ³ aardgas]	Reductie energievraag ten opzichte van 1995 [%]
T=2015	F=100%	342	569	227	27
	F=75%	342	644	302	31
	F=50%	342	795	453	38
T=2010	F=100%	n.v.t.	537	195	26
	F=75%	342	602	260	29
	F=50%	342	732	391	35
T=2020	F=100%	342	732	391	35
	F=75%	342	863	521	41
	F=50%	342	1123	781	53

Indien wordt aangenomen dat alle woningen in 2010 zijn voorzien van een EPA ($T=2010$, $F=100\%$), dan bedraagt de gemiddelde besparing per woning een kleine 550 m³ aardgas bij een EPA-effect van een circa 200 m³ gasbesparing. Ten opzichte van 1995 neemt het gemiddelde energieverbruik in deze variant af met 26%. In de meest behoudende variant ($T=2020$, $F=50\%$) is in 2010 slechts 25% van het totale woningbestand van voor 1995 voorzien van een EPA. In dit geval bedraagt de benodigde besparing om te voldoen aan de totale reductiedoelstelling ruim 1100 m³ gas per EPA-gekeurde woning. In dit geval dient het EPA-effect gelijk te zijn aan 780 m³ aardgas. Ten opzichte van 1995 dient in deze variant het verbruik van de EPA-gekeurde woningen met 53% te dalen.

4.4 Monitoring van het EPA-besparingseffect

Het bepalen van de effectiviteit van een beleidsinstrument zoals het EPA op basis van monitoringgegevens is niet eenvoudig. Een van de meest in het oog springende problemen hierbij is het maken van een onderscheid tussen de autonome besparing en de additionele besparing. Op grond van modelberekeningen kan weliswaar een referentiep pad worden geschetst, maar dit betekent nog niet dat de reële (autonome) ontwikkeling zich exact op dezelfde wijze zal ontwikkelen, zie ook Paragraaf 2.6. Door middel van modelberekeningen kan op basis van economische criteria en technische randvoorwaarden een invulling worden gegeven aan de autonome ontwikkeling en de totale reductiedoelstelling van 5,5 Mton CO₂. Echter, bedacht dient te worden dat slechts één van de mogelijkheden is om de reductiedoelstelling te behalen.

Het totale effect van de EPA is de resultante van de gemiddelde additionele besparing per EPA en het totaal aantal uitgevoerde EPA's. Door middel van het analyseren van de subsidieaanvragen kan een beeld worden verkregen van het totaal aantal afgenomen EPA's evenals het totaal aantal maatregelen dat op basis van het EPA wordt uitgevoerd. Bedacht dient echter dat het uitgangspunt om het EPA aan te laten sluiten bij een natuurlijk moment, zoals ketelvervanging of woningrenovatie, tevens betekent dat een significant deel van het EPA-effect behoort tot de autonome verbetering. Ook is het de vraag of inzicht kan worden verkregen welk percentage van de EPA's niet geleid heeft tot het nemen van besparingsmaatregelen. Immers, bij het analyseren van de subsidieaanvragen worden alleen de EPA's aangetroffen die wel tot het nemen van maatregelen hebben geleid.

Het EPA advies hoeft niet direct te leiden tot het nemen van energiebesparingsmaatregelen. De consument kan (een deel van) de investering uitstellen tot een later beter passend tijdstip. Dit leidt er toe dat het effect van het EPA wordt onderschat.

Door middel van het analyseren van de subsidieaanvragen ontstaat een beeld van de kwaliteit van de genomen maatregelen. Echter, niet duidelijk is in hoeverre het hierbij gaat om vervanging van systemen met een vergelijkbare kwaliteit, zoals bijvoorbeeld de vervanging van een oude HR-ketel door een nieuwe HR-ketel. Door middel van monitoring kan een beeld worden verkregen van de ontwikkeling van de penetratiegraad. Het grote nadeel van deze aanpak is echter dat meestal de kwaliteit van de besparingsmaatregelen (zoals bijvoorbeeld het type glasisolatie) niet wordt gemeten. Voor een goed beeld van de voortgang van de efficiëntieverbetering is het derhalve van belang zowel de kwaliteit van de bestaande woningvoorraad te monitoren als ook het analyseren van de subsidieaanvragen voor energiebesparingsmaatregelen. Door het combineren van deze twee bronnen kan mogelijk een beeld worden verkregen van de voortgang van de EPA.

Eerder is reeds aangegeven dat er meerdere mogelijkheden zijn waarmee invulling gegeven kan worden aan de totale reductiedoelstelling van 5,5 Mton CO₂. De statistische fout in de penetratiegraden in het basisjaar alsmede de gehanteerde definitie bij de bepaling van de penetratiegraad introduceren een onzekerheid waardoor het niet eenvoudig is om met voldoende nauwkeurigheid te bepalen of aan de reductiedoelstelling wordt voldaan. Dit is deels op te lossen door structureel dezelfde onderzoekssystematiek aan te houden. In dit geval is de systematische fout constant³² en is de onzekerheid in de verandering in de penetratiegraad volledig toe te schrijven aan 'toevallige fouten'.

³² O.a. zelfde wijze van informatieverzameling en definities met betrekking tot besparingsmaatregelen.

5. SAMENVATTING EN DISCUSSIE

In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is een doelstelling van 2 Mton CO₂ reductie in 2010 voor woningen gebouwd voor 1995 opgenomen. Inclusief de veronderstelde autonome reductie van 3,5 Mton leidt dit tot een totale reductiedoelstelling van 5,5 Mton. Om na te kunnen gaan of het huidige besparingstempo daadwerkelijk leidt tot de totale beoogde reductiedoelstelling, is het noodzakelijk tussendoelstellingen te formuleren op basis waarvan de voortgang van de efficiëntieverbetering kan worden gemonitord. In dit hoofdstuk zullen de resultaten van de modelberekeningen waarmee een invulling is gegeven aan de 5,5 Mton CO₂ reductie alsmede consequenties voor de ontwikkeling van het aantal EPA's en de besparing worden bediscussieerd.

5.1 Robuustheid en onzekerheden

Door middel van het Energie Prestatie Advies (EPA) wordt in combinatie met de Energiepremiereregeling beoogd een additionele CO₂-reductie te bewerkstelligen zodat kan worden voldaan aan de totale reductiedoelstelling. Het EPA bevindt zich momenteel nog in de eerste fase. Onder meer op basis van de ervaringen over de afgelopen periode zal worden bekeken of het instrument EPA op een andere manier vorm gegeven dient te worden en op welke wijze dat dient te geschieden. Het is derhalve niet exact bekend hoe het instrument EPA over de periode 2000-2010 vormgegeven zal worden. Hierdoor is het tevens niet mogelijk om uitspraken te doen over de effectiviteit van het EPA. De totale CO₂-reductiedoelstelling van 5,5 Mton dient derhalve als uitgangspunt voor deze studie. Door middel van modelberekeningen is invulling gegeven aan deze doelstelling. Bedacht dient te worden dat het hierbij om slechts één van de mogelijkheden gaat waarmee de doelstelling gehaald kan worden. De ontwikkeling van de penetratiegraad is bepaald op basis van een kosten/baten analyse. Hierbij zijn tevens een aantal fysieke randvoorwaarden meegenomen. Hierdoor mag gesteld worden dat de hier geschetste ontwikkeling niet een willekeurig is maar een invulling die op grond van de huidige inzichten als één van de meest plausibele ontwikkelingen mag worden beschouwd.

Op basis van het Global Competition scenario (GC) is een invulling gegeven aan de CO₂ reductiedoelstelling. Het is echter uiterst onwaarschijnlijk dat de reële ontwikkeling van de factoren die de ontwikkeling van het energieverbruik bepalen zich exact zullen voordoen zoals in het GC-scenario is vastgelegd. Door echter uit te gaan van een totale reductiedoelstelling en geen onderscheid te maken naar autonome en additionele besparing wordt dit probleem grotendeels ondervangen. Immers, een versnelling van het autonome besparingstempo maakt het behalen van een additionele energiebesparing moeilijker. Indien de autonome besparing lager uitvalt dan verwacht blijft er een groter kosteneffectief besparingspotentieel over dat door middel van het EPA kan worden benut.

Het resterende energiebesparingpotentieel wordt bepaald door de in het basisjaar reeds gerealiseerde besparing. Voor het berekenen van de ontwikkeling van het besparingspotentieel in de tijd dient hierbij rekening nog gehouden te worden met de gemiddelde levensduur van de reeds aanwezige besparingsopties. Voor het bepalen van het resterende besparingspotentieel in het basisjaar zijn twee bronnen aanwezig, de Kwalitatieve Woningregistratie die is uitgevoerd in opdracht van VROM (Damen, 1998) en het Basisonderzoek Kleinverbruikers zoals gepubliceerd door EnergieNed (EnergieNed, 1996). Echter, door verschillen in zowel de onderzoeksopzet, de definities aangaande besparingsmaatregelen en de steekproefgrootte zijn er forse verschillen waar te nemen met betrekking tot de volgens deze twee studies reeds gerealiseerde (en derhalve nog resterende) energiebesparingpotentiëlen. Indien de onderzoeksopzet en de steekproefgrootte in aanmerking wordt genomen mag geconcludeerd worden dat de KWR-cijfers waarschijnlijk de meest betrouwbare weergave zijn van de feitelijke situatie.

Echter, doordat een bouwdeel slechts het predikaat geïsoleerd meekrijgt indien meer dan 50% van het oppervlak van de betreffende maatregel is voorzien, is het waarschijnlijk dat op grond van de KWR-cijfers het resterende energiebesparingpotentieel wordt overschat. Tevens mag geconcludeerd worden dat op basis van de BAK-cijfers een onderschatting van het energiebesparingpotentieel gemaakt wordt. In deze studie zijn de KWR-cijfers gebruikt als basis voor de modelberekeningen. Additioneel zijn modelberekeningen uitgevoerd op basis van de energiebesparingpotentiëlen conform BAK. Door het vergelijken de uitkomsten wordt een indicatie verkregen van de robuustheid van de geschetste ontwikkelingen.

5.2 Invulling van de reductiedoelstelling

De modelberekeningen geven aan dat de penetratiegraad van isolatiemaatregelen fors dient toe te nemen om te kunnen voldoen aan de 5,5 Mton reductiedoelstelling. Zeker in vergelijking tot de historische ontwikkeling is de toename zondermeer fors. Meer dan 70% van de additionele energiebesparing kan worden toegeschreven aan glasisolatie en de hoog rendement ketel (HR). De totale (meer)investeringen die gemoeid zijn met de additionele reductie bedragen ruim 6 miljard gulden over de periode 2000-2010. Doordat met name voor de isolatiemaatregelen de subsidie een fors deel van de meerinvesteringen dekt is de kosteneffectiviteit voor de eindverbruiker veel gunstiger dan voor de overheid. De totale benodigde hoeveelheid subsidie bedraagt ruim 2,5 miljard gulden, waarvan 1,4 miljard voor glasisolatie en ruim 100 miljoen gulden voor de HR-ketel. De kosteneffectiviteit van het totale additionele pakket aan energiebesparingsmaatregelen bedraagt circa -250 gulden per ton CO₂ voor de eindverbruiker en +60 gulden per ton CO₂ nationaal. Alleen de HR-ketel heeft in de nationale benadering een negatieve kosteneffectiviteit (-30 gulden per ton), alle overige opties scoren boven de 50 gulden per ton. Voor dak- en met name vloerisolatie geldt dat deze opties zowel in de nationale als eindverbruikersbenadering niet kosteneffectief zijn. Opgemerkt dient te worden dat bij het bepalen van de meerinvestering de (meer)kosten voor besparingsmaatregelen die voortkomen uit groot onderhoud van de woningen niet aan de besparingsmaatregelen zijn toegerekend. Dit speelt een belangrijke rol bij glasisolatie. Vervanging van kozijnen zodat dubbel glas toegepast kan worden wordt toegeschreven aan woningonderhoud. De meerinvestering voor glasisolatie blijven in dit geval beperkt tot de meerkosten van HR++ glas ten opzicht van de referentietechniek (dubbel glas).

De penetratie van glasisolatie bedraagt gemiddeld 90% in 2010 (+28%). De penetratie van muur-, dak- en vloerisolatie neemt in de periode 2000-2010 toe tot respectievelijk 64% (+19%), 59% (+8%) en 36% (+12%). Opgemerkt dient te worden dat een deel van de door middel van glasisolatie bereikte besparing behaald wordt door de vervanging van conventioneel dubbel glas door HR++ glas. Deze kwaliteitsverbetering komt niet in de deze cijfers tot uitdrukking. De penetratie van de HR-ketel neemt eveneens sterk toe van 23% in 2000 tot 60% in 2010. Indien wordt gecorrigeerd voor het feit dat de HR-ketel niet in het gehele woningbestand kan worden toegepast, dan wordt een penetratie voor de HR-ketel gevonden van 76% in 2010.

5.3 Ontwikkeling van het aantal EPA's

Omdat niet bekend is hoe het EPA in de periode 2000-2010 exact zal worden vormgegeven is gekozen voor een meer theoretische benadering voor de bepaling van de ontwikkeling van het aantal EPA's en de hieraan gekoppelde energiebesparing, zie Hoofdstuk 4. Aangenomen is dat de het aantal EPA's zich volgens een S-vormige curve zal ontwikkelen. De vorm van de S-kromme wordt vervolgens bepaald door de periode waarin het EPA wordt ingezet (10, 15 of 20 jaar) en het aantal woningen dat uiteindelijk EPA wordt gekeurd (50%, 75%, 100%). Door het combineren van de verschillende tijdsintervallen en de maximale te keuren woningomvang wordt een aantal mogelijke ontwikkelingen verkregen volgens welke zich het aantal EPA's zou kunnen ontwikkelen. Op basis hiervan kan worden afgeleid welk deel van het woningbestand in 2010 door middel van het EPA is gekeurd en wat het aantal EPA's is dat in een bepaald zichtjaar dient te worden afgenomen.

Op basis hiervan is tevens de gemiddelde besparing per EPA-gekeurde woning te bepalen. Indien vrijwel alle woningen in de periode 2000-2010 EPA worden gekeurd, dan kan de additionele besparing verdeeld worden over een groot aantal EPA-gekeurde woningen. Indien echter het aantal EPA's beduidend lager is, dan dient een zeer hoge additionele reductie te worden bereikt door middel van het treffen van maatregelen in een relatief beperkt aantal woningen.

Indien het EPA over een periode van 15 jaar wordt ingezet en tevens wordt aangenomen dat 75% van het betreffende woningbestand EPA wordt gekeurd, dan bedraagt het maximale aantal EPA's dat in één jaar dient te worden uitgevoerd ruim 750.000 in 2007. De gemiddelde besparing per EPA-gekeurde woning bedraagt in dit geval 644 m³ aardgas. Dit is een reductie van het energieverbruik met ruim 30% ten opzichte van het verbruik in 1995. Circa 4,3 Mton van de CO₂ reductie vindt in dit geval plaats in de EPA-gekeurde woningen en de resterende 1,2 Mton (autonoom) in de niet gekeurde woningen. Wordt het EPA ingezet over een periode van 20 in plaats van 15 jaar en wordt gedurende deze 20 jaar slechts 50% van het woningbestand door middel van een EPA-gekeurd, dan bedraagt het maximale aantal EPA's dat in één jaar dient te worden uitgevoerd 384.000 in 2010. Echter, de additionele besparing dient dan te worden bereikt door het nemen van additionele maatregelen in slechts 25% van het totale woningbestand aan woningen gebouwd voor 1995. Dit leidt tot een zeer hoge besparing per EPA-gekeurde woning van ruim 1100 m³ aardgas per gekeurde woning, een reductie met ruim 50% ten opzichte van het verbruik in 1995. In het meest optimistische scenario, waarbij 100% van de woningen in een periode van 10 jaar worden gekeurd, bedraagt het maximale aantal EPA's dat in één jaar dient te worden uitgevoerd bijna 1,5 miljoen in 2005. De gemiddelde besparing per woning bedraagt in dit geval circa 540 m³ aardgas. Dit is een daling ten opzichte van het verbruik in 1995 met 26%.

Doordat momenteel slechts zeer beperkt gegevens beschikbaar zijn met betrekking tot het effect van het EPA en de onzekerheden omtrent de toekomstige vormgeving van het EPA is het nauwelijks mogelijk een uitspraak te doen over de verwachte ontwikkeling van het aantal EPA's. Wel is duidelijk dat een hoog keuringstempo nodig is om realistische waarden te vinden voor de gemiddelde besparing die per EPA-gekeurde woning dient te worden behaald. In dit geval is echter het maximaal aantal EPA's dat in een bepaald zichtjaar dient te worden uitgevoerd vaak zeer hoog.

REFERENTIES

- Beeldman, M. J. Oude Lohuis, J.A. Annema, R.A. van den Wijngaart (1999): *De Uitvoeringsnota Klimaatbeleid doorgelicht. Een analyse op basis van het Optiedocument*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Petten, 1999.
- Boonekamp (1995): *SAVE-module Huishoudens*, Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), ECN-I--94-045 ,Petten, januari 1995.
- Boonekamp, P.G.M., H. Jeeninga, H. Heinink (2000): *Effectiviteit Energiepremies. Analyse voor het huishoudelijk verbruik tot 2010*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--00-062, Petten, 2000.
- Boonekamp, P.G.M., A.W.N. van Dril, H. Jeeninga, M. Menkveld en W.G. van Arkel (2000a): *Milieukosten van genomen besparingsmaatregelen*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--00-045, Petten, 2000.
- CPB (1997): *Economie en Fysieke Omgeving. Beleidsopgaven en oplossingsrichting 1995-2000*. SDU, Den Haag, 1997.
- Damen Consultants (1998): *KWR '94-'96 Analyse Energie en Water*. Rotterdam, 1998.
- EnergieNed (1996): *Basisonderzoek Aardgasverbruik Huishoudens 1995*. Rapport nr. ECO 96-416, Arnhem, 1996.
- EnergieNed (1996a): *Landelijke Energiebesparingsmonitor Huishoudens 1996*. EnergieNed, Arnhem, 1996.
- EPA (1999): *Handboek Basismethode EPA. Experimentele fase*. Novem, 1999.
- EVN (2000): *Energie Verslag Nederland 1999*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), ISSN 1381-4354, Petten, 2000.
- Jeeninga (1997): *Analyse energieverbruik sector Huishoudens 1982-1996. Achtergronddocument bij het rapport 'Monitoring energieverbruik en beleid Nederland'*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-I--97-051, 1997.
- Jeeninga, H., G.J. Ruijg (1999): *Effectiviteit van de HR-ketel als Energiebesparingsmaatregel. Berekening van de milieuwinst en kosteneffectiviteit*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--99-041, 1999.
- Menkveld, M., A.W.N. van Dril, H. Jeeninga (1999): *Warmtepompen in de NEV-scenario 's*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), vertrouwelijk, 1999.
- NEV (1998): *Nationale Energie Verkenningen 1995-2020*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Petten, 1998.
- NW&S (1994): *ICARUS-3. The Potential of Energy Efficiency Improvement in the Netherlands to 2000 and 2015*. NW&S report no. 94013, Utrecht, 1994.
- Optiedocument (1998): *Optiedocument voor emissiereductie van broeikasgassen. Inventarisatie in het kader van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Petten, 1998.
- VROM (1997): *Volkshuisvesting in cijfers 1996*. Den Haag, 1997.

- VROM (1997a): *De kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad 1995. Resultaten van de Kwalitatieve Woningregistratie (KWR) 1994-1996*. Den Haag, 1997.
- VROM (1998): *Volkshuisvesting in Cijfers*. Den Haag, 1998.
- VROM (1999): *Volkshuisvesting in Cijfers 1999*. Den Haag, 1999.
- VROM (2000): *Nota Wonen (Ontwerp). Mensen, wensen, wonen*. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), rapport nr. vrom 000131/b/05-00 13522/171, Den Haag, 2000.
- Ybema, J.R., P. Kroon, T.J. de Lange, G.J. Ruijg (1999): *De bijdrage van Duurzame Energie in Nederland tot 2020*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--99-053, 1999.

BIJLAGE A

Tabel A.1 *Opbouw van het woningbestand naar type en bouwjaar in 1998 als percentage van het totaal aantal woningen (VROM 1999)*

[%]	Voor 1945	45-59	60-70	71-80	81-90	91 en later	Totaal
<i>Eengezins</i>	14,6	8,2	10,6	15,0	12,1	8,7	69
- vrijstaand	5,6	1,7	1,7	2,4	1,6	2,1	15
- 2/1 kap	2,4	1,5	1,4	2,3	2,0	2,2	12
- hoek	1,9	1,7	2,6	3,4	2,8	1,2	14
- tussen	4,7	3,3	4,9	7,0	5,7	3,2	29
<i>Meergezins</i>	6,1	4,4	5,4	5,3	5,5	4,1	31
- portiek	5,5	3,3	3,0	2,6	3,4	2,3	20
- galerij	0,6	1,0	2,4	2,7	2,1	1,8	11
<i>totaal</i>	20,7	12,6	16,1	20,3	17,6	12,8	100

Tabel A.2 *Opbouw van het woningbestand naar type en bouwjaar in 1998 in aantallen woningen (× 1000) (VROM 1999)*

	Voor 1945	45-59	60-70	71-80	81-90	91 en later	Totaal
<i>Eengezins</i>	930	521	675	956	769	553	4403
- vrijstaand	354	108	108	150	101	132	954
- 2/1 kap	154	95	89	145	130	141	755
- hoek	120	107	163	218	178	79	865
- tussen	301	211	314	443	359	201	1829
<i>Meergezins</i>	386	278	346	336	350	260	1957
- portiek	348	213	192	165	214	145	1278
- galerij	38	65	154	171	135	115	679
<i>Totaal</i>	1316	799	1021	1292	1118	813	6360

Tabel A.3 *Ontwikkeling van de opbouw van het woningbestand naar bouwjaarklasse in de periode 1995-2010 in het GC-scenario*

	Aantal woningen [×1000]				Aandeel [%]			
	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
Voor 1945	1316	1285	1232	1167	22	21	21	20
45-59	799	780	744	700	13	13	13	12
60-70	1021	1013	1000	981	17	17	17	17
71-80	1292	1288	1280	1269	21	21	22	22
81-90	1118	1118	1117	1116	18	19	19	19
91-95	539	539	537	535	9	9	9	9
<i>Totaal</i>	6086	6021	5910	5767	100	100	100	100

Tabel A.4 *Aandeel sloop van woningen per leeftijdsklasse in de periode 2000-2010*

Leeftijdsklasse	Aandeel [%]
Voor 1945	44
1945-1959	32
1960-1970	15
1971-1980	8
1981-1990	0,5
1991-1995	0,5

Tabel A.5 *Ontwikkeling van de opbouw van het woningbestand van voor 1995 naar woningtype in de periode 1995-2010*

	1995	2000	2005	2010
<i>Eengezins</i>	4204	4185	4154	4114
- vrijstaand	907	902	895	885
- 2/1 kap	704	703	701	698
- hoek	837	832	825	816
- tussen	1757	1748	1733	1714
<i>Meergezins</i>	1882	1835	1756	1654
- portiek	1236	1201	1143	1067
- galerij	646	634	614	587
Totaal	6086	6021	5910	5767

Tabel A.6 *Penetratie van glisolatie naar bouwjaar- en eigendomsklasse in 1995 (n=6.195.000 woningen). Op basis van (Damen, 1998)*

[%]	Huur	Huur	Koop	Totaal
< 1945	47	20	43	37
1945-1967	51	38	50	50
Na 1967	69	65	73	70
Totaal	59	39	60	57

Tabel A.7 *Penetratie van muurisolatie naar bouwjaar- en eigendomsklasse in 1995 (n=6.195.000 woningen). Op basis van (Damen, 1998)*

[%]	Sociale huur	Particuliere huur	Koop	Totaal
< 1945	30	5	16	16
1945-1967	33	10	12	24
Na 1967	71	59	58	63
Totaal	52	26	37	41

Tabel A.8 *Penetratie van dakisolatie naar bouwjaar- en eigendomsklasse in 1995 (n=5.078.000 woningen). Op basis van (Damen, 1998)*

[%]	Sociale huur	Particuliere huur	Koop	Totaal
< 1945	29	16	35	30
1945-1967	27	17	31	28
Na 1967	69	66	74	72
Totaal	48	35	54	50

Tabel A.9 *Penetratie van vloerisolatie naar bouwjaar- en eigendomsklasse in 1995 (n=5.200.000 woningen). Op basis van (Damen, 1998)*

[%]	Sociale huur	Particuliere huur	Koop	Totaal
< 1945	10	3	9	8
1945-1967	4	3	5	4
Na 1967	39	34	39	39
Totaal	21	16	24	22

BIJLAGE B

Tabel B.1 *Aantal nieuwe systemen en saldo van energiebesparingsmaatregelen in de bestaande bouw in GC_{update} conform KWR*

× 1000	<i>Nieuwe systemen</i>		<i>Saldo</i>	
	<i>2000-2005</i>	<i>2005-2010</i>	<i>2000-2005</i>	<i>2005-2010</i>
Dubbel glas woonkamer	643	712	-302	-491
Low E-glas woonkamer	75	125	67	80
HR++ glas woonkamer	652	962	652	943
Dubbel glas slaapkamer	1377	1463	712	491
Low E-glas slaapkamer	1	3	-6	-44
HR++ slaapkamer	52	121	52	119
Spouwmuurisolatie	291	160	-	-
Buitenmuurisolatie	8	11	-	-
Dakisolatie	51	40	-	-
Vloerisolatie	87	96	-	-
HR-ketel	622	682	443	213
- waarvan HR-107	293	305	293	282

Tabel B.2 *Aantal nieuwe systemen en saldo van energiebesparingsmaatregelen in de bestaande bouw in GC_{update} conform BAK*

× 1000	<i>Nieuwe systemen</i>		<i>Saldo</i>	
	<i>2000-2005</i>	<i>2005-2010</i>	<i>2000-2005</i>	<i>2005-2010</i>
Dubbel glas woonkamer	569	760	-707	-776
Low E-glas woonkamer	67	116	49	16
HR++ glas woonkamer	583	898	583	890
Dubbel glas slaapkamer	1209	1306	547	367
Low E-glas slaapkamer	1	3	-5	-37
HR++ slaapkamer	46	109	46	108
Spouwmuurisolatie	290	160	-	-
Buitenmuurisolatie	8	11	-	-
Dakisolatie	179	99	-	-
Vloerisolatie	88	96	-	-
HR-ketel	586	660	409	214
- waarvan HR-107	277	296	277	275

Tabel B.3 *Aantal nieuwe systemen en saldo van energiebesparingsmaatregelen in de bestaande bouw in GC-EPA conform BAK*

× 1000	Nieuwe systemen		Saldo	
	2000-2005	2005-2010	2000-2005	2005-2010
Dubbel glas woonkamer	59	85	-1215	-1429
Low E-glas woonkamer	80	99	61	48
HR++ glas woonkamer	1157	1719	1157	1700
Dubbel glas slaapkamer	928	851	266	-78
Low E-glas slaapkamer	2	5	-4	-35
HR++ slaapkamer	405	750	405	737
Spouwmuurisolatie	465	279	-	-
Buitenmuurisolatie	51	52	-	-
Dakisolatie	283	166	-	-
Vloerisolatie	478	502	-	-
HR-ketel	1379	1323	1202	818
- waarvan HR-107	657	604	657	552

Tabel B.4 *Ontwikkeling van de meerinvesteringen van besparingsmaatregelen in GC-EPA ten opzichte van het referentiescenario conform BAK*

Mln. gld. per periode	2000-2005	2005-2010	Totaal
Isolatiemaatregelen	2608	2734	5342
- glasisolatie	770	1139	1909
- muurisolatie	597	501	1098
- dakisolatie	458	287	745
- vloerisolatie	784	806	1590
ICV-installaties	620	509	1129
- HR-107	358	280	637
Totaal bestaande bouw	3328	3243	6471

Tabel B.5 *Ontwikkeling van subsidies op besparingsmaatregelen in GC-EPA conform BAK*

Mln. gld. per periode	2000-2005	2005-2010	Totaal
isolatiemaatregelen	1255	1327	2582
- HR++ glas	498	769	1267
- Muurisolatie	284	192	476
- Dakisolatie	283	166	448
- Vloerisolatie	191	201	392
HR-107	66	60	126
Totaal bestaande bouw	1321	1387	2708

Tabel B.6 *Additional CO₂-reductie per besparingsmaatregel in 2010 in GC-EPA conform BAK*

	Mton CO ₂	Aandeel [%]
Glasisolatie	0,68	34
Muurisolatie	0,31	16
Dakisolatie	0,10	5
Vloerisolatie	0,18	9
HR-ketels	0,73	37
Totaal	2,00	100

Tabel B.7 *Berekening van de kosteneffectiviteit van energiebesparingsmaatregelen in 2010 conform BAK*

	Eindverbruikers [f/ton]	Nationaal [f/ton]
Glasisolatie	-331	50
Muurisolatie	-225	96
Dakisolatie	27	330
Vloerisolatie	260	469
HR-ketels	-303	-26
Totaal	-242	72

Tabel B.8 *Ontwikkeling van de penetratiegraad van energiebesparingsmaatregelen in GC_{update} en GC-EPA in de periode 1995-2010 conform BAK voor woningen gebouwd voor 1995*

[%]	1995	2000	2005	2010
<i>GC_{update}</i>				
- glasisolatie	75	80	82	85
- muurisolatie	63	67	74	79
- dakisolatie	59	60	64	68
- vloerisolatie	31	33	35	38
- HR-ketel ³³	14	23	29	35
<i>GC-EPA</i>				
- glasisolatie	75	80	85	90
- muurisolatie	63	67	82	88
- dakisolatie	59	60	68	72
- vloerisolatie	31	33	42	52
- HR-ketel	14	23	45	66

Tabel B.9 *Ontwikkeling van isolatiemaatregelen naar bouwjaarklasse in GC-EPA in de periode 1995-2010 conform BAK*

[%]	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
<i>Glasisolatie</i>								
Tot 1945	634	761	862	946	48	59	70	81
1945-1967	1053	1139	1201	1247	65	72	78	84
1968 en later	2877	2917	2950	2977	91	93	94	96
Totaal	4564	4817	5013	5170	75	80	85	90
<i>Muurisolatie</i>								
Tot 1945	274	415	594	638	21	32	48	55
1945-1967	526	827	1220	1335	33	52	79	90
1968 en later	2630	2792	3009	3083	83	89	96	99
Totaal	3834	4034	4823	5055	63	67	82	88
<i>Dakisolatie</i>								
Tot 1945	514	324	488	543	39	25	40	47
1945-1967	590	372	571	646	36	23	37	44
1968 en later	2959	2917	2943	2944	94	93	94	94
Totaal	3591	3612	4002	4132	59	60	68	72
<i>Vloerisolatie</i>								
tot 1945	137	186	333	480	10	14	27	41
1945-1967	84	144	326	515	5	9	21	35
1968 en later	1603	1657	1828	2017	51	53	58	65
Totaal	1887	1987	2487	3012	31	33	42	52

³³ Het betreft hier de penetratie in het totale woningbestand, dus inclusief woningen op collectieve systemen en woningen voorzien van lokale verwarming. De maximale penetratie van de HR-ketel is hierdoor beperkt tot 74% in 1995 en 79% in 2010.

Tabel B.10 *Ontwikkeling van isolatiemaatregelen naar type woning in GC-EPA in de periode 1995-2010 conform BAK*

[%]	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
<i>Glas-EPA</i>								
Eengezins	3174	3370	3551	3724	76	81	85	91
- vrijstaand	765	798	826	852	84	88	92	96
- 2/1 kap	538	575	611	648	77	82	87	93
- hoek	596	640	680	719	71	77	82	88
- tussen	1274	1358	1434	1506	73	78	83	88
Meergezins	1390	1446	1462	1446	74	79	83	87
Totaal	4564	4817	5013	5170	75	80	85	90
<i>Muur-EPA</i>								
Eengezins	2779	2927	3518	3731	66	70	85	91
- vrijstaand	480	533	744	823	53	59	83	93
- 2/1 kap	471	498	606	649	67	71	87	93
- hoek	651	668	735	756	78	80	89	93
- tussen	1176	1228	1433	1503	67	70	83	88
Meergezins	1055	1107	1306	1324	56	60	74	80
Totaal	3834	4034	4823	5055	63	67	82	88
<i>Dak-EPA</i>								
Eengezins	2639	2660	2954	3080	63	64	71	75
- vrijstaand	570	576	652	684	63	64	73	77
- 2/1 kap	425	430	491	520	60	61	70	74
- hoek	495	499	558	584	59	60	68	71
- tussen	1148	1155	1253	1292	65	66	72	75
Meergezins	952	953	1048	1053	51	52	60	64
Totaal	3591	3612	4002	4132	59	60	68	72
<i>Vloer-EPA</i>								
Eengezins	1265	1345	1744	2181	30	32	42	53
- vrijstaand	287	308	409	520	32	34	46	59
- 2/1 kap	252	266	336	414	36	38	48	59
- hoek	242	257	332	414	29	31	40	51
- tussen	484	515	667	833	28	29	38	49
Meergezins	622	642	742	832	33	35	42	50
Totaal	1887	1987	2487	3012	31	33	42	52

Tabel B.11 *Ontwikkeling van de HR-ketel naar type woning in de periode 1995-2010 conform BAK*

HR-EPA (× 1000)	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
Eengezins	787	1189	2145	3072	19%	28%	52%	75%
- vrijstaand	280	368	576	777	31%	41%	64%	88%
- 2/1 kap	124	202	390	575	18%	29%	56%	82%
- hoek	194	266	437	602	23%	32%	53%	74%
- tussen	189	353	742	1119	11%	20%	43%	65%
Meergezins	65	196	493	749	3%	11%	28%	45%
- portiek	30	111	291	444	2%	9%	25%	42%
- galerij	35	85	201	305	5%	13%	33%	52%
Totaal	852	1385	2638	3821	14%	23%	45%	66%

Tabel B.12 *Ontwikkeling van het aantal woningen naar eigendomsklasse waarbij glas- en muurisolatie toegepast kan worden (op basis van (Damen, 1998))*

<i>Muur, dak (× 1000)</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Sociale huur	2.354	2.269	2.001	1.726
< 1945	260	243	202	155
1945-1967	914	880	775	666
> 1967	1.180	1.145	1.025	904
Particulier huur	860	813	677	533
< 1945	423	393	314	228
1945-1967	121	116	99	81
> 1967	316	304	264	224
Koop	2.981	3.047	3.339	3.615
< 1945	840	834	865	882
1945-1967	626	652	753	851
> 1967	1.515	1.561	1.721	1.882
Totaal	6.195	6.129	6.018	5.874

Tabel B.13 *Ontwikkeling van het aantal woningen naar eigendomsklasse waarbij dakisolatie toegepast kan worden (op basis van (Damen, 1998))*

<i>Dak (× 1000)</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Sociale huur	1.678	1.624	1.461	1.291
< 1945	193	181	151	118
1945-1967	682	660	592	522
> 1967	802	783	717	651
Particulier huur	566	536	452	362
< 1945	280	259	209	152
1945-1967	67	64	56	47
> 1967	219	212	188	163
Koop	2.834	2.853	2.988	3.104
< 1945	798	778	769	744
1945-1967	568	581	635	686
> 1967	1.468	1.494	1.584	1.673
Totaal	5.078	5.012	4.901	4.757

Tabel B.14 *Ontwikkeling van het aantal woningen naar eigendomsklasse waarbij vloerisolatie toegepast kan worden (op basis van (Damen, 1998))*

<i>Vloer (× 1000)</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Sociale huur	1.780	1.724	1.557	1.382
< 1945	204	191	160	125
1945-1967	740	716	646	572
> 1967	837	818	751	684
Particulier huur	579	549	464	374
< 1945	270	250	201	146
1945-1967	75	72	62	52
> 1967	235	227	201	175
Koop	2.841	2.861	3.002	3.123
< 1945	796	776	767	741
1945-1967	573	587	645	701
> 1967	1.471	1.498	1.590	1.682
Totaal	5.200	5.134	5.023	4.879

Tabel B.15 *Opbouw van het ketelbestand van woningen met ICV-installatie naar type woningen per eigendomsklasse*

(× 1000)	<i>ST</i>	<i>VR</i>	<i>HR</i>	<i>ST</i>	<i>VR</i>	<i>HR</i>
Sociale huur	591	802	205	37%	50%	13%
- vrijstaand + 2/1 kap	53	42	30	42%	33%	24%
- hoek+ rijtjeswoning	395	493	127	39%	49%	13%
- flat/appartement	143	267	48	31%	58%	10%
Particulier huur	190	203	48	43%	46%	11%
- vrijstaand + 2/1 kap	38	35	18	42%	38%	20%
- hoek+ rijtjeswoning	92	109	20	42%	49%	9%
- flat/appartement	60	59	10	47%	46%	8%
Particulier koop	854	1087	625	33%	42%	24%
- vrijstaand + 2/1 kap	391	484	366	32%	39%	29%
- hoek+ rijtjeswoning	419	545	248	35%	45%	20%
- flat/appartement	44	58	11	39%	52%	10%
Totaal	1635	2092	878	36%	45%	19%