

Maart 2000

ECN-C--00-045

MILIEUKOSTEN VAN GENOMEN BESPARINGSMAATREGELEN

P.G.M. Boonekamp
A.W.N. van Dril
H. Jeeninga
M. Menkveld
W.G. van Arkel

Abstract

The standardised method for calculating the costs of environmental measures in the Netherlands has been updated in 1998 (report 'Costs and benefits in environmental policy, definitions and computational methods'). One of the updates is the incorporation of selected saving measures, including sustainable options, in end use sectors. The costs of saving measures are partly or wholly compensated by the benefits, in the form of lower expenses for energy carriers. The cost/benefit-ratio is used, among other criteria, to depict a saving measure as an environmental measure.

This report describes how find figures for costs, savings and penetration growth of saving measures, how to select them and how to calculate the total environmental costs of these saving measures. Another question to be answered encompasses the costs and benefits of all saving measures, including that of non-environmental saving measures. Finally an outline for a structural monitoring activity in this field is given.

For the household and service sectors a quantitative analysis for the year 1998 has resulted in an overview of the costs and benefits per saving measure, the total environmental costs and the total costs and benefits of all saving measures. A spreadsheet with all figures and calculations has been drawn up.

For the industry and agriculture sectors a qualitative analysis has resulted in guidelines how to modify the existing survey on environmental costs, to get figures on costs and benefits of saving measures. The Central Bureau of Statistics in the Netherlands will execute the new survey.

During the analysis a number of problems has been encountered in finding data, selecting measures and calculating total costs. To cope with these problems, a number of general long term actions and a number of specific short term measures has been proposed in a so called plan of action as an aid to future activities.

Verantwoording

De studie is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van VROM en staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7245. Contactpersoon namens het Ministerie van VROM was drs. R. Versfeld (directie SPA), zaaknummer 99330049.

INHOUD

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INLEIDING | 10 |
| 2. | ALGEMENE AANPAK | 11 |
| 2.1 | Vernieuwde milieukostenmethodiek | 11 |
| 2.2 | Besparingen in de methodiek milieukosten | 11 |
| 2.3 | Aanpak bepaling kosten en baten besparingsmaatregelen | 12 |
| 2.4 | Rekenschema milieukosten | 12 |
| 2.5 | Bronnen en ontbrekende informatie | 13 |
| 3. | HUISHOUDENS | 14 |
| 3.1 | Sectorgegevens | 14 |
| 3.2 | Gegevensbronnen | 14 |
| 3.3 | Definitie maatregelen | 15 |
| 3.4 | Rentabiliteit per maatregel | 17 |
| 3.4.1 | Nieuwbouw | 17 |
| 3.4.2 | Bestaande bouw | 18 |
| 3.4.3 | Duurzame energie | 19 |
| 3.4.4 | Huishoudelijke apparaten | 20 |
| 3.5 | Penetratiegraad en milieukosten energiebesparingsmaatregelen | 24 |
| 3.5.1 | Nieuwbouw | 24 |
| 3.5.2 | Bestaande bouw | 24 |
| 3.5.3 | Duurzame energie | 27 |
| 3.5.4 | Huishoudelijke apparaten | 28 |
| 3.6 | Knelpunten, witte vlekken en onzekerheid | 29 |
| 4. | DIENSTEN/UTILITEITSBOUW | 31 |
| 4.1 | Sectorgegevens | 31 |
| 4.2 | Gegevensbronnen | 32 |
| 4.2.1 | Meerjarenafspraken (MJA's) | 32 |
| 4.2.2 | Uitvoering stimuleringsregelingen Senter | 32 |
| 4.2.3 | Enquete EnergieNed in het kader van het MAP | 33 |
| 4.3 | Definitie maatregelen | 33 |
| 4.4 | Rentabiliteit per maatregel | 33 |
| 4.4.1 | Nieuwbouw | 34 |
| 4.4.2 | Bestaande bouw | 34 |
| 4.4.3 | WKK en Duurzame Energie | 37 |
| 4.5 | Penetratie van besparingsmaatregelen en bepaling milieukosten | 38 |
| 4.5.1 | Nieuwbouw | 38 |
| 4.5.2 | Bestaande bouw | 39 |
| 4.5.3 | WKK en Duurzame energie volgens EIA en EINP | 43 |
| 4.6 | Knelpunten, witte vlekken en onzekerheid | 45 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5. | PRODUCTIEBEDRIJVEN | 47 |
| 5.1 | Industrie | 47 |
| 5.1.1 | Inleiding | 47 |
| 5.1.2 | Huidige milieukostenenquête | 48 |
| 5.1.3 | Indeling besparingsmaatregelen | 48 |
| 5.1.4 | Bruikbaarheid andere bronnen/monitoring | 50 |
| 5.1.5 | Indirecte besparingsmaatregelen | 51 |
| 5.1.6 | Kanttekeningen bij de milieukostenmethodiek | 51 |
| 5.1.7 | Suggesties voor aanpassing milieukostenenquête | 54 |
| 5.2 | Land- en tuinbouw | 57 |
| 5.2.1 | Bedrijven Informatie Net | 57 |
| 5.2.2 | Milieukosten en BIN | 57 |
| 5.2.3 | Overige aspecten | 59 |
| 5.3 | Bouwsector | 59 |
| 6. | OVERZICHT RESULTATEN EN ANALYSE | 60 |
| 6.1 | Kanttekeningen bij resultaten | 60 |
| 6.2 | Rentabiliteit en milieumaatregelen | 60 |
| 6.3 | Totale kosten en baten en milieukosten | 63 |
| 6.4 | Analyse | 64 |
| 7. | STRUCTURELE VERVOLGAANPAK | 65 |
| 7.1 | Inleiding | 65 |
| 7.2 | Beschikbaarheid/bruikbaarheid informatie | 65 |
| 7.3 | Aanpassingen methodiek | 69 |
| 7.4 | Plan van aanpak gegevensverzameling | 70 |
| 7.4.1 | Gegevensverzameling CBS bij bedrijven | 70 |
| 7.4.2 | Algemene aanpak langere termijn | 71 |
| 7.4.3 | Concrete acties korte termijn | 72 |
| | APPENDIX A GEGEVENS HUISHOUDENS | 74 |
| | APPENDIX B TERUGVERDIENTIJD UTILITEITSBOUW | 78 |
| | APPENDIX C MILIEUKOSTEN IN DE UTILITEITSBOUW | 84 |
| | REFERENTIES | 93 |

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Aanleiding

In verband met de sterk groeiende hoeveelheid milieumaatregelen in de tachtiger jaren is destijds besloten de kosten van deze maatregelen jaarlijks in kaart te brengen conform de z.g. milieu kosten methodiek. In 1998 is door het ministerie van VROM een herziene milieu kosten methodiek (MKM) gepubliceerd. De z.g. niet-rendabele energiebesparingsmaatregelen worden nu ook gezien als milieumaatregelen, waarvan de kosten moeten worden bepaald. Daarnaast bestaat bij het ministerie van EZ de behoefte om te komen tot een overzicht van de kosten en baten van alle daadwerkelijk getroffen besparingsmaatregelen, rendabel of niet-rendabel. Onderhavige studie is opgezet om te komen tot een structuur, waarmee jaarlijks de kosten en baten van alle getroffen besparingsmaatregelen worden vastgelegd, en waarmee CBS, in samenwerking met RIVM, de milieukosten van besparingsmaatregelen kan bepalen.

Aanpak

De bepaling van de kosten en baten, en de totale (milieu)kosten, gaat via een aantal stappen:

- opstellen van een overzicht van de verschillende, momenteel getroffen, maatregelen,
- verzamelen van gegevens t.a.v. de kosten en baten per maatregel,
- bepalen of het een milieumaatregel betreft,
- verzamelen van penetratiegegevens per besparingsmaatregel,
- bepalen van de milieukosten van alle besparingsopties zijnde een milieumaatregel,
- bepalen van de totale kosten en totale baten van alle besparingsmaatregelen.

De gegevens zijn, indien mogelijk, verzameld voor het jaar 1998. Het betreft maatregelen bij huishoudens, industrie, HDO (Handel, Diensten en Overheid), bouwnijverheid en land- en tuinbouw, besparing bij transport valt er niet onder. Bij industriële bedrijven beperkt het werk van ECN zich tot het samen met CBS uitbreiden van de bestaande enquêtes van CBS op het gebied van besparingsmaatregelen.

De beslissing of het wel of geen milieumaatregel betreft gaat in twee stappen:

- a) de maatregel moet verder gaan dan 'state of the art', door het beleid afgedwongen of uitgelokte maatregelen worden verondersteld hieraan te voldoen,
- b) de rentabiliteit van de maatregel moet niet zeer hoog zijn. Per besparingsmaatregel wordt een simpele terugverdiensdijd bepaald (investeringsbedrag/jaarlijks uitgespaarde energiekosten). Indien deze langer is dan 3 jaar (installaties) of 5 jaar (gebouw) wordt de besparingsmaatregel gezien als een milieumaatregel.

De totale milieukosten per type maatregel zijn gelijk aan: $(\text{investering} \times \text{annuïteit} + \text{bediening \& onderhoudskosten} - \text{bespaarde energie} \times \text{energieprijs}) \times \text{aantal maatregelen}$. De milieukosten verschillen per sector omdat verschillende rentevoeten gelden en de energieprijzen verschillen.

Resultaten huishoudens en dienstensector

Tijdens de gegevensverzameling bij de sectoren huishoudens en diensten is een aantal problemen met de beschikbaarheid en kwaliteit van de data aan het licht gekomen (zie hiervoor Hoofdstuk 7). Door maximaal gebruik te maken van alle beschikbare bronnen is geprobeerd toch een zo volledig mogelijk beeld te geven van de kosten en baten van de genomen besparingsmaatregelen. De onzekerheidsmarge in de cijfers is echter tamelijk groot.

Bij huishoudens wordt onderscheid gemaakt in maatregelen bij nieuw op te leveren woningen, bij bestaande woningen, bij apparaten en maatregelen in de vorm van duurzame opties. Zo goed als alle besparingsopties vallen onder de definitie van milieumaatregel. De belangrijkste maatregelen bij huishoudens zijn dubbel glas, de HR-ketel en de diverse vormen van isolatie. De bestaande bouw toont aanzienlijk grotere saldi dan de nieuwbouw, een belangrijke oorzaak is het verschil in aantallen en de toepassing van relatief dure glasisolatie, waarbij het comfortaspect ten laste komt van de besparing. De duurzame opties zijn voorlopig nog van minder belang, ze leveren per systeem weliswaar een hoog kosten/baten saldo op, maar de aantallen systemen zijn nog zeer beperkt.

De totale milieukosten van de in 1998 genomen maatregelen bij huishoudens belopen enkele miljoenen guldens (zie Tabel S.1). Dit bedrag is een saldo van positieve (kosten) en negatieve (baten) bedragen per optie. Worden alleen de kostenposten groter dan nul meegenomen dan belopen de kosten het vijfvoudige. Verder moet opgemerkt worden dat dit bedrag de resultante is van maatregelen, genomen in een enkel jaar. De maatregelen in een aantal voorgaande jaren leveren ook nog milieukosten op in 1998. Volgens de milieukostenmethodiek tellen de isolatiemaatregelen van begin jaren tachtig nog steeds mee in de huidige jaarlijkse milieukosten. De werkelijke totale milieukosten voor 1998 bedragen dus een veelvoud van het hier vermelde bedrag.

Tabel S.1 *Overzicht milieukosten besparingsmaatregelen [mln. f in 1998]*

| | Kosten alle maatregelen | Totale milieukosten | Positieve milieukosten |
|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|
| Huishoudens | 3 | 3 | 16 |
| Dienstensector | -33 | 14 | 28 |

Bij de dienstensector is onderscheid gemaakt in maatregelpakketten bij bepaalde typen nieuw op te leveren gebouwen. Daarnaast zijn voor een tiental subsectoren afzonderlijke maatregelen bij bestaande gebouwen bekeken. Tenslotte is in de totale sector gekeken naar WKK en duurzame opties.

Bij nieuwbouw blijkt het totale pakket een simpele terugverdientijd te hebben die ligt tussen 6 en 14 jaar. Bij de bestaande gebouwen worden per subsector steeds dezelfde reeks maatregelen beschouwd. De terugverdientijd varieert soms sterk door verschillen in investering, energieprijzen, rentevoet en gebruikintensiteit (bijv. bij spaarlampen). De vraag of een bepaalde maatregel een milieumaatregel is zal dus vaak afhangen van de plaats van toepassing.

Het kosten/baten saldo van alle maatregelen bedraagt enige tientallen miljoenen guldens negatief. De reden is dat hier veel rendabele maatregelen voorkomen. De totale milieukosten bedragen meer dan tien miljoen gulden positief, hierbij tellen alleen de minder rendabele of onrendabele maatregelen mee. Worden de posten met een batig saldo weggelaten dan verdubbelt dit bedrag nog eens (zie Tabel S.1).

Aanpak bij de industrie en land-en tuinbouw

Er kunnen hier nog geen resultaten voor de industrie gegeven, deze zullen nog verzameld worden door het CBS. Bij de industrie wordt reeds jaren door het CBS een enquête uitgevoerd naar milieukosten, zij het niet voor besparingsmaatregelen. De mogelijke aanpak voor het bepalen van de milieukosten van besparingsmaatregelen is in Hoofdstuk 5 nader beschouwd. N.a.v. de discussie hierover is gebleken dat een koppeling tussen elders verzamelde informatie over industriële besparingsmaatregelen en de CBS-milieukostenenquête veel praktische problemen met zich mee zou brengen. Daarom is gekozen voor uitbreiding van de bestaande enquête met het onderwerp energiebesparing.

Een andere keuze bij bedrijven betreft het bepalen van alleen de milieukosten van geselecteerde besparingsmaatregelen of het tevens bepalen van de kosten en baten van alle besparingsmaatregelen. Besloten is voor het eerste, d.w.z. dat de geënquêteerden zelf ieder jaar moeten bepalen of de besparingsmaatregel een milieumaatregel betreft of niet.

Gegevens betreffende milieumaatregelen en kosten in de landbouw worden reeds verzameld door het Landbouw Economisch Instituut en vastgelegd in een databestand van individuele bedrijven (Bedrijven Informatienet). Met name bij doorvoering van enige aanpassingen lijkt het goed mogelijk om de milieukosten van besparingsmaatregelen structureel te bepalen.

Aanpassingen methodiek

Er blijken soms inconsistenties te bestaan bij de criteria t.a.v. het wel of geen milieumaatregel zijn van besparingsmaatregelen. Door het beleid afgedwongen maatregelen (per definitie milieumaatregelen) blijken soms zeer rendabel (dus geen milieumaatregel). Dit hangt vaak samen met de vorm van de dwang, namelijk niet per maatregel maar generiek (Meer Jaren Afspraken, Energie Prestatie Normen, etc.). Aanbevolen wordt om het criterium 'afgedwongen door het beleid' alleen betrekking te laten hebben op klassieke milieumaatregelen, waarbij alleen sprake is van kosten, en niet op besparingsmaatregelen waarbij ook (grote) baten kunnen optreden.

Het hanteren van een vaste lijst van geselecteerde (milieukosten)besparingsmaatregelen lijkt in de praktijk minder zinvol omdat bij huishoudens en diensten bijna alle maatregelen al onder de definitie van milieumaatregel vallen. Een ander probleem heeft betrekking op mogelijke trendbreuken in de tijdreeksen van milieukosten bij veranderingen in de lijst. Voorgesteld wordt voorlopig nog geen vaste lijst te hanteren van geselecteerde besparingsmaatregelen. Deze aanpak kost weinig extra inspanning en maakt het mogelijk om volgens nog nader in te vullen aanpak de cumulatieve milieukosten van deze maatregelen te bepalen. Het voorstel sluit ook aan bij de inmiddels gekozen aanpak bij de industrie door het CBS, waarbij de verbruikers zelf elk jaar moeten bepalen of een genomen maatregel wel of geen milieumaatregel betreft.

Knelpunten gegevensverzameling

Tijdens deze exercitie is een aantal grotere en kleinere problemen met de beschikbaarheid en kwaliteit van de data aan het licht gekomen (zie ook Hoofdstuk 7). Door maximaal gebruik te maken van alle beschikbare bronnen is toch een redelijk volledig beeld verkregen van de kosten/baten en milieukosten (zij het met sterk wisselende kwaliteit). Hiermee wordt het mogelijk de inspanning voor het alsnog verzamelen van ontbrekende gegevens af te zetten tegen het effect op de totale kosten/baten bedragen. Opgemerkt moet worden dat feitelijke knelpunten bij de industrie nog niet bekend zijn omdat deze gegevens nog verzameld moeten worden door het CBS.

Plan van aanpak

Voor de langere termijn wordt voorgesteld reeds verzamelde gegevens beschikbaar te krijgen (bijv. MJA-monitoring Novem) en zoveel mogelijk aan te sluiten bij de bestaande bronnen en monitoringactiviteiten en de opzet daarvan aan te passen t.b.v. de milieukosten (bijv. WKK-monitoring Novem/ECN). Daarnaast moeten nieuwe bronnen van informatie worden aangeboord, bijv.:

- de monitoring in het kader van het labelsysteem voor elektrische apparaten,
- prestatienormen voor de bouw (EPN en EPA),
- het systeem van verwijderingsbijdragen bij apparaten,
- beleidsactiviteiten op het gebied van product-efficiency,
- steunregelingen zoals door Senter (EIA), VROM (VAMIL) of Novem.

Verder is het van groot belang dat de resultaten van bestaande gegevensverzameling door anderen dan het CBS beschikbaar blijven. Indien de BEK- en BAK-enquêtes over huishoudelijk verbruik dreigen te verdwijnen als gevolg van liberalisering van de energievoorziening, zou dit voortgezet moeten worden met alternatieve financiering. Tenslotte zullen, indien dit alles niet genoeg resultaat oplevert, en de ontbrekende gegevens belangrijk zijn voor het totale kosten/baten beeld, nieuwe enquête activiteiten moeten worden ontplooid.

Voor de korte termijn zijn de volgende acties nodig.

Huishouden

- nauwkeuriger bepalen van de toename van de penetratiegraad van maatregelen aan de bouw-schil van bestaande woningen en nader onderscheid maken naar de aandelen van de nieuwe typen HR-ketels,
- bij monitoring duurzame bronnen onderscheid maken tussen nieuw- en bestaande bouw, en tussen zonneboiler en zonnecombi, vanwege de verschillen in kosten en/of energieopbrengst,
- monitoring marktaandeelen gelabelde apparaten (via Energiepremies) en andere apparaten.

Utiliteitsbouw

- de EnergieNed/EIM-onderzoeken van na 1995 over penetratie van besparingsmaatregelen beschikbaar krijgen,
- onderscheid maken tussen nieuwbouw en bestaande bouw bij subsidies (Senter) of de EnergieNed- enquête,
- bij de EIA-regeling zou ook de SBI-code van de toepasser moeten worden genoteerd,
- informatie verzamelen over de daadwerkelijk gerealiseerde pakketten en kosten in de praktijk,
- onderzoek dekkingsgraad Senter/EIA-regeling m.b.v. CBS-enquête of de EnergieNed enquête,
- gerealiseerde besparing van maatregelen bij bestaande gebouwen nader bepalen, het Nationaal pakket Duurzaam Bouwen geeft alleen kosten van mogelijke maatregelen.

Land- en tuinbouw

- nader overleg over ontsluiting van het Bedrijven Informatie systeem van het LEI,
- indien nodig aanpassen van de vraagstelling van het LEI t.b.v. bepalen milieukosten,
- als proef opstellen van een overzicht van de milieukosten voor 1998.

Industrie

- checken van beschikbaar komende enquêtegegevens van CBS op consistentie met de milieukostenmethodiek.

Conclusies algemeen

- Het blijkt mogelijk een globaal inzicht te geven in de omvang van de totale kosten en baten en de milieukosten van in 1998 genomen besparingsmaatregelen in de sectoren huishoudens en diensten.
- Voor het verzamelen van kostengegevens van besparing bij bedrijven, die momenteel reeds kosten van milieumaatregelen opgeven aan het CBS, is het uitbreiden van de enquête met besparingsmaatregelen de meest praktische keuze. Het is echter onduidelijk of, naast de milieukosten, een beeld kan worden verkregen van kosten en baten van alle besparingsmaatregelen bij bedrijven.
- De omvang van de totale milieukosten bij huishoudens en dienstensector is betrekkelijk laag omdat bij een aantal maatregelen het kosten/baten saldo volgens de milieukostenmethodiek negatief is.
- De kosten hebben echter slechts betrekking op de in 1998 genomen maatregelen, de cumulatieve milieukosten in 1998 van alle in eerdere jaren genomen maatregelen zullen waarschijnlijk een veelvoud bedragen van de hier gevonden bedragen.
- De milieukosten vormen het saldo van twee relatief grote posten, namelijk jaarlijkse investeringskosten en baten van uitgespaarde energie. Daarmee is het saldo gevoelig voor kleine veranderingen in kosten of energieprijzen. De milieukosten kunnen dus van jaar op jaar flink variëren.

- De uitbreiding van de milieukostenmethodiek tot (besparings-) maatregelen die niet alleen kosten, maar ook baten kennen, blijkt in de praktijk problemen op te leveren met de definitie van milieukosten. Het criterium 'verplicht via overheidsbeleid' (dus een milieumaatregel) blijkt niet altijd consistent met het criterium 'voldoende rendabel' (dus geen milieumaatregel).
- Wat betreft beschikbaarheid en kwaliteit van gegevens dreigen enerzijds bestaande openbare bronnen weg te vallen, bijv. de BEK- en BAK-enquêtes over huishoudelijk verbruik. Anderzijds ontstaan nieuwe kansen om gegevens te verkrijgen via nieuwe beleidsinstrumenten (EPN en EPA) en subsidieregelingen (EIA en VAMIL). Hiervoor is echter wel aansturing van de betreffende uitvoerders van de regelingen nodig.

1. INLEIDING

Sinds een aantal jaren verzamelt het CBS gegevens over de gemaakte kosten i.v.m. het voorkomen van belasting van het milieu. Het RIVM rapporteert jaarlijks over de hoogte en samenstelling van de totale milieukosten voor Nederland.

Medio jaren negentig is besloten om ook bepaalde energiebesparingsmaatregelen mee te nemen als milieumaatregel. Bij het bepalen van de milieukosten moet daarbij onderscheid worden gemaakt naar de bruto kosten en de opbrengsten uit bespaarde energiedragers. Het is de bedoeling dat CBS en RIVM milieukostencijfers gaan presenteren voor de vanaf 1999 genomen besparingsmaatregelen.

Bij het ministerie van EZ bestaat daarnaast behoefte te komen tot een overzicht van de kosten en baten van alle daadwerkelijk getroffen besparingsmaatregelen, rendabel of niet-rendabel. Voor zover deze gegevens niet direct beschikbaar zijn, heeft EZ behoefte aan informatie over kwantitatieve gegevens die reeds beschikbaar zijn maar nog niet ontsloten en over ontbrekende informatie die nog verzameld moet worden.

Gezien de synergie tussen beide vraagstellingen is besloten deze tegelijk aan te pakken. Doel is het verkrijgen van een structuur waarmee jaarlijks de kosten en baten van alle getroffen besparingsmaatregelen kunnen worden vastgelegd en waarmee CBS, in samenwerking met RIVM, de milieukosten van besparingsmaatregelen kan bepalen. Voor zover de gegevens reeds beschikbaar zijn is deze structuur cijfermatig ingevuld voor het jaar 1998. Dit rapport beschrijft de resultaten van een eenmalige extra inspanning gedaan door ECN, in samenwerking met CBS. De noodzakelijke vervolgwerkzaamheden worden wel beschreven in de rapportage, maar vormen geen onderdeel van dit project.

Het CBS moet de gegevens nog gaan verzamelen bij grotere bedrijven (voor 1999). Daarom kan bij het afsluiten van dit project nog geen beeld van de totale milieukosten van besparing in alle sectoren gegeven worden. Dit rapport beperkt zich tot de sectoren huishoudens en diensten/utiliteitsbouw.

In het project zijn de milieukosten bepaald van in 1998 genomen besparingsmaatregelen. Echter, de momenteel gemaakte milieukosten zijn mede een gevolg van alle eerder genomen maatregelen. Het bepalen van deze z.g. cumulatieve milieukosten zou betekenen dat ook de kosten, baten en penetratie in de afgelopen jaren zouden moeten worden verzameld. Dit valt echter niet onder dit project, voor zover dit al praktisch mogelijk zou zijn.

De extra werkzaamheden van CBS zijn gefinancierd door het Ministerie van EZ en de werkzaamheden van ECN door het Ministerie van VROM.

2. ALGEMENE AANPAK

2.1 Vernieuwde milieukostenmethodiek

In 1994 is het rapport 'Methodiek milieukosten' verschenen als VROM-rapport (VROM, 1994). Hierin wordt beschreven hoe de door bedrijven, huishoudens en overheid gemaakte kosten ter vermindering van de milieubelasting bepaald moeten worden. Achterliggend doel is het beschikken over vergelijkbare cijfers bij het maken van afwegingen t.a.v. te nemen milieumaatregelen.

Het Platform Definities & Methodes Milieukosten, waarin de relevante ministeries en instituten deelnemen, is tot de conclusie gekomen dat de methodiek moet worden aangepast. In 1998 is dit uitgemond in het rapport 'Kosten en baten in het milieubeleid - Definities en berekeningsmethode' (VROM, 1999). Een belangrijke wijziging is het niet meer weglaten van de kosten en baten van milieumaatregelen, welke zichzelf tijdens de levensduur terugverdienen. Dit betekent dat de totale bruto kosten zullen stijgen, maar dat de netto kosten kunnen dalen.

De wijzigingen hebben met name consequenties voor maatregelen waarbij naast kosten ook sprake is van opbrengsten. Het betreft hoofdzakelijk maatregelen voor water- en energiebesparing.

2.2 Besparingen in de methodiek milieukosten

Toegesplitst op besparingsmaatregelen kunnen de belangrijkste uitgangspunten en rekenregels in de methodiek milieukosten als volgt worden weergegeven:

- De bruto kosten bestaan uit jaarlijkse kapitaalskosten en operationele kosten, na aftrek van opbrengsten resulteren de netto kosten.
- Netto kosten, gecorrigeerd voor overdrachten en heffingen, leveren de lasten voor de gebruiker.
- De jaarlijkse kapitaalskosten (rente en afschrijving) worden bepaald uit de investeringen met een per sector verschillende rentevoet.
- De opbrengst is bij besparingsmaatregelen gelijk aan de hoeveelheid bespaarde energie t.o.v. een referentiesysteem maal de relevante energieprijzen voor de gebruiker.
- Subsidies en EIA/VAMIL worden niet afgetrokken van de investeringen bij het bepalen van de kapitaalskosten en bruto kosten (deze worden gezien als overdrachten die wel de lasten van de gebruiker verlagen).
- REB en brandstofheffing zijn onderdeel van de energieprijzen bij het bepalen van de opbrengst (als regulerende heffing vallen deze niet onder overdrachten en heffingen).
- BTW wordt bij bedrijven buiten beschouwing gelaten, bij huishoudens en overheid wordt BTW zowel bij de kosten (aanschaf) als baten (energieprijzen) meegenomen.

Definitie onrendabele besparingsmaatregelen

Als de baten van een milieumaatregel groter zijn dan de kosten is het de vraag of niet het milieu maar de economie reden is om ze te nemen. Vooral bij besparingsmaatregelen kan dit het geval zijn en moet eerst vastgesteld worden of het wel om een milieumaatregel gaat. De beslissing of het wel of geen milieumaatregel betreft gaat in twee stappen:

- a. De maatregel moet verder gaan dan 'state of the art', door het beleid afgedwongen of uitgelokte maatregelen worden verondersteld hieraan te voldoen.

- b. De rentabiliteit van de maatregel moet niet zeer hoog zijn. Per besparingsmaatregel wordt een simpele terugverdientijd bepaald op basis van de extra investeringen en de jaarlijks bespaarde energiekosten. Indien deze tijd langer dan 3 jaar (installaties) of 5 jaar (gebouw) wordt de besparingsmaatregel gezien als (volgens de Milieukostenmethode) 'niet-rendabel', ofwel als een milieumaatregel.

In de praktijk is vaak nauwelijks vast te stellen wat de motivatie is voor bepaalde maatregelen, vaak is sprake van een mengvorm van economisch belang en milieubelang. Het gehanteerde criterium met een simpele terugverdientijd is een praktisch compromis tussen principe en praktijk. Daarnaast lijkt er soms een inconsistentie te bestaan tussen de criteria 'door beleid uitgelokt' en 'rentabiliteit niet te hoog' (zie aanscherping criteria in Paragraaf 7.3).

2.3 Aanpak bepaling kosten en baten besparingsmaatregelen

De bepaling van de kosten en baten, en de totale (milieu)kosten, gaat via een aantal stappen:

- opstellen van een overzicht van de verschillende, momenteel getroffen, maatregelen,
- verzamelen van gegevens t.a.v. de kosten en baten per maatregel,
- bepaling van een simpele terugverdientijd, waaruit volgt of het een milieumaatregel betreft,
- verzamelen van penetratiegegevens en per besparingsmaatregel bepalen van de totale kosten en baten,
- bepalen van de milieukosten van alle besparingsopties zijnde een milieumaatregel,
- bepalen van de totale kosten en totale baten van alle besparingsmaatregelen.

De gegevens worden, indien mogelijk, verzameld voor het jaar 1998. Het betreft maatregelen bij huishoudens, industrie, HDO, bouwnijverheid en land- en tuinbouw, besparing bij transport valt er niet onder. Het CBS verzamelt reeds milieukostengegevens via enquêtes bij bedrijven in o.a. de industrie. Bij deze bedrijven beperkt het werk van ECN zich tot het samen met CBS uitbreiden van de bestaande enquêtes op het gebied van besparingsmaatregelen (zie Hoofdstuk 5). Bij de andere sectoren, Huishoudens, Diensten (HDO) en land/tuinbouw plus bouw, is ECN verantwoordelijk voor zowel het verzamelen van de gegevens als het verwerken tot milieukostencijfers (zie resp. Hoofdstuk 3, 4 en 5).

2.4 Rekenschema milieukosten

Voor de feitelijke bepaling van de totale kosten en baten en de milieukosten is een eenvoudig spreadsheet opgezet.

In de eerste sheet wordt voor een gemiddelde optie de simpele terugverdientijd (TVT) van de investering bepaald volgens:

$$\text{Simpele TVT} = \text{investeringsbedrag} / \text{jaarlijks uitgespaarde energiekosten}$$

Eventueel worden hierbij de uitgespaarde energiekosten verminderd met de extra jaarlijkse kosten voor bediening en onderhoud (B&O). Verder wordt aangegeven t.o.v. welk referentiesysteem een besparingsoptie wordt afgezet. Indien bij energie-installaties de terugverdientijd van een optie langer is dan 3 jaar, of bij gebouwgebonden opties langer dan 5 jaar, wordt de optie meegenomen als milieumaatregel.

In de volgende sheet worden, in geval van opties als milieumaatregel, de gemiddelde jaarlijkse milieukosten berekend conform de methodiek milieukosten volgens:

$$\text{Gemiddelde milieukosten per optie} = \text{investering} \times \text{annuïteit} + \text{B\&O-kosten} - \text{bespaarde energie} \times \text{prijs}$$

De investering betreft de extra investeringen t.o.v. een gekozen referentiesysteem. De annuïteit is afhankelijk van de sector omdat verschillende rentevoeten gelden. De annuïteit verschilt ook per maatregel vanwege verschillen in gehanteerde levensduur (installaties 10 jaar en gebouwgebonden maatregelen 25 jaar). De B&O-kosten betreffen ook de jaarlijkse extra kosten t.o.v. het referentiesysteem. Hetzelfde geldt t.a.v. de bespaarde energie, meestal gas of elektriciteit. Indien sprake is van substitutie wordt besparing op de ene energiedrager gecombineerd met ontsparing op de andere energiedrager.

De energieprijzen zijn in beginsel gelijk aan de vermeden kosten per uitgespaarde kWh elektriciteit of m³ gas. Deze prijs kan afwijken van de gemiddelde prijs die een verbruiker betaalt, bijv. omdat bij besparing het Vastrecht niet meetelt, of omdat bespaard wordt op m³ in de hoogste gas-schijf. Verder worden in de prijs heffingen wel of niet meegenomen conform de methodiek milieukosten.

Een derde sheet bevat de gevonden penetratiegraden per optie voor enkele jaren, of de toename van het aantal systemen in het beschouwde jaar. In een vierde sheet worden de totale milieukosten per optie berekend volgens:

$$\text{Totale milieukosten per optie} = \text{gemiddelde kosten per optie} \times \text{aantal geïnstalleerde systemen}$$

Sommatie over de opties, zijnde een milieumaatregel, levert de totale milieukosten in het beschouwde jaar.

In de spreadsheet worden ook de totale kosten en totale baten bepaald van alle opties, milieumaatregel of niet. Per optie worden de gemiddelde kosten bepaald als investering \times annuïteit + B&O-kosten en de totale baten als bespaarde energie \times prijs. Vervolgens kunnen totale kosten en baten per optie en de totale kosten en totale baten van alle opties worden bepaald, en de totale netto kosten van besparingsmaatregelen.

Omdat de gegevens van de te enquêteren bedrijven nog niet beschikbaar zijn geldt het bovenstaande voorlopig alleen voor de sectoren huishoudens en utiliteitsbouw/diensten. De (geaggregeerde) CBS-resultaten kunnen echter eenvoudig ingebracht worden in het rekenschema.

2.5 Bronnen en ontbrekende informatie

Er zijn gegevens verzameld worden over de kosten, baten en penetratiegraad per optie in het jaar 1998. Bij het verzamelen van data is een iteratieve aanpak gevolgd, de inspanning is geconcentreerd op de besparingsmaatregelen die het meest effect hebben op de te presenteren resultaten. Als bijv. nauwelijks penetratie heeft plaatsgevonden is vooralsnog niet getracht preciezer cijfers over kosten en baten te vinden.

De gegevensverzameling beperkt zich tot de momenteel vrij toegankelijke informatiebronnen. Wat betreft maatregelen bij de nijverheid (delfstoffen, industrie, energiesector, maar excl. bouw) geldt dat deze wordt uitgevoerd door het CBS m.b.v. een uitbreiding van de bestaand milieukostenenquête.

3. HUISHOUDENS

In dit hoofdstuk worden de milieukosten voor de sector Huishoudens berekend voor het jaar 1998. Allereerst wordt een korte beschrijving gegeven van de sector. Vervolgens wordt ingegaan op data beschikbaarheid. Paragraaf 3.3 gaat in op een aantal problemen die betrekking hebben op de afbakening van het begrip milieukosten. In Paragraaf 3.4 wordt de rentabiliteit van de geïdentificeerde energiebesparingsmaatregelen berekend. Vervolgens worden in Paragraaf 3.5 de bijbehorende milieukosten bepaald op basis van de meerinvesteringen en penetratiegraad. Tot slot wordt in Paragraaf 3.6 ingegaan op de knelpunten, witte vlekken en onzekerheden binnen de analyse.

3.1 Sectorgegevens

In 1998¹ bestond 50% van de woningen uit particuliere koopwoningen, 13% uit particulier huurwoningen en 37% uit sociale huurwoningen. Het totale aantal woningen bedroeg in 1998, 6,44 miljoen woningen. Hiervan is ruim de helft (54%) gebouwd voor 1970 en 10% na 1990. In de periode 1995-1997 zijn gemiddeld 80.000 woningen gebouwd. Van de huidige voorraad is 71% van het type 'eengezins' en 29% van het type 'meergezins' (VROM, 1998). Bij de eengezinswoningen valt weer een onderverdeling te maken naar vrijstaand (14%), 2/1 kap (11%), hoekwoning (17%) en tussenwoning (21%) (KWR, 1998).

Binnen de sector huishoudens wordt vaak een onderverdeling gemaakt naar bestaande bouw en nieuwbouw woningen, dit eventueel gecombineerd met een onderscheid naar eigenaar (sociale huur, particulier huur, particuliere koopwoningen). In het huidige energiebesparingsbeleid wordt dit onderscheid tussen nieuwbouw en bestaande bouw ook gehanteerd. Op nieuwbouwwoningen is sinds 1995 de Energie Prestatie Norm (EPN) van toepassing. Voor de bestaande bouw wordt het Energie Prestatie Advies (EPA) ingevoerd per 2000. Tevens is er een convenant afgesloten met de sociale huursector (DuBo, 1997). Voor huishoudelijk apparaten, besparingsmaatregelen in de bestaande bouw en duurzame opties zijn (of komen binnenkort) diverse stimuleringsregelingen beschikbaar, zoals EINP en EPA.

3.2 Gegevensbronnen

Voor nieuwbouw vormt de EPN, met een pakket van besparingsmaatregelen, uitgebreid met duurzame opties zoals de zonneboiler, pv-panelen en de warmtepomp, een belangrijke bron van informatie. Voor de aanscherping van de EPN is o.a. via Novem voldoende (recent) materiaal te vinden met betrekking tot de kosten en besparingsmaatregelen. De maatregelen zoals beschreven in ICARUS sluiten matig aan bij de in de bouwwereld gebruikte terminologie. In plaats van relatief vage begrippen als 'efficiënt' en 'zeer efficiënt' kan beter worden gesproken over RC-waardes, centimeters spouwmuurisolatie e.d. of gangbare typeringingen zoals HR-glas, HR+-glas en HR++-glas. De in ICARUS gegeven kostencijfers zijn derhalve voor dit project minder bruikbaar.

Voor de bestaande bouw kan voor de penetratie van besparingsmaatregelen het jaarlijks door EnergieNed uitgevoerde BAK-onderzoek gebruikt worden. Kostencijfers evenals penetratiegraden worden ook wel in de KWR-onderzoeken gegeven (niet jaarlijks). Het recent geïntroduceerde Energie Prestatie Advies (EPA) vormt ook een bron van informatie. Hierbij dient echter aangetekend te worden dat de meerinvesteringen betrekking hebben op de huidige kosten (1999/2000) en niet op de situatie in 1998. Echter, met behulp van de EPA-rekenmodule kunnen

¹ Gemeten per 1 januari 1998.

wel de besparingen per maatregel worden vastgesteld. Bijkomend voordeel is de goede afstemming tussen de EPA-systematiek en de milieukostenberekening. Via overige bronnen (installateurs, aannemers etc.) kunnen de kosten van deze maatregelen worden getoetst. Punt van zorg is de continuïteit van de monitoring activiteiten door EnergieNed. De BEK en BAK gegevens voor 1998 waren tijdens de uitvoering van het project nog niet beschikbaar².

Voor apparaten met een E-label zijn kostengegevens van EnergieNed beschikbaar. Via een EU-SAVE programma zijn tevens cijfers over zowel marktaandelen als meerkosten van koel- en vriesapparatuur beschikbaar. Marktaandelen van overige apparaten die zijn voorzien van een energielabel, zoals de wasmachine, wasdroger en vaatwasser, zijn niet beschikbaar. Meerinvesteringen en besparingen van apparaten die niet voorzien zijn van een E-label zijn niet te achterhalen.

3.3 Definitie maatregelen

Voor het bepalen van de milieukosten van energiebesparingsmaatregelen wordt een onderverdeling gemaakt naar de volgende drie categorieën:

1. gebouwgebonden energieverbruik nieuwbouw,
2. gebouwgebonden energieverbruik bestaande bouw,
3. apparaten, voor zover niet in 1 en 2.

Hierbij wordt, in tegenstelling tot de (huidige) methodiek voor SAVE-Huishoudens, onder nieuwbouw slechts die woningen verstaan die in het betreffende jaar gebouwd worden (Boonekamp, 1996). Na oplevering vallen deze woningen onder 'bestaande bouw'. De kosten die gepaard gaan met het toepassen van energiebesparingsmaatregelen in de bestaande bouw zijn over het algemeen hoger dan de kosten voor besparingsmaatregelen die tijdens de bouw van de woning getroffen kunnen worden.

Daar de methodiek beoogt de kosten van het (energie)beleid in kaart te brengen, dient aangesloten te worden bij de huidige en toekomstige regelgeving. Deze aansluiting mag echter niet te rigide zijn, zodat een eventuele wijziging in wet- en regelgeving door de methodiek (en monitoring) bestreken kan worden.

Aggregatieniveau maatregelen

In verband met de monitoring kan afgevraagd worden in hoeverre gedesaggregeerd kan en moet worden. De HR-ketel is bijvoorbeeld rendabel in het gros van de bestaande bouw, maar zeer onrendabel in bepaalde portiekwoningen, dit in verband met het aanleggen van een gescheiden luchtaanvoer en rookgasafvoerkanaal (gesloten systeem). Dit onderscheid vereist een grote monitoringinspanning. Omdat het maar de vraag is hoeveel mensen onder deze condities daadwerkelijk een HR-ketel zullen installeren, worden zulke dure niches verwaarloosd. Spreiding treedt ook op door andere factoren, zoals bij de aanwezigheidsgraad, bij iemand die vrijwel nooit thuis is, is vrijwel elke besparingsmaatregel onrendabel. Hier wordt de besparing bepaald voor de gemiddelde woning dan wel het gemiddelde huishouden.

Interactie

Wat betreft interactie tussen maatregelen geldt bijv. dat de rentabiliteit van de HR-ketel mede wordt bepaald door de hoeveelheid toegepaste isolatiemaatregelen. Hier wordt de besparing van de HR-ketel bepaald ten opzichte van de gemiddelde woning dan wel het gemiddelde huishouden.

² December 1999.

Motivatie

Bij een aantal energiebesparingsmaatregelen lijkt de energiebesparing van secundair belang. Een voorbeeld hiervan is dubbel glas (voornaamste drijfveer: comfort). De milieukosten worden in dit geval dus oneigenlijk geboekt. Voorgesteld wordt om hier geen rekening mee te houden.

Duurzame opties

Duurzame energie is een mogelijkheid om aan de EPC-eis voor nieuwbouwwoningen te voldoen (zonneboiler, warmtepomp). Echter, het standaard (= meest kosteneffectieve) EPN-pakket bevat geen duurzame opties. Desalniettemin worden deze duurzame opties toch in de nieuwbouw toegepast. Derhalve is het zinnig om deze toch te monitoren en de kosten voor de EPN hiervoor te corrigeren. Een probleem dat kan ontstaan is het onderscheid tussen duurzame opties in de bestaande bouw en nieuwbouw. Voor de warmtepomp kan aangenomen worden dat deze (voorlopig) alleen in nieuwbouw wordt toegepast. Dit geldt al in mindere mate voor de zongascombi. Voor de zonneboiler is een onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw wel essentieel. Probleem hierbij is de monitoring, aangezien in de huidige bronnen (voor zover bekend) geen onderscheid gemaakt wordt naar bestaande bouw en nieuwbouw. Voor pv-panelen geldt hetzelfde (o.a. vanwege de Solaris actie die met name mikt op de bestaande bouw).

Verder dan de norm

Een (klein) deel van de nieuwbouwwoningen zal gebouwd worden met een EPC-waarde die beneden de wettelijk norm ligt. Afgevraagd kan worden of de benodigde gegevens via monitoring verkregen kunnen worden. Bij bestudering van voorbeeldprojecten (DuBo) blijkt dat het merendeel van de meerkosten worden veroorzaakt door het toepassen van duurzame opties zoals de zonneboiler/zon-gascombi, pv-panelen, en warmtepompen. Besloten is de extra investering, verbonden aan een scherpere EPC-waarde dan wettelijk noodzakelijk, vooralsnog buiten het onderzoek te houden.

Referentiesituatie

Het vaststellen van de referentietechniek/-situatie is deels bepalend voor de uitkomst van de analyse. Bij vervanging van enkel glas door dubbel glas dient meestal tevens het kozijn vervangen te worden. Indien dubbel glas door HR+ glas wordt vervangen hoeft dit niet het geval te zijn. De vraag is of alleen de meerinvesteringen meegenomen worden (extra kosten per m² glasoppervlak) of dat de totale investering maatgevend is. Besloten is alleen bij recenter gebouwde woningen eventuele kozijnvervanging mee te tellen als onderdeel van de kosten. Als grens wordt hierbij het bouwjaar 1970 aangehouden. Bij woningen van voor 1970 (meer dan dertig jaar oud) wordt kozijnvervanging gezien als groot onderhoud en worden alleen de meerinvesteringen gehanteerd.

Indien bij renovatie van woningen met lokale verwarming (gaskachels) een icv-systeem geplaatst wordt neemt over het algemeen het energieverbruik toe. Comfort en de hieraan gekoppelde verhuurbaarheid zijn hierbij de dominante drijfveren. Echter, bij deze vervanging kan zowel voor een VR als HR ketel gekozen worden. Indien voor de HR-ketel gekozen wordt gelden de extra kosten ten opzichte van de VR-ketel als milieukosten. De VR-ketel dient derhalve als referentietechniek. Na een bepaalde periode zou opnieuw bekeken moeten worden of de referentiesituatie bijgesteld dient te worden.

Om daadwerkelijk de milieukosten te kunnen bepalen is het zaak om eerst duidelijk te maken wat de referentiesituatie is. Voorgesteld wordt om hiermee pragmatisch om te gaan en uit te gaan van gemiddelde woningen en gemiddelde huishoudens. De besparingen (opbrengst) wordt dan ook berekend ten opzichte van de gemiddelde woning. In de bestaande bouw wordt enkel glas en de VR-ketel als referentietechniek genomen. Bij nieuwbouw wordt uitgegaan van EPN-pakketten. Er wordt geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat er woningen worden gebouwd met een lagere EPC-waarde dan wettelijk is vereist.

Energieprijzen

Voor de berekening van de rentabiliteit wordt uitgegaan van de gemiddelde energieprijzen over 1998, inclusief toeslagen en heffingen (BTW, MAP, REB en brandstoffenbelasting), maar exclusief vaste kosten (vastrecht). De gasprijs voor kleinverbruikers bedroeg op 1 juli 1998 gemiddeld 62,1 cent per m³ (EnergieNed 1998). De gemiddelde elektriciteitsprijs voor kleinverbruikers over 1998 bedroeg 28,2 cent per kWh³ (EnergieNed, 1998a, EnergieNed, 1998b).

3.4 Rentabiliteit per maatregel

De rentabiliteit van energiebesparingsmaatregelen en duurzame opties is hier bepaald voor nieuwbouwwoningen, bestaande woningen en huishoudelijke apparaten. Bij de bepaling van de totale milieukosten zijn alleen besparingsmaatregelen meegenomen met een simpele terugverdientijd langer dan drie jaar voor installaties of apparatuur en een simpele terugverdientijd van vijf jaar voor gebouwgebonden maatregelen. De terugverdientijd is hierbij gelijk aan de ratio tussen de (meer)investering en de (jaarlijkse) uitgespaarde energiekosten.

3.4.1 Nieuwbouw

Voor maatregelen in de nieuwbouw is een pakketbenadering gehanteerd. Per 1 januari 1998 is de EPC-waarde aangescherpt van 1,4 naar 1,2. In (PRC, 1997) zijn de kostenconsequenties voor de aanscherping van de EPC-waarde van 1,4 naar 1,2 bepaald. Geconcludeerd wordt dat de meerinvesteringen sterk afhankelijk zijn van de aard en het type van de woning. Voor de seniorenwoning, tussenwoning, 2/1-kap woning en de portiekflat worden de meerinvesteringen geschat op tussen de *f* 1200 en *f* 2400 per woning, zie Tabel A.1 van Appendix A. Voor de etageflat vallen de meerinvesteringen met *f* 7500 echter fors hoger uit. Opvallend is dat de besparingen zowel in de portiekwoning als in de etageflat hoger uitvallen dan voor tussenwoning 1 en de seniorenwoning.

In (Novem, 1996) is voor een achttal voorbeeldprojecten de meerinvestering bepaald voor een pakket aan energiebesparingsmaatregelen dat leidt tot een EPC van 1,2 of lager. De meerkosten⁴ voor een aanscherping van de EPC-waarde van 1,4 naar 1,2 bedragen gemiddeld ruim *f* 6500. Opgemerkt dient te worden dat in veel gevallen een (relatief dure) zonneboiler of zon-gascombi werd toegepast. De meerinvesteringen zijn berekend op basis van de prijzen in oktober 1995. Verwacht mag worden dat de kosten van dit extra besparingspakket in 1998 aanzienlijk lager hebben gelegen door de kostendaling die optreedt door schaalvergroting.

Aangenomen wordt dat de totale kosten voor aanscherping hoger worden naarmate de EPC-waarde lager komt te liggen (uitgaande van vergelijkbare tijdsintervallen en innovatietempo). Dit betekent dat de totale meerinvesteringen voor de aanscherping van de EPC-waarde van 1,4 naar 1,2 kleiner zijn dan die voor de aanscherping van 1,2 naar 1,0. In Tabel A.1 van Appendix A zijn de meerinvestering, de terugverdientijd en het effect op de EPC-waarde gegeven van een pakket maatregelen dat nodig is om de EPC waarde omlaag te brengen van 1,2 naar 1,0 (Novem, 1998a). Dit pakket is exclusief duurzame opties zoals de zonneboiler of warmtepomp. Bij vergelijking van de aanscherping van EPC 1,4 naar 1,2 met EPC 1,2 naar 1,0 blijkt dat de gemiddelde meerinvesteringen voor de eerste aanscherping van EPC 1,4 naar 1,2 circa 70% bedragen van die voor de tweede. In Tabel 3.1 zijn onder meer de meerinvestering en de (simpele) terugverdientijd per woningtype gegeven van de aanscherping van de EPC-waarde van 1,4 naar 1,2.

³ Dubbeltarief, normaal.

⁴ Exclusief serre.

Tabel 3.1 *Terugverdientijd EPN-pakket bij aanscherping EPC van 1,4 naar 1,2 (op basis van PRC 1997)*

| | Meerinvestering [f] | Besparing [m ³ aardgas equiv.] | Terugverdientijd [jaar] | Per 0,1 EPC-punt [f] |
|--------------|------------------------|--|----------------------------|-------------------------|
| Galerij | 2300 | 225 | 16 | 1150 |
| Tussenwoning | 1700 | 275 | 10 | 850 |
| 2/1 kap | 2200 | 350 | 10 | 1100 |

Bij de geschatte energiebesparing, zie Tabel 3.1, en een aardgasprijs van 62,1 cent per m³ betekent dit een terugverdientijd⁵ van circa 10 jaar voor de tussenwoning en de 2/1-kap woning en circa 16 jaar voor de galerijwoning.

3.4.2 Bestaande bouw

De energiebesparingsmaatregelen in de bestaande bouw kunnen ingedeeld worden in twee groepen, namelijk isolatiemaatregelen en efficiënt aanbod. Voor de duurzame aanbodsysteem wordt verwezen naar Paragraaf 3.4.3.

Voor vloerisolatie zijn er verschillende mogelijkheden zoals een schelpenbed, isolerende folie, isolerende platen of minerale wol (EPA, 1999). In Tabel A.4 van Appendix A is uitgegaan van isolerende platen. De VR-ketel wordt als referentietechniek beschouwd met betrekking tot de energie-aanbodsystemen. Bij de HR-ketel moet rekening worden gehouden met extra onderhoudskosten van circa f 25 per ketel per jaar. De subsidie is gebaseerd op de ISO-HR regeling 1999 (EZ, 1999). Per 1 januari zijn een aantal stimuleringsregelingen samengevoegd tot één algemene stimuleringsregeling Energiebesparing van het Energiebedrijf. Deze regeling is echter niet door alle energiebedrijven uitgevoerd en de tarieven kunnen ook per Energiebedrijf verschillen (E&M, 1999). Voor de HR-ketel kan met betrekking tot de meerinvestering en het rendement een onderscheid gemaakt worden naar een aantal typen HR-ketel (HR-100, HR-104, HR-107). Echter, in de monitoring is dit onderscheid niet terug te vinden. Derhalve is gekozen om te rekenen met een standaard HR-ketel. Voor 1997 en 1998 mag aangenomen worden dat het merendeel van de HR-ketels nog bestond uit de HR-100.

De besparingen per maatregel worden berekend met behulp van het rekenmodel dat in het kader van het EPA-advies is ontwikkeld (EPA, 1999). Op basis van de meerinvesteringen en de besparingen wordt vervolgens de terugverdientijd berekend, zie Tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Bepaling simpele terugverdientijd besparingsmaatregelen bestaande bouw*

| Maatregel | Investering [f] | Besparing [m ³ gas/jaar] | Terugverdientijd [jaar] |
|----------------------------|--------------------|--|----------------------------|
| Buitenmuurisolatie | 7800 | 397 | 32 |
| Spouwmuurisolatie | 1200 | 363 | 8 |
| Dubbel glas | 2400 | 140 | 28 |
| HR-glas | 2600 | 201 | 21 |
| HR ⁺ -glas | 2650 | 226 | 19 |
| HR ⁺⁺ -glas | 3000 | 251 | 19 |
| Dakisolatie | 4050 | 202 | 32 |
| Vloerisolatie (isoplatten) | 2300 | 105 | 35 |
| HR-ketel | 700 | 190 | 6 |

Geconcludeerd wordt dat alle onderscheiden maatregelen in de bestaande bouw leiden tot milieu kosten.

⁵ Simpele terugverdientijd exclusief rente.

3.4.3 Duurzame energie

Zonneboilers en zon-gascombi's

In (Novem, 1998a) wordt een onderscheid gemaakt naar verschillende typen (nieuwbouw-) woningen: galerij, tussenwoning en 2/1-kap woning. Tevens worden verschillende typen zonneboilers onderscheiden (verschil in collectoroppervlak en aansluiting op centrale verwarming). Voor de (elektrische) warmtepomp wordt beperkt onderscheid gemaakt naar type woning (de investeringskosten zijn constant, de energiebesparing is afhankelijk van het type woning). De meerinvestering en de reductie van de EPC waarde zijn voor de zonneboiler, de zon-gascombi en de warmtepomp gegeven in Tabel A.4 tot en met Tabel A.9 (zie Appendix A). Tevens is de investering per 0.1 punt reductie van de EPC-waarde gegeven. Hiermee wordt bij de bepaling van de totale meerinvestering en de milieukosten van het EPN-pakket een correctie voor de bijdrage van duurzame energie, zie Paragraaf 3.5.1.

In (Ybema, 1999) worden de kosten voor een zonneboiler in nieuwbouw geschat op circa f 3500 (inclusief BTW en installatie, exclusief subsidies). Dit is circa f 500 lager dan de investeringen gegeven in (Novem 1998a, zie Tabel A.4 tot en met Tabel A.8). De kosten voor een zonneboiler in de bestaande bouw zijn ruim f 1000 hoger en de kosten voor een geïntegreerd systeem inclusief combiketel worden geschat op f 9500. De besparing op het gasverbruik voor de bereiding van warm tapwater door middel van een zonneboiler wordt in (Ybema, 1999) geschat op rond de 180 m^3 . Hier is uitgegaan van een gemiddelde (meer)investering (inclusief BTW en installatie) voor de zonneboiler van f 3500 voor nieuwbouw, en f 4500 voor de bestaande bouw (zie Tabel 3.3). Aangenomen is dat de meerinvestering van de zon-gascombi f 750 hoger is dan die voor de zonneboiler. De opbrengst van de zonneboiler wordt geschat op 4 GJ en die van de zon-gascombi op 4,5 GJ per systeem (zie ook Tabel A.8 van Appendix A). Dit komt overeen met een gemiddelde aardgasbesparing van 180 m^3 voor de zonneboiler en 200 m^3 voor de zon-gascombi (Ybema et al., 1999).

In 1998 waren twee subsidieregelingen van kracht, te weten 'Subsidieregeling actieve zonthermische systemen' uitgevoerd door Senter en de 'Algemene Stimuleringsregeling Energiebesparing van het Energiebedrijf' uitgevoerd door EnergieNed. In beide subsidieregelingen wordt een onderscheid gemaakt naar nieuwbouw en bestaande bouw (Novem, 1998). Tevens wordt de aanschaf van een zonneboiler ondersteund door de Energiedistributiebedrijven. Dit gebeurt meestal via de 'Algemene stimuleringsregeling energiebesparing van het Energiebedrijf'. In 1998 is niet het hele subsidiebudget benut (Novem, 1999).

Tabel 3.3 *Investeringen, subsidie en besparing van zonneboilersystemen*

| | Investering (incl. BTW, excl. subsidies) | Subsidie SENER | Subsidie EnergieNed | Besparing [m^3] |
|-----------------------------|--|-------------------|------------------------|-------------------------------|
| Zonneboiler nieuwbouw | 3500 | 400 | 400 | 180 |
| Zonneboiler bestaande bouw | 4500 | 680 | 650 | 180 |
| Zon-gascombi nieuwbouw | 4250 | 425 | 420 | 200 |
| Zon-gascombi bestaande bouw | 5250 | 705 | 670 | 200 |

De hier relevante terugverdientijd exclusief subsidies bedraagt voor de zonneboiler en de zon-gascombi circa 30 jaar in de nieuwbouw en circa 40 jaar in de bestaande bouw. Indien de subsidies meegerekend worden, neemt de terugverdientijd af naar ruim 25 jaar in de nieuwbouw en ruim 30 jaar in de bestaande bouw.

Warmtepompboilers en warmtepompsystemen

In (Ybema et al. 1999) worden de totale investeringen voor een (elektrisch) warmtepompsysteem geschat op ruim f 26000 (op basis van Ybema et al. 1999). Dit is beduidend hoger dan de (meer)investering van f 6000 waarmee wordt gerekend in (Novem, 1998a) (zie ook Tabel A.9, Appendix A). Voor de warmtepompboiler wordt uitgegaan van een investering van f 5000 (inclusief plaatsing en BTW) (Ybema et al. 1999). Als referentietechniek voor de warmtepompboiler wordt de grote elektrische boiler gebruikt. De totale investering van de referentietechniek bedraagt wordt gesteld op f 2000 (NEFIT 1999). De jaarlijkse energiekosten van de warmtepomp zijn circa een factor drie hoger in vergelijking tot de HR-ketel. Omdat zowel de investering als ook de operationele kosten van de warmtepomp hoger zijn dan die voor de referentietechniek, verdient de warmtepomp zichzelf niet terug⁶. Indien daarbij de hoge investeringskosten van de warmtepomp in aanmerking worden genomen, moet geconcludeerd worden dat de investeringen voor de warmtepomp tot de milieukosten gerekend dienen te worden.

PV systemen

De investeringen voor PV-panelen bedragen circa f 1000 tot f 1500 per m^2 bij een opbrengst van 80 kWh per m^2 per jaar. De installatiekosten voor de bestaande bouw bedragen circa f 750 (ECN 1999). Voor nieuwbouw wordt gerekend met f 250 extra installatiekosten. Voor grotere pv-systemen ($> 4 m^2$) kunnen deze kosten echter beduidend hoger liggen. Via de stimuleringsregeling NOZ-pv kan 25% subsidie op de totale investering verkregen worden (EZ 1998). De simpele terugverdientijd exclusief subsidies bedraagt ruim 50 jaar. Dit is ruim hoger dan de gemiddelde levensduur van fotovoltatische systemen. De investeringen in fotovoltatische systemen worden daarom tot de milieukosten gerekend.

Geconcludeerd wordt dat alle beschouwde duurzame aanbodsysteem leiden tot milieukosten.

3.4.4 Huishoudelijke apparaten

Voor huishoudelijke apparaten geldt dat, vanwege beschikbaarheid van gegevens, alleen een onderscheid gemaakt kan worden naar efficiënte apparaten die zijn voorzien van een energielabel. De Icarus-database is in dit kader niet bruikbaar, omdat geen aansluiting kan worden gemaakt bij op de Nederlandse markt verkrijgbare apparatuur. In Nederland zijn in 1998 de volgende apparaten voorzien van een energielabel:

- wasmachine
- wasdroger
- koelkast
- diepvriezer.

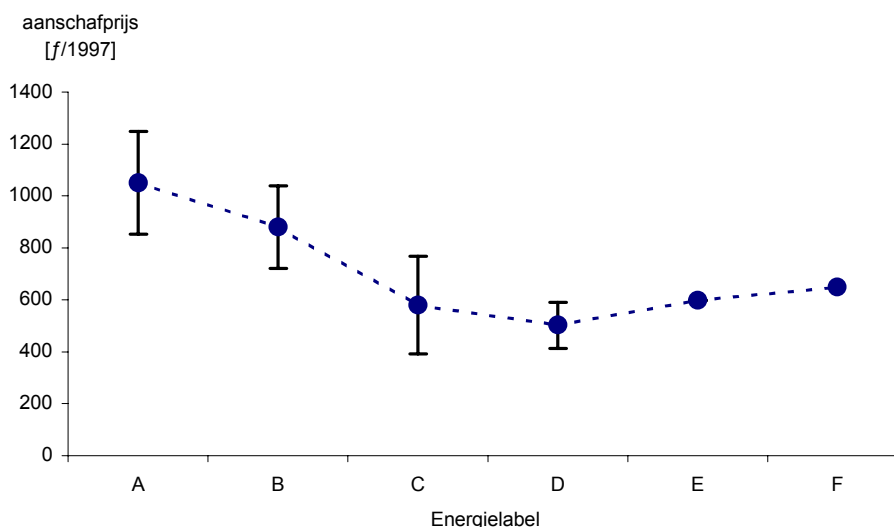
Per 1 juli 1999 dient ook de vaatwasser te zijn voorzien van een energielabel. Verwacht mag worden dat het energielabel in de toekomst ook verplicht zal worden voor een aantal andere huishoudelijke apparaten zoals de TV, de personal computer en de videorecorder en voor verlichting. Het schatten van de meerinvesteringen van een A-label apparaat ten opzichte van een B of C-label apparaat is niet eenvoudig.

⁶ Bij een elektriciteitsprijs van 28 ct/kWh, en een rendement van het centrale park van 45%, bedragen de kosten voor elektriciteit 3,5 ct/MJ_{primaire}. Bij een gasprijs van 62 ct/m³ zijn de kosten van aardgas 2,0 ct/MJ_{primaire}. De prijs per eenheid primaire energie is voor aardgas dus een factor 1,8 lager. Bij het normale elektriciteitstarief dient het rendement van de warmtepomp (COP) dus minstens 1,8 te bedragen om te komen tot een besparing op operationele kosten t.o.v. de HR-ketel. Bij een COP van ongeveer 3,0 en een elektriciteitsprijs van circa 15 cent per kWh zijn de operationele kosten van de warmtepomp vergelijkbaar.

Een eerste indicatie van de meerinvesteringen ten opzichte van de referentietechniek wordt verkregen door aan te nemen dat de meerinvesteringen hoger zijn dan de energieprijzen die als subsidie op energiezuinige apparaten worden verstrekt. Voor een koelkast, vriezer, vaatwasser en wasmachine bedraagt de voorgestelde energieprijzen f 100 en voor de A-label wasdroger f 350 (Stromen, 1999). Voor hot-fill toestellen en gasgestookte toestellen dienen tevens de kosten die gemaakt dienen te worden om het toestel aan te sluiten op het energienet (aardgas-aansluiting of warm wateraansluiting) meegenomen dienen te worden. De meerinvesteringen ten aanzien van het aanleggen van de aansluiting op de leiding voor warm tapwater zijn in de bestaande bouw beduidend hoger dan voor nieuwbouw.

Koel- en vriesapparatuur

Aangenomen wordt dat er, uit oogpunt van energie efficiëntie, geen verschillen in aanschafkosten zijn tussen C, D, E en F apparatuur. Het C-label geldt in dit geval als referentietechniek. Echter, er blijkt een verband te zijn tussen het merk, het energielabel en de investering. Bepaalde A-merken zijn over de gehele produktlijn duurder dan concurrerende opties (Waide, 1999; EnergieWijzer, 1997). Tevens scoren deze A-merken beter op het gebied van energie-efficiëntie. Indien nu het totale prijsverschil wordt toegerekend aan het effect van het energielabel, dan komt ook de extra investering die verbonden is met de merknaam of een hogere kwaliteit voor rekening van het energielabel. In Figuur 3.1 is de gemiddelde aanschafkosten van een tafelmodel koelkast per energieklassen uitgezet⁷. Op basis van deze gegevens kan een gemiddelde (meer)investering per energieklassen worden bepaald. De gemiddelde meerinvestering van een A-label tafel model koelkast ten opzichte van een B-label koelkast bedraagt, indien niet wordt gecorrigeerd voor andere factoren zoals de merknaam, f 170 tot f 250 en voor een B-label ten opzichte van een C-label koelkast f 300 tot f 250 (zie ook Tabel A.10 van Appendix A). Echter, de meest fabrikanten produceren producten die slechts in twee energieklassen vallen. De kwaliteitsmerken vallen met name in energieklassen A. Indien per merknaam naar de verschillen in meerinvestering tussen de verschillende energieklassen wordt gekeken, dan blijkt dat de meerinvesteringen beduidend lager uitvallen. Na correctie voor de merknaam, wordt een meerinvestering gevonden voor een A-label tafelmodel koelkast ten opzichte van een B-label type van f 65 tot f 240 en voor een B-label type ten opzichte van een C-label type van f 225 tot f 140 (zie ook Tabel A.10 en Figuur A.2 van Appendix A).



Figuur 3.1 *Aanschafprijs tafelmodel koelkast per energieklassen (op basis van EnergieWijzer 1997)*

⁷ De gegevens zijn niet gewogen naar verkoopaantallen.

De relatie tussen de aanschafprijs en de energieklassen is ook voor de tweedeurs koel-/vriescombinatie onderzocht, zie Figuur A. van de bijlage. De gemiddelde meerinvestering van een A-label type ten opzichte van een B-label type bedraagt circa f 360. De meerinvestering van een B-label type ten opzichte van C-label apparaten bedragen circa f 100. Behalve de merknaam, speelt echter ook onder meer de grootte van de koelkast, de prestatie (het aantal sterren) en het design een rol. Het duurste type koel-/vriescombinatie valt bijvoorbeeld in energiecategorie F.

De meerinvesteringen voor de A-label diepvrieskist ten opzichte van een B-label diepvrieskist bedragen circa f 130 tot f 125 (zie ook Figuur A. van Appendix A). De meerkosten van een B-label diepvrieskist worden geschat op circa f 150. Hierbij dient opgemerkt te worden dat met name bij de diepvrieskasten verschillen in grootte (inhoud) een vertekend beeld kunnen geven. In Tabel 3.4 zijn de meerinvesteringen van efficiënte koel- en vriesapparatuur samengevat. Een apparaat met een C als energielabel is de referentietechniek.

Tabel 3.4 *Meerinvesteringen efficiënte koel- en vriesapparatuur*

| Apparaat | A- t.o.v C-label [f /1997] | B- t.o.v. C-label [f /1997] |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Koelkast | 290 | 225 |
| Koel/vriescombinatie | 460 | 100 |
| Vriezer | 280 | 150 |

De energie-efficiëntie index voor koel- en vriesapparatuur is gegeven in Tabel 3.5. Een A-label koel- of vriesapparaat is gemiddeld ongeveer 20% zuiniger dan een B-label apparaat en circa 35% zuiniger dan het referentie C-type.

Tabel 3.5 *Relatie tussen energie efficiëntie index I en energieklassen (Schiellerup, 1999)*

| Energie efficiëntie index I | Energieklasse |
|-----------------------------|---------------|
| $I < 55$ | A |
| $55 \leq I < 75$ | B |
| $75 \leq I < 90$ | C |
| $90 \leq I < 100$ | D |
| $100 \leq I < 110$ | E |
| $110 \leq I < 125$ | F |
| $125 \leq I$ | G |

Het gemiddelde energieverbruik van een tafelmodel koelkast met energielabel C bedraagt circa 250 kWh per jaar, dat van een koel/vriescombinatie circa 525 kWh en dat van een vrieskist circa 400 kWh.

Tabel 3.6 *Besparing en simpele terugverdientijd koel- en vriesapparaten*

| Apparaat | Besparing A-label [kWh per jaar] | Terugverdientijd [jaren] | Besparing B-label [kWh per jaar] | Terugverdientijd [jaren] |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Koelkast tafelmodel | 88 | 12 | 38 | 21 |
| Koel/vriescombinatie | 184 | 9 | 79 | 5 |
| Diepvrieskist | 140 | 7 | 60 | 9 |

De simpele terugverdientijd varieert per type koelkast en vriezer (zie Tabel 3.6). Tevens blijkt er een aanmerkelijk verschil te zijn tussen de terugverdientijd van een A-label apparaat en een B-label apparaat. De terugverdientijd ligt voor alle typen echter ruim boven de drie jaar en de aanschaf van efficiënte koel- en vriesapparatuur dient dan ook tot de milieukosten gerekend te worden. Opgemerkt dient te worden dat bij de bepaling van de meerinvestering geen correctie is toegepast voor verschillen in grootte (inhoud) en verkoopaantallen van de koel- en vriesapparatuur.

Was- en droogapparatuur

Voor de wasmachine is een zelfde analyse gemaakt als voor de koel- en vriesapparatuur. Vergeleken met koelapparatuur loopt de grootte (kg wasgoed) minder uiteen tussen verschillende typen wasmachines. De verschillende wasautomaten per merknaam laten echter een zeer kleine spreiding zien over de verschillende energieklassen. De meerinvestering van een B-label wasautomaat ten opzichte van een C-label wasautomaat bedraagt circa f 100. De meerinvestering van een A-label wasautomaat ten opzichte van een B-label wasautomaat bedraagt circa f 300 (EnergieWijzer, 1997).

Bij de wasdrogers was de meest energiezuinige versie, die medio 1997 te verkrijgen was, voorzien van een energielabel in de categorie C⁸. Door het ontbreken van apparaten in energieklass B, is het niet mogelijk om de meerinvestering te bepalen van ten opzichte van de referentietechniek. Medio 1999 zijn slechts twee wasdrogers verkrijgbaar die zijn voorzien van een A-label. De aanschafkosten van het goedkoopste type bedragen 1023 Euro (circa f 2250) (AE, 1999). De meerinvestering van een A-label wasdroger ten opzichte van een C-klasse worden geschat op minimaal f 700.

Het energielabel voor de vaatwasser is officieel pas per 1 juli 1999 verplicht geworden. In (EnergieWijzer, 1997) is wel het energieverbruik van een aantal vaatwassers gegeven, maar niet de corresponderende energieklass (energielabel). Een inschatting van de meerinvesteringen van een B-label ten opzichte van een C-label vaatwasser is op basis van de beschikbare literatuur derhalve niet mogelijk.

Verlichting

De meerinvestering voor energiezuinige verlichting (spaarlampen) bedraagt circa f 10. De relatieve besparing bedraagt circa 75%. De absolute besparing is echter sterk afhankelijk van de gebruiksduur van het betreffende lichtpunt (aantal branduren per jaar). In BEK wordt voor de gloeilamp in de woonkamer uitgegaan van 830 branduren per jaar. In Tabel 3.7 is de terugverdientijd van een spaarlamp gegeven voor verschillende branduren. De referentietechniek is een 60 W gloeilamp. Spaarlampen met een aantal branduren groter dan 250 uren hebben een terugverdientijd korter dan 3 jaar en worden op grond hiervan niet tot de milieukosten gerekend. In BEK wordt er van uitgegaan dat ook lichtpunten in bijvoorbeeld het toilet en de badkamer meer branden dan 250 uur per jaar. Alleen de lichtpunten in de garage, kelder en op zolder worden geacht minder dan 250 uur gebruikt te worden. De aanschaf van spaarlampen leidt dus niet tot milieukosten.

Tabel 3.7 Besparing en terugverdientijd van spaarlampen bij verschillend branduren

| Aantal branduren [uren per jaar] | Besparing [kWh] | Simpele terugverdientijd [jaar] |
|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| 1000 | 45 | 0,8 |
| 500 | 23 | 1,6 |
| 250 | 11 | 3,2 |
| 100 | 5 | 7,9 |

⁸ Dit geldt voor zowel de condens- als luchtafvoerdroger.

3.5 Penetratiegraad en milieukosten energiebesparingsmaatregelen

3.5.1 Nieuwbouw

De verdeling van het aantal in 1997 opgeleverde woningen staat in Tabel 3.8 (VROM 1998)⁹. Bij de eengezinswoningen wordt geen verder onderscheid gemaakt naar type (vrijstaand, 2/1 kap, hoek- of tussenwoning). Van de koopwoningen valt 62% in de categorie 'duur', 27% in de categorie 'middelduur' en 11% in de categorie 'goedkoop'. Bij de huurwoningen valt 63% in de categorie 'goedkoop', 27% in de categorie 'middelduur' en 7% in de categorie 'duur'. Indien aangenomen wordt dat vrijstaande woningen en 2/1 kap woningen corresponderen met de categorie 'duur', hoek- en tussenwoningen corresponderen met de categorie 'middelduur' en meergezinswoningen (galerij) corresponderen met de categorie 'goedkoop', dan wordt de verdeling tussen eengezins- en meergezinswoningen redelijk benaderd (25% meergezins berekend ten opzichte van 29% reëel).

Door het verschil tussen de berekende waarde en reële waarde voor het totaal aantal woningen toe te schrijven aan een deel meergezinswoningen binnen de categorie 'middelduur' wordt de volgende verdeling verkregen:

Tabel 3.8 *Aantal nieuwbouwwoningen in 1997 naar type (bewerking VROM 1998)*

| Type | Aantal | Aandeel [%] |
|---------------------|--------|-------------|
| <i>Huurwoningen</i> | 25.876 | 28 |
| - galerij | 17.138 | 19 |
| - tussenwoning | 7.016 | 8 |
| - 2/1 kapwoning | 1.722 | 2 |
| <i>Koopwoningen</i> | 66.439 | 72 |
| - galerij | 9.615 | 10 |
| - tussenwoning | 16.433 | 18 |
| - 2/1 kapwoning | 40.391 | 44 |

Op basis van Tabel 3.1 en Tabel 3.8 worden de totale investeringen en de milieukosten voor de EPN berekend. Deze totale investeringen voor 1997 in totaal f 194 mln., waarvan f 62 mln. voor galerij woningen, f 40 mln. voor tussen- en hoekwoningen en f 93 mln. voor 2/1 kap- en vrijstaande woningen. Deze milieukosten zijn exclusief duurzame opties zoals zonneboilers en pv-panelen.

In 1998 werden circa 2850 zonneboilersystemen geplaatst op nieuwbouwwoningen (zie ook Paragraaf 3.5.3). De zonneboiler scoort wat betreft kosteneffectiviteit minder goed dan het gemiddelde EPN-pakket exclusief duurzame opties (f 3100 tegen f 1.050 per 0,1 EPC punt). De totale investeringen voor de zonneboiler in nieuwbouw bedragen ruim f 10 mln. en de vermeden kosten circa f 3,5 mln. De toepassing van de zonneboiler in de nieuwbouw leidt in 1998 tot een netto kostenstijging van circa f 7 mln.

3.5.2 Bestaande bouw

Isolatiemaatregelen

In opdracht van EnergieNed wordt jaarlijks het BAK onderzoek uitgevoerd. Begin 2000 waren de resultaten van het BAK onderzoek dat betrekking had op het jaar 1998 nog niet gepubliceerd. In BAK wordt een onderscheid gemaakt naar algemene vormen van isolatie, zoals muurisolatie, glasisolatie, dakisolatie en vloerisolatie voor woningen uit verschillende bouwjaren. Er wordt

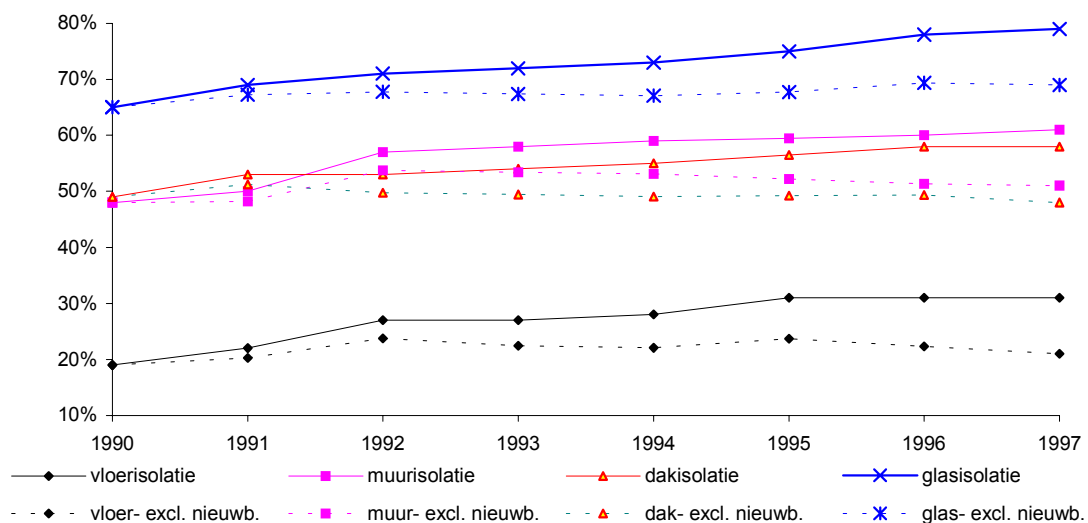
⁹ Gegevens voor 1998 zijn nog niet beschikbaar.

per soort isolatie (glasisolatie) geen onderscheid gemaakt naar het type isolatievorm (dubbel glas, HR-glas, HR++ glas etc.). In Tabel 3.9 is de mutatie in penetratie van isolatiemaatregelen in de periode 1996 – 1997 gegeven. Opvallend is de sterke afname van een aantal isolatiemaatregelen in woningen na 1982. Een tweede opmerkelijk gegeven is dat het aantal woningen gebouwd voor 1976 in BAK 97 groter is dan in BAK 96. Geconcludeerd wordt dat de grootte van de steekproef in de BAK onvoldoende is om jaarlijkse mutaties in de penetratiegraad van isolatiemaatregelen met voldoende grote nauwkeurigheid te kunnen bepalen. Ook het KWR onderzoek biedt in dit geval geen uitkomst, omdat dit een onderzoek betreft dat slechts eens in de paar jaar wordt uitgevoerd.

Tabel 3.9 *Mutatie in penetratiegraad van isolatiemaatregelen van 1996 op 1997 [%]*
(bron: BAK)

| Woningbouw-jaargang | Glas | Muur | Dak | Vloer |
|---------------------|------|------|-----|-------|
| voor 1945 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 1945 – 1965 | 1 | -1 | 1 | 0 |
| 1966 – 1975 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1976 – 1981 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 1982 – 1985 | 0 | -6 | -5 | -7 |
| 1986 – 1990 | 0 | 0 | -4 | -3 |
| 1991 en later | 0 | 0 | -4 | -5 |

In Figuur 3.2 is de ontwikkeling van de totale penetratie van verschillende isolatiemaatregelen weergegeven. In 1997 is 79% van de woningen voorzien van glasisolatie, 61% van de woningen van muurisolatie, 58% van dakisolatie en 31% van vloerisolatie.



Figuur 3.2 *Ontwikkeling penetratie isolatiemaatregelen, incl./excl. bijdrage nieuwbouwwoningen* (bron: BAK, diverse jaren)

De toename van isolatiemaatregelen, exclusief nieuwbouw, over de periode 1990-1997 is gegeven in Tabel 3.10. Om de toename van het aantal besparingsmaatregelen in de bestaande bouw te bepalen is een correctie uitgevoerd voor de bijdrage in de toename van isolatiemaatregelen door de bouw van nieuwe volledig geïsoleerde woningen.

Tabel 3.10 *Ontwikkeling aantal isolatievormen exclusief nieuwbouw periode 1990-1997 (op basis van BAK, diverse jaren)*

| Maatregel | Totaal aantal [× 1000] | Gemiddelde jaarlijkse mutatie [× 1000] |
|---------------|---------------------------|---|
| Vloerisolatie | 217 | 27 |
| Muurisolatie | 418 | 52 |
| Dakisolatie | 170 | 21 |
| Glasisolatie | 562 | 70 |
| Nieuwbouw | 722 | 90 |

In de periode 1990 – 1997 zijn in totaal ruim 700.000 woningen gebouwd. De bouw van deze woningen leidt tot een stijging van isolatiemaatregelen van circa 90.000 isolatiemaatregelen per jaar. Na correctie voor nieuwbouw, bedraagt de gemiddelde toename van vloer-, muur-, dak- en glasisolatiemaatregelen respectievelijk 27.000, 52.000, 21.000 en 70.000 per jaar. Hierbij is, wegens een gebrek aan gegevens, geen onderscheid gemaakt de ontwikkeling van isolatievormen naar bouwjaar van de woning. Ook kan geen onderscheid worden gemaakt naar het type isolatievorm (dubbel glas, HR-glas, HR+-glas of spouwmuurisolatie en buitenmuurisolatie). Aangenomen wordt dat toename van het aantal isolatiemaatregelen in de bestaande bouw gelijk is aan de gemiddelde jaarlijkse mutatie over de periode 1990 – 1997.

In Tabel 3.11 is de geschatte gemiddelde toename van het aantal isolatievormen in de bestaande bouw en de gemiddelde investering per besparingsmaatregel gegeven. Op basis hiervan zijn de totale investeringen per isolatievorm berekend.

Tabel 3.11 *Geschatte isolatiemaatregelen in 1998 en investeringen*

| | Aantal [× 1000] | Investering per maatregel [f] | Totale investering [mln. f] |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Vloerisolatie ¹⁰ | 27 | 2300 | 62 |
| Muurisolatie | 52 | 1860 | 97 |
| Dakisolatie | 21 | 4050 | 86 |
| Glasisolatie ¹¹ | 70 | 2600 | 183 |
| Totaal | | | 428 |

De totale investeringen voor vloer-, muur-, dak-, en glasisolatie bedragen respectievelijk f 62 mln., f 97 mln., f 86 mln. en f 183 mln. De totale investeringen in isolatiemaatregelen bedraagt ruim f 400 mln. Voor de totale milieukosten wordt verwezen naar Hoofdstuk 6.

HR-ketel

Door eigenaren en verhuurders van woningen zijn in 1998 circa 215.000 HR-ketels geplaatst, waarvan 60.000 in nieuwbouwwoningen (EnergieNed, 1999). De toename van het aantal HR-ketels in 1998 in de bestaande bouw bedraagt derhalve 155.000 ketels. De gemiddelde meerinvestering van de HR-ketel ten opzichte van de VR-ketel in de bestaande bouw bedraagt circa f 700 (zie ook Tabel 3.2). De totale investeringen voor de HR-ketel in 1998 bedragen een kleine f 110 mln. Voor de totale milieukosten wordt verwezen naar Hoofdstuk 6.

EINP

Op basis van de fiscale stimuleringsregeling voor non-profit instellingen (EINP) kan voor een deel van het woningbestand een schatting worden gemaakt van de toename van penetratiegraad van verschillende isolatiemaatregelen. Echter, de EINP regeling kan alleen gebruikt worden door sociale en particuliere verhuurders.

¹⁰ Aangenomen is dat het hierbij voor 90% om spouwmuurisolatie en 10% buitenmuurisolatie betreft.

¹¹ Meerinvesteringen op basis van de investeringen voor HR-glas.

Ook zal niet in alle gevallen een beroep worden gedaan op deze regeling. In 1997 worden circa 2,36 miljoen woningen (37 %) verhuurd door sociale verhuurders en 0,83 miljoen woningen door particuliere verhuurders (13 %). In de EINP wordt geen onderscheid gemaakt tussen verhuur van onroerend goed in de utiliteitsbouw en de sector huishoudens.

Aangenomen is dat de enkelvoudige aanvragen¹² betrekking hebben op de sector utiliteitsbouw/diensten. De overige aanvragen zijn toegerekend aan de sector huishoudens. Niet alle energiebesparingsmaatregelen worden in de EINP meegenomen, zoals bijvoorbeeld dubbel glas. Ook wordt in enkele gevallen een aantal besparingsmaatregelen gebundeld, zoals bijvoorbeeld bij isolatie.

De totale investering in energiebesparingsmaatregelen via de EINP bedraagt f 50,4 mln. Circa 75% van de totale investering heeft betrekking op de HR-ketel. De investeringen voor isolatie en HR-glas bedragen respectievelijk 10% en 9% van de totale investeringen. De bedragen zijn om velerlei redenen niet direct bruikbaar voor de totale woningbouw, wel kan geconstateerd worden dat ze passen binnen de elders gepresenteerde (grotere) bedragen voor de totale bestaande bouw, nieuwbouw en duurzame opties.

Tabel 3.12 *Investerings per energiebesparingsmaatregel volgens EINP in 1998*
(bron: Senter 1999)

| | Aantal meldingen | Gem. investering [f] | Totale investering [mln. f] |
|--|------------------|-------------------------|--------------------------------|
| HR-glas | 283 | 15685 | 4,4 |
| Warmteterugwinning | 109 | 5596 | 0,6 |
| Zonnecollectorsysteem | 301 | 4106 | 1,2 |
| Warmtepomp | 20 | 38360 | 0,8 |
| Grondwarmtewisselaar | 0 | 14045 | 0,0 |
| HR-ketel | 7748 | 4860 | 37,7 |
| Isolatie | 1037 | 4836 | 5,0 |
| Individuele warmtemeters voor collectief systeem | 6181 | 282 | 1,7 |
| WKK | 2 | 78917 | 0,2 |
| Totaal (inclusief duurzaam) | 15681 | 3292 | 50,4 |

3.5.3 Duurzame energie

Het aantal zonneboilersystemen nam in 1998 met 7.600 systemen¹³ toe tot 34.000 (Novem, 1999), waarvan circa 6200 systemen in bij woningen. Hiervan is circa 54% geplaatst in de bestaande bouw en de resterende 46% in de nieuwbouw.

Aangenomen wordt dat 60% van de in 1998 geplaatste zonneboilersystemen op nieuwbouwwoningen een zonneboiler is en 40% een zon-gascombi. Dit resulteert in een totale investering voor de zonneboilersystemen in de nieuwbouw van ruim f 10 miljoen. In de bestaande bouw zijn in 1998 circa 3350 systemen geplaatst. Aangenomen wordt dat het hierbij vrijwel uitsluitend gaat om zonneboilers. De hiermee gepaard gaande investering bedraagt circa f 15 mln.

¹² Aanvragen die betrekking hebben op slechts één individuele besparingsmaatregel.

¹³ Totaal aantal zonneboilers inclusief grote systemen voor bijvoorbeeld zwembaden e.d.

In 1997¹⁴ is in totaal 748 kWp aan fotovoltaïsch vermogen geplaatst. Dit komt overeen met circa 7.000 m² collectoroppervlak¹⁵ (EVN, 1999). Niet bekend is welk aandeel hiervan toegerekend dient te worden aan de sector huishoudens. Ook een onderverdeling naar nieuwbouw en bestaande bouw is op grond van de voorhanden zijnde gegevens niet mogelijk. De totale investeringen, inclusief installatie maar exclusief subsidies, bedragen voor fotovoltaïsche zonnecellen circa *f* 10 mln. in 1997.

Voor de penetratie van warmtepompen is uitgegaan van de totaalcijfers van het CBS (1997), met aanvullende schattingen voor het aandeel bij huishoudens en de aandelen voor warmtepompboilers en die voor ruimteverwarming.

3.5.4 Huishoudelijke apparaten

Door middel van de in opdracht van EnergieNed uitgevoerde BEK-onderzoeken wordt het apparaatbezit van de Nederlandse huishoudens gemonitord. In dit onderzoek wordt echter geen onderscheid gemaakt naar de leeftijd van de apparatuur en de energieprestatie van nieuw recent aangeschafte apparaten. BEK is derhalve niet geschikt als bron op basis waarvan de milieukosten van huishoudelijk apparaten berekend kunnen worden. In (Waide, 1999) is per land het effect van de introductie van Europese energielabels voor koel- en vriesapparatuur op de ontwikkeling van de gemiddelde energie efficiëntie van nieuwe apparaten onderzocht. In dit rapport zijn de verkoopaantallen naar energieklassen en type koel- en vriesapparaat gegeven voor de periode 1994-1996. Op basis hiervan zijn de verkoopaantallen per energieklassen en type koel- en vriesapparaat berekend zoals onderscheiden in deze studie, zie Tabel 3.13 en Figuur 3.3. In (Waide, 1999) wordt alleen koel- en vriesapparatuur in beschouwing genomen. Vergelijkbare studies voor wasdrogers, vaatwassers en wasmachines zijn niet beschikbaar.

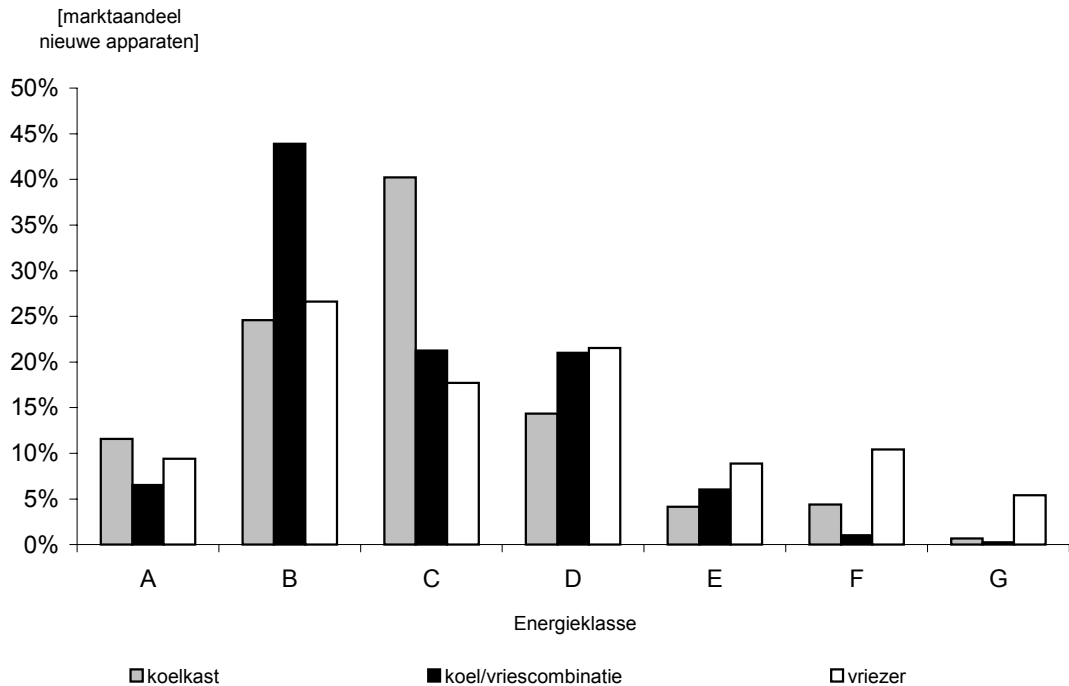
Tabel 3.13 *Verkoop koel-/vriesapparatuur naar energieklassen in 1996 (op basis van Waide 1999)*

| | Totaal | A-label | B-label |
|----------------------|---------|---------|---------|
| Koelkast | 244.000 | 28.000 | 60.000 |
| Koel/vriescombinatie | 342.000 | 22.000 | 150.000 |
| Vriezer | 181.000 | 17.000 | 48.000 |
| Totaal | 768.000 | 68.000 | 259.000 |

Op basis van Tabel 3.4, Tabel 3.6 en Tabel 3.13 kunnen vervolgens de totale investeringen en de milieukosten worden berekend voor 1996. De totale investeringen in efficiënte koel- en vriesapparatuur bedragen *f* 60 mln., waarvan *f* 22 mln. voor de koelkast, *f* 25 mln. voor de koel/vriescombinatie en *f* 11 mln. voor de diepvriezer.

¹⁴ Gegevens voor 1998 nog niet beschikbaar.

¹⁵ 1 m² PV komt overeen met circa 80 kWh oplevert en 105 Wp.



Figuur 3.3 Marktaandeel nieuwe koel- en vriesapparatuur per energieklasse in 1996 (Waide, 1999)

3.6 Knelpunten, witte vlekken en onzekerheid

Bij het bepalen van de milieukosten voor de sector huishoudens is een aantal ‘witte vlekken’, d.w.z. terreinen met ontbrekende data, te onderscheiden. In het algemeen is het mogelijk om een betrouwbare schatting te maken van de (meer)investering van een besparingsoptie ten opzichte van de referentietechnologie. Een uitzondering hierop vormen de elektrische apparaten die niet zijn voorzien van een energielabel. Wel speelt in een aantal gevallen de keuze van het aggregatieniveau een rol, bijvoorbeeld bij het vaststellen van de kosten van de EPN bij bepaalde woningtypen. Subsidiereregelingen die betrekking hebben op historische jaren zijn slechts moeizaam te achterhalen.

Veel moeilijker dan het bepalen van de (meer)investeringen is het bepalen van de mutatie in de penetratiegraad. Voor nieuwbouwwoningen is de mutatie in het woningbestand met voldoende grote nauwkeurigheid vast te stellen. Voor de bestaande bouw kan met de enquêtegegevens slechts een schatting van de mutatie in de penetratiegraad van besparingsmaatregelen gegeven worden. Voor huishoudelijk apparaten zijn alleen verkoopgegevens voorhanden van koel- en vriesapparatuur. Voor de overige apparaten die nu of in de toekomst worden voorzien van een energielabel zijn deze gegevens nog niet voorhanden.

Subsidiereregelingen blijken in een aantal gevallen een waardevol aanknopingspunt te zijn voor het vaststellen van de penetratie van besparingsopties. Dit geldt met name voor duurzame energie systemen zoals zonneboilers en fotovoltaïsche zonnecellen. Voorwaarde hierbij is dan wel dat er een onderscheid gemaakt wordt naar sector (huishoudens, utiliteitsbouw, industrie) en bij voorkeur ook naar nieuwbouw en bestaande bouw.

Bij het vaststellen van de elektriciteitsprijzen is geen rekening gehouden met dag- en nachttarief of met groene stroom. De keuzes die met betrekking tot de energieprijzen gemaakt worden, kunnen de uitkomsten van de analyse sterk beïnvloeden.

Bij het vaststellen van de meerkosten voor efficiënte koel- en vriesapparatuur is een correctie gemaakt voor de merknaam. Naast de merknaam is er nog een aantal andere factoren, zoals performance, design en grootte of inhoud, die de kunnen leiden tot een verschil in aanschafprijs tussen bepaalde apparaten. Aanbevolen wordt om voor koel- en vriesapparatuur tevens een correctie te maken voor het verschil in inhoud van onderling te vergelijken apparaten. Dit aspect lijkt met name bij diepvrieskasten een rol te spelen.

In het algemeen geldt dus dat voor een goede bepaling van de milieukosten in de sector huishoudens het noodzakelijk is om de monitoringsinspanning aanzienlijk te vergroten. Hierbij dient met name aandacht te worden besteed aan besparingsmaatregelen in de bestaande bouw en huishoudelijk apparaten. Door analyse van de resultaten van subsidieregelingen zal deels tegemoet gekomen kunnen worden aan de monitoringsbehoefte.

4. DIENSTEN/UTILITEITSBOUW

Met name de penetratie van besparingsmaatregelen vormt een belangrijke onzekerheid bij het bepalen van de milieukosten in de verschillende subsectoren van de sector Diensten/utiliteitsbouw. Hieraan wordt speciaal aandacht besteed in Paragraaf 4.2. Na methodische kanttekeningen is in Paragraaf 4.4 beschreven hoe voor de toegepaste maatregelen, aan de hand van de investering en de besparing, de terugverdientijd zijn berekend. Daarmee is bepaald of de maatregelen voldoen aan de definitie van milieumaatregelen volgens de Milieukostenmethode. In Paragraaf 4.5 vindt de bepaling van de milieukosten plaats en Paragraaf 4.6 sluit af met opmerkingen over knelpunten, witte vlekken en onzekerheden.

4.1 Sectorgegevens

De utiliteitsbouw omvat verschillende typen gebouwen, zoals kantoren, scholen, winkels, ziekenhuizen en sporthallen. Naast een indeling naar bouwtype kan ook een indeling worden gemaakt naar economische sector volgens de SBI codering. Soms valt die indeling samen, zoals bij scholen en de sector onderwijs. Maar bijvoorbeeld kantoren vinden we in verschillende sectoren (bank- & verzekeringswezen, maar ook openbaar bestuur), en de zorgsector omvat meer dan alleen ziekenhuizen. De vraag is welke indeling het beste gebruikt kan worden voor de bepaling van milieukosten. Het bouwtype is belangrijk bij de rentabiliteit van een besparingsmaatregel. De gegevens over penetratie van maatregelen zijn in sommige bronnen beschikbaar per sector (zoals de EIA en de EIMP regeling), maar soms juist per bouwtype zoals in gegevens uit het MAP. Vanwege een verschillende discontovoet is het van belang onderscheid te maken tussen overheid en bedrijfsleven. In dit hoofdstuk is op basis van een combinatie van sectoren en bouwtypen een indeling gemaakt (zie Tabel 4.1). Daarbij is gebruik gemaakt van gegevens uit (Van Arkel, 1999). Ongeveer 30% van het sectorverbruik is niet toe te delen aan de bouwtypen.

Tabel 4.1 *Gekozen indeling in sectoren en bouwtypen*

| Sectoren | Code SBI '93 |
|---|----------------------------------|
| Handel en reparatie auto's | 50 |
| Groothandel | 51 |
| Detailhandel | 52 |
| Horeca | 55 |
| Kantoren bedrijven | 65-67, 70-74, 60-64 (kwart deel) |
| Kantoren overheid | 75 (driekwart deel) |
| Onderwijs | 80 |
| Intramurale gezondheidszorg (ziekenhuizen en verpleeghuizen) | 85 (deels) |
| Bejaardentehuizen | 8531 (deels) |
| Sportgebouwen | 92-6/7 (deels) |

4.2 Gegevensbronnen

Terwijl in de woningbouw regelmatig monitoring plaats vindt van de penetratiegraad van energiebesparingsmaatregelen door enquêtes als BEK, BAK en KWR, is het voor de utiliteitsbouw lastiger om aan een compleet beeld van de penetratie van besparingsmaatregelen te komen. Wat besparingscijfers betreft is gebruik gemaakt van de U-Map van EnergieNed. Het nationaal pakket Duurzaam bouwen is gebruikt voor de kostencijfers van maatregelen. Bronnen voor de penetratie van besparingsmaatregelen worden hierna besproken.

4.2.1 Meerjarenafspraken (MJA's)

Een aantal branches in de Utiliteit heeft met het Ministerie van Economische Zaken Meerjarenafspraken (MJA's) gemaakt over verbetering van de energie-efficiency. Dit zijn de zorgsector, volwasseneneducatie, het MBO en HBO onderwijs en universiteiten, het bank- & verzekeringswezen, supermarkten en de sport & recreatie (Menkveld, 1999). De afzonderlijke bedrijven of instellingen zouden ieder jaar aan de brancheorganisatie het energieverbruik, de bereikte energie-efficiency en een lijst met uitgevoerde projecten ter onderbouwing moeten rapporteren. De brancheorganisatie analyseert de gegevens en rapporteert op een geaggregeerd niveau aan Novem. Alleen voor het onderwijs en de zorgsector beschikt Novem over gegevens op instellingsniveau.

In het door Novem opgestelde Jaarverslag 1997 van de MJA met de intramurale gezondheidszorg staan overzichten van het aantal toegepaste maatregelen opgesplitst naar hoofdgroep (bouwkundig, verwarming, koeling, ventilatie, verlichting, WKK, energiebeheer, etc.) en opgesplitst naar type (good housekeeping, energie-efficiency verbetering, strategische verbetering en studie/onderzoek). In deze vorm zijn de MJA-gegevens niet bruikbaar voor de bepaling van milieukosten. Duidelijk is wel dat de MJA's een belangrijke bron zouden kunnen vormen voor penetratiegegevens van besparingsmaatregelen. Daartoe zouden met Novem en de betreffende brancheorganisaties afspraken kunnen worden gemaakt. Een nadeel van MJA-gegevens is dat het een beperkt aantal sectoren en niet de totale Utiliteitsbouw omvat.

4.2.2 Uitvoering stimuleringsregelingen Senter

Met Senter is gesproken over penetratiegegevens van besparingsmaatregelen die beschikbaar komen door de uitvoering van stimuleringsmaatregelen, zoals de EIA en de EINP regeling. Momenteel worden 17000 EIA-aanvragen per jaar ingediend. Het aantal EINP-aanvragen bedraagt ongeveer 1000 per jaar.

De EIA is een fiscale faciliteit, daarom komen de aanvragen binnen bij de belastingdienst. De relevante gegevens in die aanvraag zijn:

- a. naam van de maatregel,
- b. sector van toepassing (6-digit SBI-code),
- c. bedrag (conform Senterregeling).

Het bedrag hoeft niet gelijk te zijn aan de feitelijke investering in besparing, er kunnen ook allerlei implementatiekosten in zitten, zoals bijv. een (verplichte) accountantverklaring.

In 1996 is voor de eerste keer een lijst van maatregelen opgesteld die in aanmerking kwamen voor een EIA bijdrage. Deze lijst is voortdurend aangevuld. In 1998 is besloten een kortere en objectievere lijst op te stellen, waarbij normen werden gesteld voor de minimale besparing per gld. investering. Nieuwbouw valt nu ook onder de EIA/EINP.

Senter heeft voor ECN een lijst gemaakt met bedragen per maatregel per sector. De analyse van deze gegevens wordt ook in dit hoofdstuk besproken. Belangrijkste beperking is de dekkingsgraad van de gegevens. Ook bij Senter bestaat de indruk dat niet voor alle in aanmerking komende investeringen in besparingsmaatregelen EIA wordt aangevraagd, zelfs niet als dit in MJA-verband (met Novem-begeleiding) gebeurt.

4.2.3 Enquete EnergieNed in het kader van het MAP

EnergieNed heeft in het kader van het MAP in 1996 door het EIM een enquête laten uitvoeren waarin o.a. de penetratiegraad van besparingsmaatregelen is onderzocht (EnergieNed, 1996). Er wordt gevraagd naar de isolatie van gebouwen, toepassing van HR-ketels, warmteterugwinning, energie-efficiënte verlichting en regelingen. Daarmee is niet alleen de penetratiegraad van deze maatregelen in 1995 bepaald, maar ook het percentage organisaties die in 1995 die energiebesparende maatregelen hebben genomen. Het aantal maatregelen is beperkt en goed hanteerbaar, maar de definitie is niet altijd eenduidig. Er wordt bijvoorbeeld gevraagd naar de toepassing van isolatie, zonder specificatie van Rc-waarden. De Rc-waarde van isolatie bepaalt echter wel de isolatiegraad en dus ook de kosten en de te bereiken besparing. De EIM-enquête is in de volgende jaren herhaald, deze gegevens zijn echter niet openbaar gemaakt.

4.3 Definitie maatregelen

Bij het bepalen van de milieukosten van besparingsmaatregelen is, vanwege de verschillen in maatregelen, kostenniveaus en databeschikbaarheid, een onderverdeling gemaakt naar nieuwbouw en bestaande bouw.

Bij nieuwbouw is gekozen voor een pakket benadering. Vanaf 1995 zijn in het Bouwbesluit eisen gesteld aan de energieprestatie. In 2000 zullen deze eisen worden aangescherpt. Het pakket aan maatregelen dat sindsdien moet worden toegepast om aan deze eis te voldoen wordt in zijn geheel beschouwd. In principe moet daarbij onderscheid worden gemaakt naar gebouwtipe, net als in het bouwbesluit verschillende EPC-eisen aan verschillende typen gebouwen worden gesteld: bijeenkomstgebouw, cellengebouw, gezondheidszorg (klinisch en niet-klinisch), horecagebouw, logiesgebouw, kantoorgebouw, sportgebouw, winkelgebouw. Daarmee zijn de maatregelen in de nieuwbouw gebundeld tot: EPN pakket kantoren, EPN pakket scholen etc. Er wordt geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat er utiliteitsgebouwen worden gebouwd met een lagere EPC-waarde dan wettelijk is vereist.

In de bestaande bouw zullen afzonderlijke maatregelen worden beschouwd. De selectie van maatregelen gebeurt voor dit onderzoek aan de hand van de beschikbaarheid van gegevens in de EnergieNed enquête. Een overzicht hiervan staat in Tabel 4.3. Daarbij is het onderscheid in sectoren gemaakt zoals aangegeven in Tabel 4.1. WKK en duurzame energie worden apart beschouwd en alleen voor de totale utiliteit.

4.4 Rentabiliteit per maatregel

Alleen besparingsmaatregelen van installatietechnische aard met een terugverdientijd groter dan 3 jaar en de maatregelen van bouwkundige aard met een terugverdientijd groter dan 5 jaar voldoen aan de definitie van milieumaatregelen. Bepaling van de terugverdientijd gebeurt simpelweg door de investering te delen door de uitgespaarde energiekosten.

4.4.1 Nieuwbouw

In opdracht van Novem heeft DHV in 1994 een kosteneffectstudie uitgevoerd, waarin de kosteneffecten van introductie van de EPN (in 1995) zijn berekend (Wichers Hoeth, 1994). Uit deze studie zijn de meerinvesteringen en de kostenbesparingen overgenomen van de maatregelen die moeten worden toegepast om een voorbeeldgebouw de vereiste energieprestatie te geven. De referentie is de gangbare bouwpraktijk in 1994. Tabel 4.2 geeft een overzicht van de meerkosten en besparing en de daaruit berekende terugverdientijd. Wanneer in de kosteneffectstudie voor één gebouwtype meerdere voorbeeldgebouwen zijn gegeven is het gemiddelde van de meerinvesteringen en de kostenbesparing gebruikt.

De terugverdientijd van het EPN-pakket voor de voorbeeldgebouwen uit de kosteneffectstudie ligt tussen de 6 en de 14 jaar. Doel van de kosteneffectstudie was dat de jaarlijkse afschrijving van de meerkosten en de jaarlijkse besparing op energiekosten met elkaar in evenwicht moesten zijn. Feitelijk betekent dit dat een terugverdientijd binnen de levensduur van de maatregelen volstaat.

Tabel 4.2 *Terugverdientijden EPN-pakketten (1994)*

| Maatregel | Bruto investering [f] | Kostenbesparing [f/jaar] | Simpele terugverdientijd [jaar] |
|---|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Kantoorgebouw, EPC = 1,9 | 164000 | 13700 | 12 |
| Horecagebouw, EPC = 2,2 | 18000 | 1250 | 14 |
| Logiesgebouw, EPC = 2,4 | 75000 | 12950 | 6 |
| Winkelgebouw, EPC = 3,6 | 23315 | 3600 | 6 |
| Onderwijsgebouw, EPC = 1,5 | 93233 | 11100 | 8 |
| Gezondheidszorggebouw Niet-klinisch, EPC = 2,0 | 5900 | 850 | 7 |
| Gezondheidszorggebouw Klinisch, EPC = 4,7 | 291750 | 24200 | 12 |
| Sportgebouw, EPC = 2,8 | 43000 | 7500 | 6 |
| Bijeenkomstgebouw, EPC = 3,4 | 55000 | 4400 | 13 |
| Cellengebouw, EPC = 2,3 | 86000 | 12050 | 7 |

Uit de resultaten is af te leiden dat in alle gevallen de terugverdientijd langer is dan 5 jaar, dus dat deze EPN-pakketten gelden als een milieumaatregel.

4.4.2 Bestaande bouw

Voor de besparingsmaatregelen die zijn meegenomen in de enquête van EnergieNed zijn kostengegevens verzameld (zie Tabel 4.3). Belangrijkste bron daarbij zijn gegevens voor de bestaande bouw uit het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen (SBR, 1999). Hoewel dit pakket wel onderscheid maakt naar verschillende bouwtypen, verschillen de kostenindicaties voor maatregelen niet. De gegevens kunnen dan ook voor alle bouwtypen en sectoren worden gebruikt. Tevens is gebruik gemaakt van een onderzoek in het kader van de MJA voor de supermarktsector: *Implementatie en uitvoering: Maatregelenlijst voor de supermarktbranche*. Voor enkele maatregelen zijn de meerinvesteringen in f/GJ besparing gebruikt uit ICARUS 3 (NW&S, 1994).

De definitie van de maatregelen die zijn meegenomen in de EnergieNed enquête is vrij ruim. Isolatie bijvoorbeeld wordt verder niet gespecificeerd. Uit het Nationaal DUBO pakket zijn de kosten overgenomen van verbetering van de isolatiegraad naar $R_c = 3,0$. Wat daarbij de referentie is, is in het DUBO pakket niet duidelijk. Aangenomen is dat de kosten gezien mogen worden als de gemiddelde kosten voor de bestaande bouw.

Tabel 4.3 *Kosten maatregelen in de bestaande bouw*

| Maatregelen EnergieNed enquête | Meerkosten [f] |
|----------------------------------|--|
| Periodiek afstellen van de ketel | 300 per jaar |
| Dakisolatie | 3,90 - 4,60 per m ² dak |
| HR-ketel | 8 per m ² BVO |
| Muurisolatie | 33 per m ² te isoleren |
| Dubbele beglazing | 16,30 per m ² glas |
| Leidingisolatie | 4 per m ² BVO |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1 per m ² BVO |
| Koel- en vriesmaatregelen | 20 per GJ _e besparing |
| Mechanische koeling | Geen extra kosten |
| Vloerisolatie | 4,90 per m ² begane grond |
| Spaarlampen | 1 per m ² BVO |
| Doorstroombegrenzers | 15 per GJ besparing |
| Warmteterugwinning | 8,50 per m ² BVO (1.275 voor een woning van 150 m ²) |
| Daglichtafh. Regeling | 21 per m ² BVO |
| Aanwezigheidsdetectie | 25 per m ² BVO |
| HF-voorschakel | 0,95 per Watt geïnstalleerd |

De kostenindicaties uit Tabel 4.2 zijn omgerekend naar de kosten per m² BVO (Bruto Vloer Oppervlak). Daartoe zijn gegevens verzameld over het totale vloeroppervlak, gebouwschil, glasoppervlak en dakoppervlak van sectoren. Voor de kosten van HF voorschakel apparatuur is gebruik gemaakt van het referentie verlichtingsvermogen in Watt per m² voor verschillende gebouwtypen uit de kosteneffectstudie voor de EPN uit 1994. Dit leidt tot verschillende kostencijfers per m² BVO per sector. Appendix B geeft daarvan een overzicht.

De besparingen zijn gebaseerd op energiebesparingspotentiëlen uit een rapportage van de werkgroep U-MAP van EnergieNed (EnergieNed,1993). Daarin is voor verschillende energiebesparingsmaatregelen aangegeven:

- Het aandeel van een energiefunctie in het totale elektriciteits- of gasverbruik van een gebouw/sector (bijvoorbeeld het aandeel voor verlichting in het elektriciteitsverbruik).
- Het aandeel van dat verbruik waarop de maatregel kan worden toegepast.
- De energiebesparing per maatregel in procenten.

Deze gegevens zijn toegepast op gegevens uit de NEH over het gas- en elektriciteitsverbruik van een sector. Door het energieverbruik per m² BVO te nemen, kunnen de besparingsgetallen ook worden omgerekend naar besparingen in m³ aardgas of kWh elektriciteit per m² BVO.

Met behulp van energieprijzen moet de jaarlijkse besparing omgerekend worden naar f/m^2 BVO. Om het juiste tarief per sector te bepalen is met name voor het gasverbruik informatie nodig over het aandeel van de sector dat het grootverbruikerstarief dan wel het kleinverbruikerstarief betaalt. Hierover zijn weinig gegevens beschikbaar. Het meest recent is de Nationale Energierekening uit 1992 van het CBS waarin de gemiddelde kosten voor gas en elektriciteitsverbruik per sector zijn vermeld. Met behulp van deze gemiddelde kosten en de tarieven in 1992 is het aandeel kleinverbruikerstarief bepaald per sector. Dit aandeel is toegepast op de tarieven voor 1998 om de gemiddelde kosten per sector voor 1988 te bepalen (zie Tabel 4.4).

Tabel 4.4 *Energietarieven (exclusief BTW, inclusief REB en andere heffingen)*

| Per sector | Nationale Energie Rekening 1992, CBS | | | Tarieven 1998 | |
|----------------------------|---|---------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | Gas [ct/m ³] | Elektriciteit [ct/kWh] | Kleinverbruik [%] | Gas [ct/m ³] | Elektriciteit [ct/kWh] |
| Totaal, zone a | 48 | | | 51 | |
| Totaal, zone b | 25 | | | 25 | |
| Handel en reparatie auto's | 48 | 15 | 100 | 51 | 21,5 |
| Groothandel | 45 | 15 | 87 | 48 | 21,5 |
| Detailhandel | 48 | 15 | 100 | 51 | 21,5 |
| Horeca | 48 | 15 | 100 | 51 | 21,5 |
| Kantoren bedrijven | 45 | 14 | 88 | 48 | 21,5 |
| Onderwijs | 43 | 14 | 78 | 45 | 21,5 |
| Kantoren overheid | 37 | 14 | 52 | 38 | 21,5 |
| Ziekenhuizen | 25 | 14 | 0 | 25 | 21,5 |
| Verpleeghuizen | 35 | 14 | 43 | 36 | 21,5 |
| Bejaardentehuizen | 47 | 14 | 96 | 50 | 21,5 |
| Sport | 42 | 14 | 74 | 44 | 21,5 |

Door de meerinvestering per m² van energiebesparingsmaatregelen en de opbrengst per m² op elkaar te delen wordt de simpele terugverdientijd berekend. In Tabel 4.5 is dit gebeurd voor de kantoren van bedrijven.

Tabel 4.5 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector bedrijfskantoren*

| Maatregelen | Bruto | Jaarlijkse besparing per m ² | | | Simpele terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten |
|------------------------|---------------------------------------|---|-------------|------|--|------------------|
| | investering [f/m ² BVO] | BVO | | | | |
| | | [m ³ gas] | [kWh elek.] | [f] | | |
| Afstellen ketel | 0,74 | 0,8 | | 0,38 | 2 | Nee |
| Dakisolatie | 1,11 | 1,4 | | 0,67 | 2 | Nee |
| HR-ketel | 8,00 | 2,2 | | 1,07 | 7 | Ja |
| Muurisolatie | 11,55 | 1,9 | | 0,90 | 13 | Ja |
| Dubbele beglazing | 3,26 | 1,1 | | 0,52 | 6 | Ja |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,8 | | 0,40 | 10 | Ja |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 8,6 | 1,84 | 1 | Nee |
| Mechanische koeling | 0,00 | | 2,1 | 0,46 | 0 | Nee |
| Vloerisolatie | 1,27 | 1,4 | | 0,67 | 2 | Nee |
| Spaarlampen | 1,00 | | 4,6 | 0,99 | 1 | Nee |
| Doorstroombegrenzers | 0,10 | 0,3 | | 0,14 | 1 | Nee |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 3,0 | | 1,42 | 6 | Ja |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 2,5 | 0,53 | 40 | Ja |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 2,5 | 0,53 | 48 | Ja |
| HF-voorschakel | 13,59 | | 9,8 | 2,10 | 6 | ja |

Hetzelfde is gedaan voor een aantal andere subsectoren in de Utiliteitsbouw (zie Appendix B). Als maatregelen van installatietechnische aard met een terugverdientijd groter dan 3 jaar en de maatregelen van bouwkundige aard met een terugverdientijd groter dan 5 jaar worden meegenomen als milieumaatregel ontstaat het overzicht zoals in Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Maatregelen die conform de MKM methodiek milieumaatregelen zijn*
(0 = nee, 1 = ja)

| | Groot- handel | Detail- handel | Auto- reparatie | Horeca | Kantoren | Over- heid | Onder- wijs | Gezond- heidszorg | Bejaarden- zorg | Sport |
|---------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------|----------|---------------|----------------|----------------------|--------------------|-------|
| Afstellen ketel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dakisolatie | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| HR-ketel | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Muurisolatie | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Dubbele beglazing | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Leidingisolatie | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Koel- en vriesmaatregelen | 0 | 0 | nvt | 0 | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt |
| Mechanische koeling | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Spaarlampen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Doorstroombegrenzers | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Warmteterugwinning | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Daglichtafh. Regeling | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HF-voorschakel | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

4.4.3 WKK en Duurzame Energie

In de Utiliteitsbouw wordt WKK (warmte/kracht koppeling) toegepast met een vermogen van 60 kW_e tot enkele MW_e. In Tabel 4.7 worden gegevens vermeld voor de meest voorkomende installaties in enkele subsectoren volgens een studie over de WKK-vooruitzichten (van Dril, 1999). Het betreft installaties in beheer van een energiebedrijf in 1998, dus met het destijds geldende systeem van gastprijzen en terugleververgoedingen voor elektriciteit. Hieruit resulteren simpele terugverdientijden zoals vermeld in de laatste regel, deze blijken boven de 3 jaar te liggen.

Tabel 4.7 *Kosten en baten WKK < 2 MW_e in de Utiliteitsbouw per kW_e*

| | | Bejaardenhuis | Ziekenhuis | Kantoor |
|------------------------------|---------------------------|---------------|------------|---------|
| Investering | [f/kW _e] | 1793 | 1169 | 2416 |
| B & O-kosten | [f/kW _e /jaar] | 64 | 62 | 32 |
| Saldo energie-verkoop/inkoop | [f/jaar] | 458 | 395 | 355 |
| Simpele terugverdientijd | | 4,5 | 3,5 | 7,5 |

Geconcludeerd kan worden dat de simpele terugverdientijd conform de milieukostenmethodiek (dus zonder investeringssubsidies) hoger dan 3 jaar is geweest. Rekening houdend met de mogelijke spreiding bij kleinschalig WKK-vermogen mag gesteld worden dat deze optie in het algemeen als milieumaatregel moet worden gezien. Opgemerkt moet worden dat de situatie in de energiemarkt na 1998 zodanig veranderd is dat deze inschatting inmiddels nog sterker geldt. In het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen worden voor de utiliteitsbouw drie duurzame energie-technologieën genoemd: toepassing van zonneboilers, PV en warmtepompen.

De investeringskosten van een zonneboiler in nieuwbouwsituaties bedragen ca. f 1350 per m^2 , inclusief opslagvat, maar exclusief installatiekosten, BTW en subsidies. Wanneer uitgegaan wordt van een gemiddelde jaaropbrengst van $1500 MJ_{th}$ per m^2 voor grote warm tapwatersystemen, dan kan een besparing worden bereikt van $80 m^3$ gas per m^2 zonneboiler oppervlak. De terugverdientijd voor kleinverbruikers ligt dan rond de 30 jaar, voor grootverbruikers is dit langer (Menkveld, 1999).

De investeringskosten van een PV systeem zijn voor grote netgekoppelde systemen ($> 10 m^2$) ca. $15.000 f/kW_p$, dit komt overeen met f 1500 per m^2 . Per m^2 bedraagt de besparing ca. 85 kWh per jaar, hetgeen overeenkomt met een bedrag van f 18 per jaar. Hieruit valt te concluderen dat de terugverdientijden voor deze systemen veel langer zijn dan 25 jaar (Menkveld 1999).

De investeringskosten voor warmtepompen in de utiliteitsbouw bedragen ca. $1000 f/kW_{th}$ (Ybema, 1999). De meerinvestering per bespaarde GJ bedraagt voor kantoren (lage bedrijfstijd 1200 uur per jaar) ca. f 100 (Menkveld, 1998). Met het zone-a tarief voor gas betekent 1 GJ besparing, f 16 opbrengst ($31,6 \times 0,51$). Dat betekent een terugverdientijd van ca. 7 jaar. Gezien de lange terugverdientijden zullen de kosten van toepassing van duurzame energie bij de bepaling van de milieukosten worden meegenomen.

4.5 Penetratie van besparingsmaatregelen en bepaling milieukosten

4.5.1 Nieuwbouw

De milieukosten van de EPN kunnen worden bepaald door het totale aantal m^2 nieuwbouw per jaar te vermenigvuldigen met de meerkosten van de EPN per m^2 . De meerinvesteringen van de voorbeeldgebouwen uit de kosteneffectstudie zijn met behulp van het vloeroppervlak van die voorbeeldgebouwen omgerekend naar kosten per m^2 . De kosten variëren tussen de f 7 en f 44 per m^2 . De gemiddelde meerkosten bedragen ca. f 25 per m^2 . Opvallend is dat de kosten niet zozeer verschillen tussen typen gebouwen, maar afhankelijk zijn van de grootte van een gebouw. Deze kostengegevens zijn gebaseerd op de situatie in 1994/95 ten tijde van de start van de EPN voor gebouwen, welke echter in 1998 nog steeds gelden. Verondersteld mag worden dat intussen beperkte kostendalingen hebben plaatsgevonden. Om deze reden, en vanwege het geringe aantal van 18 voorbeeldgebouwen uit de kosteneffectstudie, wordt hierna voor alle type gebouwen en alle sectoren gerekend met gemiddelde extra (investerings-) kosten van f 25 per m^2 .

Tabel 4.8 geeft de milieukosten van de EPN voor de nieuwbouw in 1998. Het aantal m^2 nieuwbouw is gebaseerd op gegevens uit de Maandstatistiek Bouwnijverheid van het CBS (maart 1999). Onderwijs en gezondheidszorg is exclusief kantoren. Van sportgebouwen, bijeenkomstgebouwen en cellen gebouwen zijn geen gegevens bekend. Voor alle sectoren is uitgegaan van de gemiddelde energiebatan per m^2 uit de kosteneffectstudie, namelijk $2,5 f/m^2$.

Bij de vertaling van investeringen naar jaarlijkse kapitaalskosten is onderscheid gemaakt naar overheidssectoren en bedrijfsleven. Bij bedrijfsleven wordt conform de MKM-methodiek gerekend met een discontovoet van 10%, bij de overheid met 5%.

Opgemerkt moet worden dat de netto kosten slechts betrekking hebben op de nieuwbouw in 1998. Conform de milieukostenmethodiek worden in 1998 ook nog kosten gemaakt voor eerder uitgevoerde maatregelen, waarvan de levensduur nog niet verstreken is. Deze kosten zijn echter niet bepaald. De totale netto kosten zullen dus een veelvoud kunnen zijn van de hier gepresenteerde cijfers.

Tabel 4.8 *Milieukosten EPN-pakket nieuwbouw*

| EPN-pakket voor sector | Nieuwbouw 1998 [1000 m ²] | Investering [mln. f] | Annuititeiten factor | Kapitaal kosten [mln. f/jaar] | Energiebaten [mln. f/jaar] | Netto kosten 1998 [mln. f/jaar] |
|------------------------|--|----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Kantoren bedrijven | 1943 | 49 | 0,12 | 5,7 | 4,9 | 0,9 |
| Kantoren Overheid | 252 | 6 | 0,08 | 0,5 | 0,6 | -0,1 |
| Horeca | 309 | 8 | 0,12 | 0,9 | 0,8 | 0,1 |
| Winkels | 569 | 14 | 0,12 | 1,7 | 1,4 | 0,3 |
| Onderwijs | 732 | 18 | 0,08 | 1,5 | 1,8 | -0,4 |
| Gezondheidszorg | 711 | 18 | 0,08 | 1,4 | 1,8 | -0,4 |
| Totaal | | | | | | 0,4 |

4.5.2 Bestaande bouw

De milieukosten per m² worden bepaald door de jaarlijkse energiebatens per m² af te trekken van de kapitaalkosten per m². De kapitaalkosten zijn gelijk aan de meerinvestering maal een annuïteitenfactor, die afhangt van rentevoet en levensduur van de maatregel. Conform de Milieukostenmethodiek is de rentevoet van bedrijven 10% en van de overheid 5%. Tabel 4.9 laat de milieukosten per m² zien van kantoren (andere sectoren, zie Appendix B).

Tabel 4.9 *Milieukosten per m² in bestaande bouw voor de bedrijfskantoren sector*

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Annuititeiten factor | Kapitaal-kosten [f/m ² /jr] | Energie-baten [f/m ² /jr] | Netto kosten [f/m ² /jr] |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Periodiek afstellen van de ketel | 0,74 | 1,10 | 0,82 | 0,38 | 0,44 |
| Dakisolatie | 1,11 | 0,11 | 0,12 | 0,67 | -0,55 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,13 | 1,05 | 1,07 | -0,01 |
| Muurisolatie | 11,55 | 0,11 | 1,27 | 0,90 | 0,37 |
| Dubbele beglazing | 3,26 | 0,12 | 0,38 | 0,52 | -0,13 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,11 | 0,44 | 0,40 | 0,05 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 1,84 | -1,68 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,46 | -0,46 |
| Vloerisolatie | 1,27 | 0,11 | 0,14 | 0,67 | -0,53 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 0,99 | -0,82 |
| Doorstroombegrenzers | 0,14 | 0,16 | 0,02 | 0,14 | -0,12 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,13 | 1,12 | 1,42 | -0,30 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,16 | 3,42 | 0,53 | 2,89 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,16 | 4,07 | 0,53 | 3,54 |
| HF-voorschakel | 13,59 | 0,16 | 2,21 | 2,10 | 0,11 |

De penetratie van maatregelen in de bestaande bouw kunnen worden bepaald aan de hand van de gegevens uit de EnergieNed enquête over het aantal organisaties die in 1995 een bepaalde maatregel hebben genomen. Verondersteld wordt dat in 1998 hetzelfde percentage van de organisaties een maatregel heeft toegepast. Dit percentage organisaties is rechtstreeks vertaald naar het aantal vierkante meters BVO door aan te nemen dat bijv. 10% van de organisaties ook 10% van het BVO in een sector beslaan. Samen met de milieukosten per m² kunnen dan de totale milieukosten worden berekend. Zie als voorbeeld Tabel 4.10 voor de kantoren sector. Dezelfde tabellen voor de andere sectoren zijn te vinden in Appendix B.

Tabel 4.10 *Totale milieukosten in de bestaande bouw voor de bedrijfskantorensector*

| Maatregelen | Netto kosten [f/m ² /jr] | Penetratie [%] | Aantal m ² BVO [× 1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieu kosten [mln. f/jr] |
|----------------------------------|--|-------------------|--|-----------------------------|------------------------------|
| Periodiek afstellen van de ketel | 0,44 | 53,0 | 13238 | 5,9 | 0,0 |
| Dakisolatie | -0,55 | 5,5 | 1374 | -0,8 | 0,0 |
| HR-ketel | -0,01 | 10,5 | 2623 | 0,0 | 0,0 |
| Muurisolatie | 0,37 | 5,5 | 1374 | 0,5 | 0,5 |
| Dubbele beglazing | -0,13 | 9,0 | 2248 | -0,3 | -0,3 |
| Leidingisolatie | 0,05 | 2,0 | 500 | 0,0 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | -1,68 | 6,0 | 1499 | -2,5 | 0,0 |
| Mechanische koeling | -0,46 | 1,0 | 250 | -0,1 | 0,0 |
| Vloerisolatie | -0,53 | 6,5 | 1624 | -0,9 | 0,0 |
| Spaarlampen | -0,82 | 13,0 | 3247 | -2,7 | 0,0 |
| Doorstroombegrenzers | -0,12 | 3,0 | 749 | -0,1 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | -0,30 | 2,0 | 500 | -0,2 | -0,2 |
| Daglichtafh. Regeling | 2,89 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| Aanwezigheidsdetectie | 3,54 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| HF-voorschakel | 0,11 | 0,1 | 25 | 0,0 | 0,0 |
| Totaal | | | | -1,1 | 0,0 |

Als samenvatting is in Tabel 4.11 de totale netto kosten per maatregel per sector gegeven, en in Tabel 4.12 de totale milieukosten per maatregel per sector.

Tabel 4.11 *Totale netto kosten 1998 per maatregel per sector (mln. f/jaar)*

| Maatregelen | Groothan- del | Detailhan- del | Autorepara- tie | Horeca | Kantoren | Overheid | Onderwijs | Gezondheids- zorg | Bejaardenzorg | Sport |
|------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------|----------|----------|-----------|----------------------|---------------|-------|
| Afstellen ketel | 4,9 | 7,0 | 0,9 | 2,9 | 5,9 | 1,7 | -4,5 | -2,6 | -1,8 | -0,3 |
| Dakisolatie | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | -0,8 | -0,5 | -0,4 | -1,5 | -1,1 | 0,0 |
| HR-ketel | -1,3 | 0,0 | -0,1 | -6,9 | 0,0 | -0,8 | -0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,0 |
| Muurisolatie | 0,9 | 2,0 | 0,6 | 1,8 | 0,5 | -0,3 | 0,9 | 0,1 | 0,3 | 0,2 |
| Dubbele beglazing | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | -0,3 | -0,4 | 0,2 | -0,2 | 0,0 | 0,1 |
| Leidingisolatie | -0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | -0,6 | -2,1 | -0,5 | -0,1 | -2,5 | -0,9 | -0,6 | -3,6 | -0,7 | -0,1 |
| Koel-/vriesmaatregelen | -0,1 | -0,1 | 0,0 | -0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Mechanische koeling | -0,4 | -0,3 | -0,1 | -1,3 | -0,1 | 0,0 | -0,1 | -0,4 | -0,1 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -0,9 | -0,5 | -0,2 | -0,6 | -0,4 | 0,0 |
| Spaarlampen | -2,5 | -8,9 | -2,0 | -9,1 | -2,7 | -1,0 | 0,0 | -1,0 | 0,2 | -0,1 |
| Doorstroombegrenzers | -0,1 | -0,1 | 0,0 | -1,4 | -0,1 | 0,0 | -0,1 | -1,0 | -0,9 | -0,1 |
| Warmteterugwinning | -0,5 | -0,1 | -0,1 | -0,3 | -0,2 | -0,2 | -0,3 | -0,2 | 0,0 | 0,0 |
| Daglichtafh. Regeling | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 0,1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 0,3 | 0,7 | 0,2 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,1 |
| HF-voorschakel app. | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 1,2 | 4,2 | 0,1 |
| Totaal | 0,7 | -0,9 | -0,6 | -12,6 | -1,1 | -3,1 | -2,3 | -8,0 | 1,8 | -0,2 |

Tabel 4.12 *Totale milieukosten 1998 per maatregel per sector (mln. f/jaar)*

| Maatregelen | Groothandel | Detailhandel | Autoreparatie | Horeca | Kantoren | Overheid | Onderwijs | Gezondheidszorg | Bejaardenzorg | Sport |
|------------------------|-------------|--------------|---------------|--------|----------|----------|-----------|-----------------|---------------|-------|
| Afstellen ketel | | | | | | | | | | |
| Dakisolatie | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | | | | | | 0,0 |
| HR-ketel | | 0,0 | -0,1 | | 0,0 | -0,8 | -0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,0 |
| Muurisolatie | 0,9 | 2,0 | 0,6 | 1,8 | 0,5 | -0,3 | 0,9 | 0,1 | 0,3 | 0,2 |
| Dubbele beglazing | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | -0,3 | | 0,2 | -0,2 | 0,0 | 0,1 |
| Leidingisolatie | -0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | | | | -0,1 | | | | | -0,7 | |
| Koel/vriesmaatregelen | | | | | | | | | | |
| Mechanische koeling | | | | | | | | | | |
| Vloerisolatie | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | 0,0 |
| Spaarlampen | | | | | | | 0,0 | -1,0 | 0,2 | -0,1 |
| Doorstroombegrenzers | | | | | | | | | | |
| Warmteterugwinning | | -0,1 | -0,1 | -0,3 | -0,2 | -0,2 | -0,3 | -0,2 | 0,0 | 0,0 |
| Daglichtafh. Regeling | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,7 | | | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 0,1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 0,3 | 0,7 | 0,2 | 1,2 | | | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,1 |
| HF-voorschakel | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 1,2 | 4,2 | 0,1 |
| Totaal | 1,2 | 3,6 | 1,0 | 3,9 | 3,2 | -1,3 | 3,6 | 1,7 | 6,1 | 0,4 |

4.5.3 WKK en Duurzame energie volgens EIA en EINP

Om inzicht te krijgen in de penetratie van WKK en duurzame energie in de utiliteitsbouw zijn Sentergegevens over de aanvragen in het kader van de EIA en de EINP regeling geanalyseerd. Tabel 4.13 geeft een overzicht van de aanvragen voor WKK-installaties. Voor 82 WKK-installaties ter waarde van f 111 mln. zijn deze fiscale faciliteiten aangevraagd. Opvallend is dat 68 van de 82 installaties en zelfs 97% van de investeringen in WKK plaats vindt in de financiële dienstverlening (SBI code 65). Waarschijnlijk is een deel van deze installaties niet in de sector zelf geïnstalleerd, maar via een leaseconstructie bij andere sectoren terecht gekomen (bijvoorbeeld in de industrie).

Tabel 4.13 *Aanvragen 1998 EIA en EINP regelingen m.b.t. WKK-installaties*

| Code | Omschrijving | SBI | Sector | Aantal | Bedrag [kf] | Gemiddeld [kf] | [%] | |
|--------|---------------------------------------|--------|--------------------------------|----------------------|----------------|-------------------|-----|----|
| 131001 | 60 kW _e -2 MW _e | 51 | Groothandel | 1 | 319 | 319 | 0 | |
| | | | 55 | Horeca | 2 | 534 | 267 | 0 |
| | | 8511 | Intramurale gezondheidszorg | 3 | 2067 | 689 | 2 | |
| | | | 92 | Cultuur/sport/recre. | 1 | 267 | 267 | 0 |
| | | | 93 | Ov.diensten | 3 | 743 | 248 | 1 |
| | | 231003 | WKK, < 60 kW _e | 74 | Ov.zakelijke | 1 | 26 | 26 |
| 92 | Cultuur/sport/recre. | | | | 1 | 55 | 55 | 0 |
| 55 | Horeca | | | 2 | 53 | 26 | 0 | |
| | Subtotaal | | | 14 | 4.064 | | 3 | |
| 131001 | 60 kW _e -2 MW _e | 65 | Financieel | 67 | 79.456 | 1186 | 72 | |
| 231002 | > 2 MW _e | 65 | Financieel | 1 | 27.600 | 27600 | 25 | |
| | Totaal WKK | | | 82 | 111.119 | | 100 | |

In Tabel 4.14 zijn de milieukosten bepaald. Voor de energiebatens is gebruik gemaakt van energiebesparingsgetallen van Senter, in m³ primair per gulden investering (Senter, 1999). Deze energiebatens hebben betrekking op primaire brandstof, als energietarief is daarom voor alle sectoren het zone b-tarief genomen. De resulterende milieukosten vormen een ondergrens omdat de (niet bekende) bedienings- en onderhoudskosten niet zijn meegenomen. Het negatieve saldo is in overeenstemming met de resultaten uit de studie over de toekomst van WKK bij de hier gehanteerde annuïteit voor bepaling van de jaarlijkse kapitaalskosten (zie Tabel 4.7).

Tabel 4.14 *Milieukosten 1998 door toepassing van WKK in de Utiliteitsbouw*

| Sector | Investering [f 1000] | Annuï- teiten factor | Kapitaal- lasten/jaar [mln. f] | Energiebatens/jaar | | | Milieukosten [mln. f/jr] |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|----------|-----------------------------|
| | | | | [m ³ /f] | [1000 m ³] | [mln. f] | |
| Groothandel | 319 | 0,13 | 0,0 | 0,786 | 251 | 0,1 | -0,0 |
| Horeca | 534 | 0,13 | 0,1 | 0,786 | 420 | 0,1 | -0,0 |
| Intramurale Gezondheidszorg | 2067 | 0,10 | 0,2 | 0,786 | 1.625 | 0,4 | -0,2 |
| Cultuur/sport en recreatie | 267 | 0,10 | 0,0 | 0,786 | 210 | 0,1 | -0,0 |
| Ov.diensten | 743 | 0,13 | 0,1 | 0,786 | 584 | 0,1 | -0,0 |
| Ov.zakelijke | 26 | 0,13 | 0,0 | 1,062 | 28 | 0,0 | -0,0 |
| Cultuur/sport en recreatie | 55 | 0,10 | 0,0 | 1,062 | 58 | 0,0 | -0,0 |
| Horeca | 53 | 0,13 | 0,0 | 1,062 | 56 | 0,0 | -0,0 |
| Subtotaal | 4064 | | 0,4 | 0,795 | 3.231 | 0,7 | -0,3 |
| Financ. < 2MW _e | 79456 | 0,13 | 10,4 | 0,786 | 62.452 | 15,5 | -5,0 |
| Financ. >2 MW _e | 27600 | 0,13 | 3,6 | 0,510 | 14.076 | 3,5 | 0,1 |
| Totaal | 111119 | | 14,5 | 0,718 | 79.759 | 19,7 | -5,2 |

Tabel 4.15 geeft een overzicht van de aanvragen in het kader van de EIA en EINP regeling die betrekking hebben op duurzame energie. Hierbij is geen onderscheid gemaakt naar sectoren omdat het aantal aanvragen per technologie relatief klein is. Wel moet worden opgemerkt dat bijstook van biomassa en 9 van de 11 windturbines door financiële instellingen is aangemeld. Uiteindelijk betreft dat ca. 70% van de investeringen. Hierbij is zeker dat het leaseconstructies betreft, aangezien deze technologie niet in de sector zelf kan worden toegepast.

Tabel 4.15 *Aanvragen 1998 EIA en EINP regelingen m.b.t. duurzame energie*

| Code | Omschrijving | Aantal | Investering [mln. f] | Gemiddeld be- drag [kf] | Aandeel in budget [%] |
|------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Zon | | | | | |
| 150101 | Zonnecollectorsysteem | 224 | 3,2 | 14 | 1 |
| 150501 | Daglichtsysteem | 51 | 0,3 | 4,9 | 0 |
| 151102 | PV-systeem | 25 | 4,3 | 170 | 2 |
| Wind | | | | | |
| 151103 | Windturbine | 11 | 96,4 | 8.767 | 40 |
| Biomassa | | | | | |
| 150103 | Biogas/aardgasbrander | 2 | 0,0 | 13 | 0 |
| 150104 | Biomassavoorbewerkingsinstallatie | 1 | 0,1 | 61 | 0 |
| 151104 | Biomassavergassingsinstallatie | 1 | 1,8 | 1.824 | 1 |
| 151105 | Bijstook biomassa | 1 | 85,0 | 85.000 | 35 |
| 151106 | Biomassaverbrandingsinstallatie | 2 | 0,3 | 167 | 0 |
| 151107 | Stortgaswinningsinstallatie | 2 | 1,7 | 825 | 1 |
| 151109 | Biogasbenuttingsinstallatie | 3 | 1,0 | 342 | 0 |
| 151110 | Anaerobe vergistingsinstallatie | 3 | 26,8 | 8.931 | 11 |
| Omgevingswarmte | | | | | |
| 150102 | Aardwarmtewinningssysteem | 2 | 0,0 | 12 | 0 |
| 151101 | Warmtepomp | 72 | 14,3 | 198 | 6 |
| 151201 | Opslag in aquifers | 11 | 4,6 | 416 | 2 |
| 151202 | Grondwarmtewisselaar | 4 | 0,1 | 22 | 0 |
| Totaal | | 415 | 239,8 | 578 | |

Tabel 4.16 geeft een schatting voor de milieukosten in 1998 door toepassing van duurzame energie technologie. Voor de energiebatan is gebruik gemaakt van de gemiddelde energiebesparing per geïnvesteerde gulden uit de Energiemonitoring van Senter van de EIA 1997 (Senter, 1999). Ter vergelijking is ook vermeld wat de milieukosten zijn als biomassa en windturbines buiten beschouwing blijven en alleen benutting van zonne-energie en omgevingswarmte in utiliteitsgebouwen zelf wordt meegenomen.

Tabel 4.16 *Milieukosten 1998 door toepassing van duurzame energie*

| | Investering [mln. f] | Ann. factor | Kapitaal Lasten [mln. f/jr] | [m ³ /f/jr] | Energiebatan [mln. m ³ /jr] | [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|------------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------|---|-------------|-----------------------------|
| Totaal duurzame energie | 239,8 | 0,13 | 31,5 | 0,372 | 89,2 | 22,3 | 9,2 |
| Exclusief biomassa en windturbines | 26,6 | 0,13 | 3,5 | 0,372 | 9,9 | 2,5 | 1,0 |

4.6 Knelpunten, witte vlekken en onzekerheid

In de Utiliteitsbouw zijn weinig gegevens bekend over de penetratie van energiebesparingsmaatregelen. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een enquête van EnergieNed, die eenmalig is gepubliceerd voor 1995. Deze enquête is uitgevoerd om te zien in welke mate de geformuleerde doelstellingen in het kader van het MAP II zijn gerealiseerd en waar nog specifieke acties nodig zijn. In dit onderzoek zijn de penetratiecijfers voor de toepassing van besparingsmaatregelen in 1995 gebruikt voor de situatie in 1998. Dit leidt tot enige onzekerheid in de milieukostencijfers. De hier berekende milieukosten voor 1998 geven wel een goede indruk van de grootteorde van de milieukosten per sector. Uit nadere informatie is gebleken dat de enquête in latere jaren herhaald is, maar dat de resultaten niet openbaar zijn gemaakt (zie Hoofdstuk 7).

Aan de enquête van EnergieNed hebben ca. 6000 bedrijven meegewerkt. Daarbij zitten ook bedrijven die in 1995 gevestigd zijn in een nieuw bedrijfsgebouw. Dit betekent dat gegevens niet alleen betrekking hebben op de bestaande bouw, maar ook op nieuwbouw en dus mogelijk enige overlap met de milieukosten van de EPN-pakketten in de nieuwbouw bestaat. In de enquête is ook gekeken naar de relatie tussen de penetratie van besparingsmaatregelen en een aantal 'achtergrondkenmerken' van bedrijven, waaronder de ouderdom van het bedrijfsgebouw. Daaruit blijkt dat bedrijven in een nieuw bedrijfsgebouw meer energiebesparende maatregelen hebben toegepast dan bedrijven in oudere bedrijfsgebouwen. In het rapport is niet vermeld welk deel van de respondenten in een nieuw bedrijfsgebouw is gehuisvest. Met een levensduur van gebouwen van 40 tot 60 jaar en een groei van het BVO van ca. 1% per jaar zal het aandeel nieuwbouw op het totale gebouwen bestand in een bepaald jaar niet meer zijn dan een paar procent.

De gegevens over meldingen in het kader van de EIA en EINP regelingen zouden ook gebruikt kunnen worden om de penetratie van energiebesparingsmaatregelen te bepalen. Daarbij moet het volgende worden opgemerkt:

- Bij de meldingen in het kader van EIA en EINP wordt nu alleen de SBI-code genoteerd van de aanvrager. Om fiscale faciliteiten te benutten worden in de praktijk vaak leaseconstructies opgezet. Daaruit kan het grote aantal aanvragen met een relatief hoog investeringsbedrag van de sector financiële dienstverlening worden verklaard. Dat het een leaseconstructie betreft is duidelijk wanneer het om maatregelen gaat als windturbines en bijstook van biomassa in elektriciteitsopwekking. Bij andere energiebesparingsmaatregelen of duurzame energietoepassingen is dat niet direct duidelijk. Naast de SBI-code van de aanvrager zou ook de SBI-code van de sector waarin de maatregel wordt toegepast moeten worden vermeld.
- Het investeringsbedrag hoeft niet gelijk te zijn aan de feitelijke investering in besparing, er kunnen ook allerlei implementatiekosten in zitten, zoals bijv. een (verplichte) accountantverklaring.
- Volgens Senter is de opgave van het aantal maatregelen in de meldingen niet altijd even betrouwbaar. Dat blijkt ook uit vergelijking van de aantallen en de bedragen in het overzicht.
- In de meldingen wordt geen onderscheid gemaakt naar nieuwbouw en bestaande bouw. In de Energielijst 1998 staat: 'de specifiek aangewezen bedrijfsmiddelen (zoals een HR-ketel) betreffen zowel bestaande bouwwerken, processen en transportmiddelen als nieuwe bouwwerken, processen en transportmiddelen.'
- Belangrijkste beperking is de dekkingsgraad van de gegevens. Ook bij Senter bestaat de indruk dat niet voor alle in aanmerking komende investeringen in besparingsmaatregelen EIA wordt aangevraagd, zelfs niet als dit in MJA-verband (met Novem-begeleiding) gebeurt.

Uit de EIA/EINP gegevens is de penetratiegraad van besparingsmaatregelen bepaald door de investeringsbedragen om te rekenen naar m² BVO met de specifieke investering, en het aantal m² BVO te delen door het totale BVO in de sector. Tabel 4.17 geeft als voorbeeld de intramurale gezondheidszorg. Andere sectoren geven hetzelfde beeld. De penetratiegraad van maatregelen op basis van de EnergieNed enquête is veel hoger dan op basis van de gegevens van de EIA en EINP regelingen blijkt. Een oorzaak is de beperkte dekking van de EIA/EINP gegevens.

Tabel 4.17 *Vergelijking penetratiecijfers verschillende bronnen voor de sector intramurale gezondheidszorg (SBI: 8511)*

| Maatregel | Gegevens uit EIA/EINP regelingen 1998 | | | | EnergieNed 1995 |
|--|---------------------------------------|--|--|-----------------------------|------------------------|
| | Investering [k f] | Specifieke investering [f/m^2] | BVO waar maatregel toegepast [1000 m ²] | Penetratie- graad [%] | Penetratiegraad [%] |
| HR-ketel | 2710 | 8,0 | 339 | 2,9 | 14 |
| Isolatie | 3633 | 5,0 | 732 | 6,3 | 18 |
| Warmteterugwinning | 761 | 8,5 | 89 | 0,8 | 6 |
| Energie-efficiënt verlichtingssysteem | 1126 | 1,0 | 1126 | 9,7 | 30 |
| Verlichtings-/ besparingssysteem | 17 | 21,0 | 0,8 | 0,0 | 3 |
| Totaal BVO | | | 11600 | | |

5. PRODUCTIEBEDRIJVEN

Bij de productiebedrijven worden onderscheiden:

- industrie
- land- en tuinbouw
- bouwnijverheid.

Voor deze sectoren is geen kwantitatieve analyse van de milieukosten uitgevoerd, dit in tegenstelling tot de hiervoor behandelde sectoren huishoudens en diensten/utiliteitsbouw. Bij de belangrijkste sector, de industrie, is reeds jaren sprake van een centrale rol van het CBS bij het verzamelen en bepalen van kosten van milieumaatregelen. Het werk van ECN bestaat hier uit het, samen met CBS, ontwikkelen van een aanpak om, via een aangepaste enquête gegevens over besparingsmaatregelen te verzamelen en te verwerken.

Wat betreft het bepalen van de milieukosten voor de land- en tuinbouw is nagegaan welke gegevens bij het Landbouw Economisch Instituut beschikbaar zijn en hoe hieruit de milieukosten kunnen worden bepaald. Het hoofdstuk eindigt met een zeer globale analyse t.a.v. het (beperkte) belang van de bouwsector vanuit milieukosten beschouwd.

5.1 Industrie

5.1.1 Inleiding

Zoals eerder geschetst dient deze studie twee doeleinden:

- Het opzetten van een structuur voor het bepalen van de milieukosten van geselecteerde besparingsmaatregelen.
- Het verkennen van de mogelijkheid om dit uit te breiden tot een overzicht van kosten en baten van alle besparingsmaatregelen.

Beide onderwerpen komen aan bod in navolgende analyse van een mogelijke aanpak. Het CBS benut deze informatie voor het vanaf 1999 bepalen van de milieukosten van besparingsmaatregelen bij bedrijven. Wat betreft het tweede doel, een totaal overzicht van kosten en baten van alle besparingsmaatregelen in de industrie, is nog onduidelijk of dit zal plaatsvinden.

Momenteel worden de kosten van 'echte' milieumaatregelen reeds verzameld via de CBS-enquête milieu-uitgaven. Navolgend stuk schetst een mogelijke aanpak bij het uitbreiden van de milieukostenenquête naar het gebied van energiebesparingsmaatregelen. Hoofddoel van de aanpassing bij de milieukostenenquête is inzicht te verschaffen in de kosten en baten van energiebesparingsmaatregelen, welke gelden als een milieumaatregel. Om dit laatste te bepalen is het veelal nodig om eerst alle maatregelen te beschouwen en dan een selectie uit te voeren. Om deze selectie te doen moeten in beginsel de gegevens van alle besparingsmaatregelen, al of niet een milieumaatregel, bekend zijn bij diegene die de selectie doet. Er is dus sprake van een zekere synergie tussen het bepalen van de milieukosten van geselecteerde besparingsmaatregelen en het bepalen van de kosten en baten van alle besparingsmaatregelen.

Een verdergaand doel is het inzicht verschaffen in het verband tussen de kosten van energiebesparende maatregelen en het energie- en milieubeleid. Dit vereist dat per energiebesparende maatregel wordt vastgelegd wat het type techniek is, de jaarlijkse besparing, het kostenplaatje en de beleidsachtergrond. Deze gegevens dienen ook met de overige bedrijfsgegevens in verband gebracht te kunnen worden. Op deze wijze is bijvoorbeeld af te leiden welke doelgroep het betreft, en welk aandeel milieukosten in de totale bedrijfskosten heeft. Vooralsnog is dit doel hier buiten beschouwing gebleven.

5.1.2 Huidige milieukostenenquête

In de huidige enquête wordt jaarlijks gevraagd naar de investeringen in maatregelen ter beperking van de milieubelasting. Een jaar later wordt eenmalig gevraagd naar de bijbehorende operationele kosten.

In de enquête wordt een onderscheid gemaakt tussen toegevoegde en procesgeïntegreerde voorzieningen. Voor de berekening van de milieu-uitgaven is dit onderscheid van belang. Dit onderscheid is soms ook terug te vinden in de MJA-monitoring, en is van belang voor studies op het gebied van besparing. Voorts wordt van voorzieningen kostenopgave gevraagd van een bouwkundig en een machine-/apparatengedeelte.

Onderscheid tussen product- en procesmaatregelen wordt nu alleen gemaakt voor zover het de kosten van milieuonderzoek betreft. Dit onderscheid sluit aan op de nieuwe thema's (indirecte besparingsmaatregelen, zie Paragraaf 5.1.5). Voor het overige is de vraagstelling alleen gericht op voorzieningen ter beperking van procesemissies (verontreiniging tijdens het productieproces).

In de huidige enquête lijkt energiebesparing voor een belangrijk deel reeds verwerkt. Bij de voorbeelden van milieuvoorzieningen is onder andere bij luchtverontreiniging opgenomen: 'maatregelen ter beperking van CO₂-uitstoot'. Aangezien verbruikte energie grotendeels van fossiele herkomst is, zouden onder deze noemer ook *alle energiebesparende maatregelen* kunnen vallen. In de praktijk blijkt dit echter niet het geval, incidenteel en spontaan melden de berichtgevers onder dit hoofd dat ze besparingsmaatregelen hebben genomen, hier wordt tot dusverre echter niets mee gedaan.

5.1.3 Indeling besparingsmaatregelen

Een bepaalde mate van detaillering in de vraagstelling is gewenst om de kosten in verband te kunnen brengen met de bijbehorende besparing, en om te bepalen of het een milieumaatregel betreft of niet.

Onderscheid in beleid en doelgroep

Besparingsmaatregelen, welke afgedwongen worden door het overheidsbeleid, worden in beginsel gezien als milieumaatregelen. Het belangrijkste specifieke energiebesparingsbeleid voor de industrie is het sectorbeleid, in de vorm van MJA's en Benchmarking. Daarbij wordt een energie-efficiëncydoel afgesproken, d.w.z. een bepaald energiegebruik per eenheid product. Daarnaast is er beleid gericht op kleinere bedrijven, welke veelal geen MJA's hebben afgesloten. Alle bedrijven (ook de energie-intensieve) die niet meedoen aan MJA's of niet voldoen aan de MJA-doelen worden geconfronteerd met milieuregelgeving.

Het energiebesparingsbeleid in de industrie is formeel ingebed in het milieubeleid via de milieuvergunning. Via de milieuvergunning kunnen alle inrichtingen (bedrijfsvestigingen) te maken krijgen met regulering betreffende energiebesparing. Dit kan gebeuren via milieumaatregelen, getroffen ten behoeve van andere milieuthema's, welke direct of indirect invloed hebben op het energieverbruik. Het kan ook via bouwvoorschriften die vaak een belangrijke invloed hebben op het energieverbruik. Het betreft bijvoorbeeld hergebruik van restemissies respectievelijk het isoleren van procesinstallaties.

Voor zover milieumaatregelen en bouwvoorschriften energiebesparende effecten hebben, zal men de kosten van deze maatregelen ook ten dele te beschouwen als milieukosten van energiebesparing.

Een omgekeerde relatie tussen milieu en besparing is ook mogelijk, dit betreft extra energie(kosten) ten behoeve van milieuvoorzieningen, bijvoorbeeld beluchters bij de waterzuivering, ventilatie van fabriekshallen, NO_x-reductie in rookgassen of verwerking van afvalstromen. In deze gevallen is er geen directe relatie met het energiebesparingsbeleid.

Onderscheid in technologie

Er is een grote veelvormigheid aan milieumaatregelen in de industrie, die ook zichtbaar is in de milieukostenenquête. Er wordt namelijk opgave gevraagd van afzonderlijke milieuvoorzieningen. Wat besparingsmaatregelen betreft zou een zelfde aanpak gekozen kunnen worden. In de praktijk zal dit echter op problemen stuiten van een duidelijke categorisering. Voor vormen van duurzame energie bestaat vaak apart beleid en aparte monitoring. Voor wat betreft milieukosten is duurzame energieopwekking dus een relevante te onderscheiden categorie.

Onderscheid naar energiedrager

Naast de uitgespaarde energiekosten is het van belang om de bijhorende energiebesparing in fysieke hoeveelheden te enquêteren. Volgens de milieukostenmethodiek moeten de baten namelijk voor ieder jaar van de levensduur van de maatregel opnieuw bepaald worden met de dan geldende energieprijzen.

Verder wordt energiebesparing in toenemende mate gekoppeld aan reductie van de CO₂-emissie. In dat geval is de aard van de energiedrager van belang. Bijvoorbeeld besparing van elektriciteit leidt meestal niet tot emissiereductie bij de elektriciteitsverbruiker, maar bij de producent van elektriciteit. Verder is bij brandstoffen de CO₂-emissie per joule niet gelijk. Het onderscheid naar energiedrager is in overeenstemming met de behandeling in de productiestatistieken.

Onderscheid naar toepassing

Naast energetische toepassingen van energiedragers is er ook nog non-energetisch verbruik. In de MJA's wordt non-energetisch verbruik niet beschouwd, vaak met als argument dat op grondstofverbruik niet bespaard kan worden. Mogelijk gaat dit in de nieuwe generatie MJA's veranderen. Bezien vanuit (vermindering van) het milieubelastende karakter van non-energetisch verbruik is er geen reden om maatregelen op dit vlak buiten de milieukostenaanpak te houden. Mogelijk is het rendement van deze extra vraagstelling klein. Een andere reden om dit verbruik apart te houden is de soms wel en soms niet optredende CO₂-emissie.

5.1.4 Bruikbaarheid andere bronnen/monitoring

Een alternatief voor gegevensverzameling via een uitgebreidere CBS-enquête zou kunnen zijn het benutten van reeds bestaande andere bronnen.

MJA- en benchmark monitoring

In het kader van het MJA-beleid is een uitgebreid monitoringsysteem opgezet per sector en bij de Novem, hetzelfde zal gebeuren bij het na 2000 toe te passen benchmarkinginstrument. Bij de MJA-monitoring ligt de nadruk op de bereikte besparing en niet op de kosten. De deelnemende bedrijven hebben gewoonlijk een besparingsplan opgesteld, waarin de kosten wel zijn meegenomen. Een voorwaarde voor eventuele benutting van gegevens door CBS is dat de MJA- of benchmarkdoelgroep gekoppeld kan worden aan de SBI-indeling van de berichtgevers aan het CBS. Nauwkeuriger informatie komt beschikbaar indien individuele participanten in conventanten direct gekoppeld kunnen worden aan de bedrijfsidentificatie van CBS. Hiertoe zou een jaarlijkse koppeling tussen de Novem- en CBS- bedrijvenlijst moeten plaatsvinden.

Milieu- of bouwvergunning

Energie-intensieve bedrijven die niet meedoen aan MJA's of niet voldoen aan MJA-doelen worden geconfronteerd met regelgeving via de vergunning wet milieubeheer. Ook hier worden de (verplicht) genomen maatregelen vastgelegd in enigerlei vorm. Vanwege de eisen in de vergunning t.a.v. een bepaalde terugverdientijd zal er ook kosteninformatie beschikbaar zijn. Echter, gezien de niet gestructureerde opslag van de gegevens bij gemeenten en provincies vormen de verleende vergunningen nauwelijks een bruikbare bron voor gegevens t.a.v. besparingsmaatregelen. Hetzelfde geldt ten aanzien van maatregelen genomen in het kader van bouwvergunningen.

Monitoring specifieke technieken

In het verleden is beleid voor afzonderlijke energietechnieken opgezet, onder andere voor warmtekrachtkoppeling en warmtepompen. Hierbij vindt vaak monitoring plaats. Voor WKK gebeurt dit reeds beperkt bij CBS en zal dit uitgebreider plaatsvinden door Novem. In het kader van het nieuwe MJA-beleid zal ook aandacht besteed worden aan duurzame energiebronnen, hiervoor zal aparte monitoring plaats vinden. Voor een eventuele benutting is nadere afstemming met de milieukostenenquête gewenst.

Algemene stimuleringsregelingen

Bedrijven kunnen voor energiebesparende investeringen aanspraak maken op een Energie Investeringsaftrek (EIA, uitgevoerd door SENTER) en een Vervroegde of willekeurige Aftrek van MILieu-investeringen (VAMIL, uitgevoerd door VROM). Vanuit het milieubeleid wordt ook financieringssteun verleend via het CO₂-reductieplan. Het benutten van deze gegevens vergt het leggen van koppelingen op sector- of bedrijfsniveau tussen CBS-bestanden en die van de uitvoerders van deze financiële regelingen. Het is echter de vraag of de huidige aanvraagformulieren voldoende informatie opleveren voor de milieukostenenquête (zie ook Paragraaf 4.2).

Demonstratieprojecten

Tot slot is er energiebeleid gericht op onderzoek, technologieontwikkeling en demonstratie. Hierbij wordt voor specifieke projecten financiële steun verleend, veelal uitgevoerd door Novem. Via koppeling op bedrijfsniveau met de milieukostenenquête kunnen de gegevens benut worden. Het betreft echter slechts een zeer beperkt deel van alle besparingsmaatregelen in de industrie.

5.1.5 Indirecte besparingsmaatregelen

In de huidige milieukostenmethode wordt onderscheid gemaakt tussen product- en procesmaatregelen, voor zover het kosten van milieuonderzoek betreft. De procesmaatregelen sluiten aan bij besparingsmaatregelen in het eigen bedrijf. De productmaatregelen sluiten aan bij de nieuwe thema's in de MJA's: productefficiency, ketenbeheer en samenwerking op bedrijventerreinen en logistieke maatregelen.

Dit zijn de z.g. indirecte besparingsmaatregelen, waarbij de volgende technologiegroepen kunnen worden onderscheiden:

- energie-efficiënt materiaalgebruik (materiaalbesparing, recycling, substitutie, hoogwaardiger materiaal),
- energiezuinig productontwerp (lichtere voertuigen, zuinige elektrische apparaten),
- verbetering logistieke efficiency,
- restwarmte/restbrandstoffen/restmaterialen benutting door andere bedrijven.

Productefficiency, ketenbeheer, logistiek en industriële samenwerking hebben als eigenschap dat beperking van het energieverbruik niet plaatsvindt op het bedrijf dat de voorziening treft, maar elders in de keten bij andere doelgroepen. Het relateren van milieukosten aan de besparing bij de doelgroep die de uitgaven doet kan derhalve een verkeerd beeld geven van milieuefficiëntie (energiebesparing per gulden milieukosten). Hier is het derhalve relevant om te weten bij welke doelgroep de besparing plaatsvindt. Er is nog geen ervaring met energiemonitoring van besparing ingevolge deze nieuwe thema's, maar dit zal in de toekomst de nodige aandacht moeten krijgen.

5.1.6 Kanttekeningen bij de milieukostenmethodiek

Met name bij de bedrijven, waar besparingsmaatregelen vervlochten zijn met andere aanpassingen in de bedrijfsprocessen, is het noodzakelijk de toepassing van de milieukostenmethodiek nader te beschouwen, en suggesties te doen betreffende interpretatie en wijze van enquêtering

Milieumotief bij doelregulering

Als een maatregel door regulering wordt opgelegd, aangenomen dat het primaire motief van de maatregel ligt bij het milieu. Bij energiebesparing is echter veelal sprake van *doelregulering* (bijv. MJA's benchmarking) of generieke bouwregulering (energie prestatiecoëfficiënt). Het gaat dus niet om specifieke maatregelen die worden opgelegd. Daarnaast blijkt dat minstens een deel van deze maatregelen redelijk tot zeer rendabel is, m.a.w. deze maatregelen worden mogelijk mede genomen vanuit economische overwegingen. Verder zijn bouwkundige maatregelen inmiddels zo 'state of the art' dat ook hier geen sprake meer is van milieumaatregelen. Het is dus vaak de vraag of maatregelen in het kader van doelregulering per definitie milieumaatregelen zijn. Uiteindelijk is besloten dat dit in het algemeen niet het geval is (zie ook discussie in Paragraaf 7.3).

Bouwvoorschriften als door overheid opgelegde maatregelen passen binnen de hier gehanteerde omschrijving. Lang niet al deze maatregelen zijn rendabel bij de huidige energieprijsniveaus. Het is in het algemeen nog mogelijk bouwkundige energiebesparende maatregelen achterwege te laten: enkel glas toepassen, spouwen niet vullen met isolatiemateriaal, vloeren en daken niet isoleren. Het isoleren is echter al ruim 25 jaar min of meer verplicht c.q. gebruikelijk in woningen en utiliteitsbouw. De combinatie 'niet rendabel' en 'door overheid opgelegd' betekent dat een deel van de volstrekt gangbare bouwpraktijk als milieumaatregel wordt geboekt. Bij vervanging van bestaande, reeds geïsoleerde gebouwen of bouwdelen is sprake van verjaring van de status van milieumaatregel. Het is echter vaak eenvoudig te beargumenteren dat een nieuw toe te passen isolatiemaatregel weer beter is dan de 20 jaar geleden getroffen maatregel. Hier dienen nadere richtlijnen voor uitgewerkt te worden.

Gemengde motieven

Gemengde motieven komen veelvuldig voor bij energiebesparende maatregelen. Toerekening zal moeten geschieden door de berichtgever. Dit kan met i) een marginale benadering, door de meerkosten van de investering ten opzichte van een beschikbaar goedkoper alternatief aan te geven of met ii) een arbitraire toewijzing van een deel van de kosten naar het milieudoel, op basis van vergelijkbare gegevens van elders.

Relatie energiebesparing/milieudoel.

Bij energiebesparing op de vestiging van de berichtgever gaat het om vermindering van de energie-inputs. Vanwege de koppeling aan milieudoelen (met name CO₂-reductie) zou energieverbruik uit duurzame bronnen ook als milieumaatregel beschouwd kunnen worden. Het is gewenst de kosten hiervan apart bij te houden. Besparing op non-energetisch verbruik, voor zover mogelijk, dient in het algemeen het milieudoel van CO₂-reductie. Daarnaast is er een aantal CO₂- of broeikasgasreductiemaatregelen mogelijk die geen betrekking hebben op energiebesparing of duurzame energie.

Onderscheid toegevoegde en procesgeïntegreerde milieuvorzieningen

Dit onderscheid komt globaal overeen met dat tussen afvangen van emissies (end-of-pipe) en preventie van emissies (integrated). Ook het aspect van 'beïnvloeden van het productieproces' en de kostentoe rekening spelen echter een rol. Er kunnen een aantal kanttekeningen geplaatst worden.

- In relatie tot emissies is energiebesparing strikt genomen altijd integrated, verbrandingsemissies en uitputting van hulpbronnen wordt vermeden.
- Niettemin kunnen energiebesparende maatregelen een 'toegevoegd' karakter hebben, bijvoorbeeld een voorziening voor winning van restwarmte of restgassen of een isolatievoorziening. Toegevoegde energiebesparende voorzieningen zijn bijvoorbeeld ook een geavanceerder besturing van een energie-intensief proces, voorzieningen voor 'good housekeeping', het bevorderen van een energiezuinige mentaliteit en het treffen van relatief kleine voorzieningen (sensoren, schakelaars, kleppen, regelaars, bouwkundige voorzieningen) waardoor verspilling vermeden wordt. Dit type voorzieningen wordt dan ook aangemerkt als 'toegevoegd' in de zin van de enquête.
- Voorts kan bij nieuw te bouwen installaties een voorziening zoals warmteterugwinning vaak worden 'toegevoegd' terwijl bij een bestaande installatie dit een ingreep in het proces vereist. Ook een energiezuinig conversieapparaat (zuinige motoren, WKK) heeft het karakter dat 'zij productieprocessen of installaties niet of nauwelijks beïnvloeden'. Het is echter geen toevoeging maar een minder milieubelastende variant van een component. Het onderscheid is natuurlijk afhankelijk van de wijze waarop men een productieproces definieert. Dit moet van geval tot geval gezien worden.
- Tenslotte spelen in het onderscheid toegevoegd/geïntegreerd de kosten een rol. Is een voorziening van meet af aan in een ontwerp meegenomen, dan zijn de kosten ten opzichte van een meer milieubelastend alternatief vaak laag. Is het een ingreep in een laat stadium van de planvorming, of is het een naderhand door regelgeving afgedwongen vervanging, dan kunnen de meerkosten veel hoger zijn. Een vervanging achteraf uit hoofde van milieuvorschriften van een goed functionerende component kan voor 100% worden aangemerkt als milieu-uitgave.

Technische of organisatorische maatregelen

Het onderscheid technisch en organisatorisch is voor kostenbepaling vaak niet zo relevant, vaak heeft een maatregel die in het proces ingrijpt beide componenten. Van belang bij energiebesparende maatregelen is of het een investering of verhoging van de operationele kosten betreft of beide.

Productmaatregelen en volumemaatregelen

[1] *Verminderd verbruik bij de berichtgever*, omdat deze andere producten maakt, minder produceert of een kleinere huisvesting betreft, geldt niet als energiebesparing in de zin van de beleidsdoelen gebaseerd op energie-efficiency. Bij productiebedrijven gaat het immers om het energieverbruik per eenheid product of prestatie. Bij huisvesting wordt een relatie gelegd met oppervlak of inhoud van het gebouw. *Het is dus niet aan te bevelen dit als energiebesparing door de berichtgever aan te merken* [2].

Het gaat om de vraag: wie bewerkstelligt de energiebesparing (en krijgt dus de kosten). Hier kunnen fantasierijke berichtgevers heel veel kanten op. Er dient dus een aantal gevallen afgebakend te worden. [2a] Bij een energiezuinig product, bijvoorbeeld een zuiniger elektrisch apparaat, worden extra kosten gemaakt bij de vervaardiging maar vallen de baten van energiebesparing toe aan de gebruikers. De extra kosten kunnen doorberekend worden in de prijs. *Het is aan te bevelen hier alleen omschakelkosten aan te merken als milieukosten voor de producent*. Voor de gebruiker kan de aankoop van het product beschouwd worden als een gewone procesmaatregel, een energiebesparende investering. [2b] Er kan ook energie bespaard worden door minder energie-intensieve inputs te gebruiken voor productie, bijvoorbeeld minder verpakkingsmateriaal of minder grondstof per eenheid product door een materiaalbesparend ontwerp. Dit werkt als volume-effect en dus tot minder energieverbruik bij de materiaalproducent. De besparing wordt meestal bewerkstelligd door de afnemer. *In dat geval zijn structurele meerkosten aan te merken als milieukosten. Dit moet gebonden worden aan een termijn*. Vaak is echter sprake van baten door verminderd grondstofverbruik. Het kan ook zijn dat de materiaalproducent zodanige kwaliteit gaat maken dat een verdere materiaalbesparing verderop in de keten mogelijk wordt (bijvoorbeeld nieuwe staalsoorten). *Ook hier dienen eventueel alleen omschakelkosten te worden aangemerkt als milieukosten voor de producent of materiaalleverancier*.

Regulering en 'state of the art'

In de VROM-publicatie is afbakening in twee stappen voorgesteld. *Ten eerste* is er het criterium van het milieumotief, dat geldt 'in elk geval de maatregelen die door de overheid worden opgelegd'. Het moet voorts 'verder gaan dan de op een bepaald moment geldende 'state of the art''. Dit is onduidelijk omdat de overheid via bouwvergunningen en milieuvergunningen normaal de 'state of the art' oplegt. Verder gaan dan 'state of the art' wordt normaal niet door de overheid opgelegd. Het is criterium voor een milieumaatregel is dus gewoonlijk: door de overheid opgelegd (dus 'state of the art'), óf nog verdergaand (maar niet verplicht).

Zeer rendabele maatregelen

Volgens de methodiek mogen 'maatregelen met een zeer hoge rentabiliteit op economische gronden' niet meegeteld worden, maar gewone rendabele maatregelen wel. Zeer rendabele maatregelen zijn bijvoorbeeld goed housekeeping maatregelen met minimale investering en positieve cashflow. Als een maatregel zodanig rendabel is dat hij algemeen toegepast wordt, is er voor de investeerder in feite geen minder besparende referentie meer, dus geen situatie waarin de maatregel achterwege zou blijven. Dit criterium wordt ook gehanteerd bij verjaring van milieumaatregelen.

Zowel gewone als zeer rendabele maatregelen hebben een positief saldo van baten en kosten, de baten en kosten van zeer rendabele maatregelen komen in de totale milieukosten echter niet meer voor. Het totaalbeeld van de kosten van energiebesparing wordt daardoor onvolledig. Voor een goed beeld van de totale kosten en baten van besparing is het dus nodig dat alle energiebesparende maatregelen worden beschouwd, voor zover er nog redelijkerwijze een minder besparend alternatief is. Als zeer rendabele maatregelen onderscheiden of buiten beschouwing dienen te worden gelaten, dan kan dit bij de verwerking van de gegevens geschieden.

Vervanging c.q. uitbreiding van capaciteit

De meeste energiebesparende maatregelen kennen een vervangings- en een uitbreidingscomponent. Een proces wordt bijv. verbeterd, waarbij ook de productiecapaciteit of de productkwaliteit omhoog gaan. Een gebouw wordt gerenoveerd, waarbij vaak ook een stuk wordt opgewaardeerd of bijgebouwd. Voor nieuwe productie-installaties is er in feite geen minder energiebesparend alternatief, ze zijn heel specifiek ontworpen. Het bepalen van de milieukosten door er een ander ontwerp naast te leggen en door te rekenen is geen haalbare kaart. In het kader van het MJA-beleid wordt eenvoudig vergeleken met de oude situatie. Dat leidt tot een veel groter besparingcijfer, want ook de groei van de oude naar de nieuwe stand der techniek wordt meegerekend. Als wordt vergeleken met de oude situatie ligt het voor de hand het bedrag van de totale nieuwe investering te beschouwen en hieruit een energiebesparingsdeel af te leiden. Dit leidt waarschijnlijk tot veel hogere kostentoe wijzing naar het energiedeel als in de marginale benadering.

5.1.7 Suggesties voor aanpassing milieukostenenquête

Voor het bepalen van de milieukosten van besparingsmaatregelen door het CBS worden hierna een aantal voorstellen gedaan voor aanpassing van de huidige enquête. De daadwerkelijke uitvoering hangt af van de gekozen aanpak door het CBS (zie Hoofdstuk 7).

Algemene voorstellen:

- De vraagstelling over investeringen wordt uitgebreid met die over besparingsmaatregelen, en de vraag naar operationele kosten met die over de baten van uitgespaarde energie.
- Er wordt een beslisboom opgezet ter bepaling of een besparingsmaatregel wel of geen milieumaatregel is (zie Beslisboom).
- Ter vergemakkelijking van het invullen, maar met behoud van flexibiliteit, wordt een mengvorm van standaard maatregelen en door de bedrijven zelf in te vullen maatregelen gehanteerd in de enquête (zie Voorbeeldenlijst).
- Maatregelen betreffende duurzame energie worden als een aparte categorie opgevoerd, naast energiebesparing.
- Besparing op verbruik van energiedragers als grondstof wordt ook meegenomen in de enquête.
- Bij de kosten van besparing wordt onderscheid gemaakt naar elektriciteit, aardgas en overige energiedragers en wordt de fysieke besparing geëncquêteerd hiermee kan de kosten beter gerelateerd worden aan de (vermeden) uitstoot van CO₂-emissies.
- De bestaande vraagstelling over maatregelen tegen luchtverontreiniging met CO₂ wordt aangepast. Nu er apart gekeken wordt naar energiebesparing en duurzame energie wordt bij luchtverontreiniging alleen opgenomen 'maatregelen ter reductie van broeikasgassen niet aangegeven onder energiebesparing en duurzame energie'. Hier kunnen dan maatregelen worden opgevoerd betreffende afvang van CO₂ (end-of-pipe), vastlegging van CO₂ in bossen, niet energiegerelateerde CO₂ en overige broeikasgassen.
- Op bedrijfsniveau wordt, indien praktisch mogelijk, een koppeling gemaakt met gegevensverzameling in het kader van convenanten, EIA, VAMIL, CO₂-reductieplan, technologiestimuleringsregelingen, etc. Hiermee wordt een alternatief geschapen t.o.v. het door CBS verzamelen van de (reeds bij bedrijven aanwezige) informatie.
- In de enquête wordt apart gevraagd naar genomen productmaatregelen die indirect leiden tot energiebesparing in het bedrijf. Als kosten kunnen met name omschakelkosten worden opgevoerd, eventueel ook voor een beperkte periode structurele meerkosten,
- Besparing buiten het bedrijf, t.g.v. maatregelen in het kader van de nieuwe thema's, worden als een aparte categorie meegenomen.
- Besparende maatregelen worden in verband gebracht met Convenantbeleid, besparings-technologiebeleid, milieuvergunning, bouwvoorschriften, energie- en CO₂-financieringsregelingen, regelingen betreffende duurzame energie.

Specifiek t.b.v. een overzicht van kosten en baten van alle besparingsmaatregelen zouden de volgende activiteiten moeten worden uitgevoerd:

- Ook zeer rendabele maatregelen worden in de vraagstelling betrokken, met hun bruto kosten en opbrengsten.

Beslisboom

Ten behoeve van de enquêtering milieu-uitgaven van energiebesparing kan de volgende beslisboom gebruikt worden:

1. Betreft het milieu-uitgaven voor algemene voorzieningen, zoals vergunningaanvragen, advies, kosten voor personeel, opleiding, etc. in het kader van besparing (vragen 8 en 9 in de huidige enquête). Kosten kunnen worden opgevoerd.
2. Betreft het een voorziening ingevolge bouwvoorschriften betreffende energiebesparing? Dan betreft het nieuwbouw of verbouw waarvoor een bouwvergunning is verleend. Het verschil in uitgaven op ten opzichte van de voorzieningen, zoals vereist ingevolge de bouwvoorschriften geldend in 1994, kan worden opgevoerd.
3. Is de voorziening specifiek vereist ingevolge milieuvergunningvoorschriften betreffende energiebesparing, dan kunnen de totale kosten van de voorziening worden opgegeven.
4. Is het een voorziening aan bestaande gebouwen of aan nieuwe gebouwen, welke niet vereist wordt ingevolge bouwvoorschriften?¹⁶ De kosten kunnen worden opgevoerd voorzover de simpele terugverdientijd wordt overschreden.
5. Is de voorziening specifiek vereist ingevolge andere wettelijke voorschriften? Dan kunnen geen kosten worden opgevoerd.
6. Maakt de voorziening deel uit van een pakket maatregelen ingevolge een bedrijfsenergieplan, en/of worden ze uitgevoerd in het kader van het voldoen aan afspraken in convenanten? De kosten kunnen worden opgevoerd voor zover de simpele terugverdientijd wordt overschreden.
7. De voorziening wordt vrijwillig uitgevoerd, uit hoofde van de bedrijfsfilosofie, energiekostenbesparing of anticipatie op toekomstige regelgeving. In dat geval, zie vraag 6.
8. Is de voorziening maar geheel of gedeeltelijk ten behoeve van energiebesparing getroffen? Geef de meerkosten aan ten opzichte van de niet-energiebesparende versie of het aandeel van de energiebesparingscomponent en wijs in overleg met CBS een deel van de investeringskosten aan energiebesparing toe. Als het bijvoorbeeld noodzakelijke vervanging van platdakbedekking is, dan de meerkosten ten opzichte van een niet-isolerende dakbedekking, of het aandeel van het isolatiemateriaal en montagekosten daarvan in het totaal.¹⁷
9. Is voor de voorziening een beroep gedaan op de regelingen CO₂-reductieplan, EIA, VAMIL of een Novem-regeling betreffende stimulering van technologie? Voor de bepaling van de milieukosten geldt soms een andere berekeningswijze dan die voor de steunregelingen. Voorts worden de ontvangen steun niet in mindering gebracht op de aan te geven milieu-uitgaven.

Voorbeeldenlijst Energiebesparing

Een voorbeeldenlijst bij de enquête milieukosten kan het invullen door bedrijven vergemakkelijken. In de lijst worden voorbeelden gegeven van toegevoegde en procesgeïntegreerde besparingsmaatregelen, indirecte maatregelen en duurzame opties.

¹⁶ Veel gebouwen in de industrie- en dienstensector worden slechts beperkt gebruikt voor langdurig verblijf van personen en worden niet of beperkt verwarmd. Als criterium voor besparende voorzieningen, geldt 'verblijfsgebied, dat voor gebruik door mensen wordt verwarmd' (Bouwbesluit 1998 Art. 6.57). Soms zijn er ook interne warmtebronnen van processen, of er is een open verbinding met de buitenlucht i.v.m. transport of ventilatie.

¹⁷ Hier is een keuze mogelijk tussen marginale en proportionele kosten. Hier speelt de eigen perceptie van de berichtgever een rol, en ook de hoeveelheid rekenwerk die hij bereid is te steken in deze beantwoording. Mogelijk had hij sowieso voor de maatregel gekozen, of een eenvoudigere variant, dit is niet te verifiëren.

Toegevoegde voorzieningen:

- isolatie van gebouwen,
- isolatie van installaties,
- installaties voor warmteterugwinning
- warmtekrachtinstallaties, brandstofcellen, warmtepompen, organic rankine cycles¹⁸.

Procesgeïntegreerde voorzieningen

Nieuwe energie-efficiëntere procesinstallaties, alleen voor zover het meerkosten ten opzichte van een gangbare nieuwe installatie betreft, bijvoorbeeld door:

- efficiëntere productie door procesontwerp, reactorontwerp, katalysatoren of andere hulpmiddelen,
- efficiëntere branders of warmtewisselaars,
- gebruik van restwarmte of restgassen,
- integratie van processen of betere procesbesturing,
- verwarming met directere warmteoverdracht,
- efficiëntere droogtechnieken
- met processen geïntegreerde warmtepompen, of organic rankine cycle installaties.
- mechanische of biologische scheidingstechnieken ter vervanging van scheidingstechnieken op basis van verandering van aggregatietoestand (destillatie, verdamping)
- elektromotoren met hoog rendement en/of aanpasbare toerenregeling.

Energiezuinig gebouw (alleen voor zover meerkosten ten opzichte van gangbare nieuwbouw).

Voorzieningen die energiebesparing elders bewerkstelligen:

- Overschakeling op minder energie-intensieve grondstoffen (bijvoorbeeld gerecyclede materialen) of efficiënter gebruik van grondstoffen en hulpmaterialen, aanpassing c.q. meerkosten van productie-installaties.
- Ontwikkeling van energiezuiniger producten en onderdelen daarvan: hogere ontwikkelkosten, aanpassing c.q. meerkosten productie-installaties.
- Installaties voor aftap, opslag en transport van restwarmte of restbrandstof die elders nuttig gebruikt wordt.

Installaties voor duurzame energievoorziening:

- zonnepaneelcollectoren en opslagvoorzieningen,
- fotovoltaïsche zonnecellen.
- voorzieningen voor opvang, opslag, transport, verwerking en verbranding van biomassa voor productie van brandstoffen of energiewinning,
- windmolens en waterkrachtinstallaties,
- installaties ten behoeve van de winning van aardwarmte, warmte- en koude-opslag,
- bouwkundige voorzieningen ten behoeve van zonlicht en –warmtetoetreding, voorzover het extra voorzieningen ten behoeve van energiewinning betreft.

¹⁸ Afhankelijk van procesdefinitie ook als procesgeïntegreerde voorziening aan te merken

5.2 Land- en tuinbouw

Bruikbare gegevens betreffende milieumaatregelen en kosten in de landbouw worden verzameld door het Landbouw Economisch Instituut. Dit instituut maakt voor een aantal toepassingen gebruik van een databestand van individuele bedrijven (Bedrijven Informatienet). In deze paragraaf wordt aangegeven hoe dit aansluit op de gegevensbehoefte.

5.2.1 Bedrijven Informatie Net

Het Bedrijven-Informatie Net (BIN) bestaat uit een gestratificeerde steekproef van de bedrijven tussen de 16 en 800 standaardbedrijfseenheden (maat voor de omvang van bedrijven). Deze bedrijven zijn via wegingsfactoren representatief voor bijna de complete agrarische productie in Nederland. Informatie van de kleine (kleiner dan 16 sbe) en de grote bedrijven (groter dan 800 sbe) is niet beschikbaar. Voor deze groepen kan dus geen schatting gemaakt worden op basis van het BIN. Op basis van externe bronnen worden wel bijstellingen gemaakt.

Jaarlijks worden van deze bedrijven enkele honderden variabelen verzameld op economisch, milieu en technisch terrein. Op basis van de gegevens worden onder andere een resultatenrekening en balans maar ook bijvoorbeeld een mineralenbalans opgesteld. Doordat de gegevens van de individuele bedrijven opgenomen zijn, kunnen de gegevens op elke willekeurige wijze gegroepeerd worden (bedrijfstype, regio, grootte, sector, inkomensklasse etc.). Omdat energiegebruik binnen de agrarische sector sterk gerelateerd is aan de productie kan ook voor het energiegebruik een redelijk nauwkeurige schatting gemaakt worden.

De gegevens worden jaarlijks verzameld en zijn ongeveer een half jaar na afsluiting van het jaar beschikbaar. Vanaf het jaar 2000 zijn deze gegevens, in tegenstelling tot voorgaande jaren per kalenderjaar beschikbaar. Het LEI beschikt vanaf dat jaar ook over een zeer flexibel systeem waardoor er gemakkelijk nieuwe variabelen toegevoegd kunnen worden. Bovendien komen sommige gegevens al gedurende het jaar beschikbaar via kwartaalrapportages.

5.2.2 Milieukosten en BIN

In het BIN worden alle kosten en investeringen van de bedrijven vastgelegd. In Tabel 1 (gelijk aan fig. 4.1 uit Med. 616, Leneman et al. 1998) wordt aangegeven hoe goed de diverse soorten milieukosten berekend kunnen worden met het BIN.

Toelichting bij de tabel:

- De kapitaalskosten kunnen met behulp van het BIN goed berekend worden. Wel is het noodzakelijk om een lijst op te stellen welke investeringen tot de energiebesparende opties gerekend moeten worden en voor welk deel (Somers et al., 1995). Voor de meeste investeringen in energiebesparende maatregelen geldt dat de eenmalige kosten voor het operationeel maken van de investering een onderdeel vormen van de investering (deze kosten worden dus wel meegenomen maar zijn niet afzonderlijk zichtbaar te maken). De tijd die de ondernemers besteden aan de besluitvorming en implementatie van investeringen is niet bekend.
- De operationele kosten worden impliciet meegenomen (voor de eenmalige kosten, zie kapitaalskosten). De kosten voor kapitaalvernietiging worden zichtbaar indien investeringsgoederen afgestoten (verkocht) worden. Worden deze goederen alleen buiten gebruik gesteld dan zijn de kosten voor kapitaalvernietiging niet zichtbaar. De economische levensduur is een gegeven dat voor een deel bekend is uit het BIN en dat voor een deel uit externe bronnen kan worden afgeleid. Deze economische levensduur is nauwkeuriger dan een indeling in een elektro-mechanisch gedeelte van de investering (10 jaar) en een bouwkundig gedeelte (25 jaar) zoals beschreven in de methodiek milieukosten.

- Kosten voor bediening, onderhoud en overhead kunnen op basis van de beschikbare gegevens niet aan de investeringen gerelateerd worden. Op basis van externe bronnen (bijvoorbeeld Kwantitatieve informatie in de verschillende teelten) kan wel op een normatieve wijze een inschatting gemaakt worden van deze kosten.
- De opbrengsten en besparingen van energiebesparende investeringen kunnen niet direct afgeleid worden uit de gegevens in het BIN. Dit omdat de situatie zonder deze investeringen niet bekend is. Het is wel mogelijk om de situatie voor en na investeren in kaart te brengen. Deze vergelijking is evenwel niet zuiver omdat jaarafhankelijke effecten optreden (bijv. verschillen in temperatuur en lichtintensiteit). Ook worden vaak meerdere investeringen gelijktijdig verricht en is toerekening naar de individuele investeringen vrijwel onmogelijk. Net als bij de kosten voor bediening onderhoud en overhead kan wel op basis van externe bronnen een redelijke schatting gemaakt worden van de effecten op opbrengsten en besparingen.
- Inkomens- en vermogensoverdrachten worden in het BIN meegenomen en behandeld afhankelijk van de plaats die de post inneemt in het geheel van de rapportage over inkomen en vermogen van de agrarische onderneming. Inkomensoverdrachten worden hierbij op basis van het factuurstelsel verwerkt. Vermogensoverdrachten worden op basis van kasstelsel verwerkt. De inkomensoverdrachten kunnen afwijken van de voorgestelde methode in de Methodiek Milieukosten waarin uitgegaan wordt van het kasstelsel. Daarnaast geldt dat niet altijd onderscheid mogelijk is naar type investering (bijvoorbeeld de VAMIL regeling geldt voor investeringen in zowel energiebesparing als het tegengaan van vermisting). Zie ook Paragraaf 2.4 in de publicatie Methodiek Milieukosten 1998 en het Bedrijven-informatienet van LEI-DLO (Leneman et al., 1998). Bruikbaarheid van het informatienet voor de berekening van milieukosten staat in de onderstaande figuur.

| | Maatregelen | | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------------|---------|--------|-----------------|
| | 'End of pipe' | Technische | | Volume | Organisatorisch |
| | | procesgeïntegreerde | product | | |
| Opbouw Milieukosten | | | | | |
| *Kapitaalskosten | | | | | |
| afschrijvingskosten | ++ | ++ | ++ | ++ | nvt |
| vermogenskosten | ++ | ++ | ++ | ++ | nvt |
| *Operationele kosten | | | | | |
| eenmalige kosten a) | - | - | - | - | nvt |
| kapitaalvernietiging | o | o | o | o | nvt |
| bediening, onderhoud en overhead | - | - | - | - | nvt |
| energie- en overige kosten | - | + | o | o | nvt |
| *Opbrengsten en besparingen | | | | | |
| energiekosten | - | + | o | o | nvt |
| grond- en hulpstoffen | - | + | o | o | nvt |
| overige besparingen | - | + | o | o | nvt |
| *Overdrachten | | | | | |
| | - | - | - | - | nvt |
| *Betaalde overdrachten | | | | | |
| | - | - | - | - | nvt |

Beoordeling bruikbaarheid: ++ goed, + vrij goed, o gemiddeld (veronderstellingen nodig over te hanteren methoden en uitgangspunten), - slecht, nvt niet van toepassing.

5.2.3 Overige aspecten

De ontwikkelingen in het energiegebruik (en daaruit afgeleid de energiebesparingen) kunnen per bedrijf, per sector en voor de totale agrarische sector in beeld worden gebracht. Dit betekent niet dat er een directe relatie gelegd kan worden tussen de investeringen en de energiebesparing (zie o.a. van der Velden et al., 1999). Zoals eerder vermeld is dit een vergelijking tussen jaren die door meerdere factoren beïnvloed wordt.

Het BIN dekt de gehele land- en tuinbouw waarbij verschillende onderverdelingen te maken zijn (bijvoorbeeld naar glastuinbouw of daarbinnen naar glasgroentesector, snijbloemensector en pot- en perkplantensector). In het Landbouw Economisch Bericht (Silvis en Van Bruchem, 1999) wordt jaarlijks een overzicht gegeven van het energieverbruik (in PJ) van het agro-complex. Een opsplitsing naar energiedragers is mogelijk. Het gebruik van aardgas neemt veruit het grootste deel voor haar rekening, de aandelen van restwarmte, elektriciteit en olie blijven elk onder de 10%. De primaire bedrijven zijn opgesplitst in akkerbouw, rundveehouderij, intensieve veehouderij, glastuinbouw en overige tuinbouw. Uit deze tabel blijkt dat meer dan 75% van het energiegebruik in de glastuinbouw plaatsvindt en dat de overige groepen elk minder dan 10% gebruiken.

Ten aanzien van de glastuinbouw wordt jaarlijks, in het kader van de monitoring van de Meerjarenafspraken energie, een inventarisatie uitgevoerd door het LEI van de energiebesparende opties (bijvoorbeeld klimaatcomputer, condensor, warmteopslag, schermen en gevelisolatie) en worden de ontwikkelingen in de penetratiegraden berekend (Van der Velden et al., 1999).

Bij het LEI is niet altijd bekend op basis van welke beleidsinstrumenten bedrijven investeringen doen (bijvoorbeeld VAMIL, EIA, groenregeling). Verder zijn er convenanten op het terrein van energie voor een aantal sectoren: glastuinbouw, bloembollen en champignons. Tenslotte zijn er stimuleringsmaatregelen zoals de groenlabelkas waarbij minimumeisen gesteld worden aan de energetische uitvoering van kassen.

Doordat gewerkt wordt met een steekproef zit er in de cijfers ten aanzien van energiebesparing en de penetratie van energiebesparende maatregelen een onzekerheidsmarge. Vooral bij lage penetratiegraden van investeringen (bijvoorbeeld investeringen in windmolens) die bovendien maar door een klein deel van de agrarische bedrijven gedaan kunnen worden, kunnen de marges groot zijn. Voor algemeen voorkomende investeringen, bijvoorbeeld gebruik van energieschermen in de glastuinbouw of een klimaatcomputer, zijn de schattingen nauwkeuriger. In een aantal specifieke gevallen kan de schatting op basis van BIN-cijfers door gebruik van externe bronnen (bijvoorbeeld in geval van windmolens, warmte/kracht-koppeling-installaties en restwarmte) verbeterd worden.

Conclusie algemeen

Voor de bepaling van het energiegebruik en de penetratie van energiebesparende opties is op basis van het BIN veel informatie beschikbaar. Eventueel benodigde extra informatie (bijvoorbeeld aanvullende gegevens over energiebesparende opties in andere sectoren dan de glastuinbouw) is binnen dit systeem in de komende jaren in te passen.

5.3 Bouwsector

In tegenstelling tot besparingsmaatregelen aan gebouwen is over energiebesparende maatregelen in de bouwsector weinig bekend. Financieringssteun voor energiezuinige werktuigen biedt mogelijk een opening. Hier zou een specifieke inventarisatie van gemaakt kunnen worden. Verder is er een MJA-asfaltbedrijven, op basis waarvan enig inzicht in dit onderdeel van de bouw kan worden verkregen.

6. OVERZICHT RESULTATEN EN ANALYSE

6.1 Kanttekeningen bij resultaten

In de voorgaande hoofdstukken zijn per sector de, in het recente verleden, genomen besparingsmaatregelen geïdentificeerd inclusief WKK en enkele bijbehorende duurzame opties. Voor deze maatregelen zijn zo goed mogelijk de gemiddelde kosten en baten bepaald, o.a. om vast te stellen of het gaat om een milieumaatregel. Verder is gepoogd om m.b.v. penetratiecijfers de totale kosten en baten te bepalen voor het jaar 1998.

Tijdens deze exercitie is een groot aantal problemen met de beschikbaarheid en kwaliteit van de data aan het licht gekomen (zie hiervoor Hoofdstuk 7). Door maximaal gebruik te maken van alle beschikbare bronnen is geprobeerd toch een zo volledig mogelijk beeld te geven van de kosten en baten van de genomen besparingsmaatregelen. Daartoe zijn in een aantal gevallen schattingen gemaakt op basis van gegevens uit andere jaren of uit onvolledige bronnen. In sommige gevallen is wel de situatie voor de gemiddelde maatregel in kaart gebracht, maar konden geen totale kosten en baten worden bepaald. Tenslotte moet opgemerkt worden dat hier geen resultaten voor de industrie worden gegeven, deze worden nog verzameld door het CBS.

De kwaliteit van de gepresenteerde resultaten wisselt nogal door de gekozen aanpak. Er is bewust niet gekozen voor beperking tot 'harde' resultaten. De reden is dat er eerst een globaal totaalbeeld nodig is om te kunnen bepalen of, en waar, er een extra inspanning gepleegd moet worden om een beter beeld te krijgen van kosten en baten van besparingsmaatregelen.

6.2 Rentabiliteit en milieumaatregelen

M.b.v. het rekenschema (zie Hoofdstuk 2) voor het vastleggen en verwerken van de verzamelde informatie is de simpele terugverdientijd van de besparingsmaatregelen bepaald. Vergelijking met de norm (3 of 5 jaar) resulteert in een lijst van z.g. onrendabele MKM-besparingsmaatregelen.

Huishoudens

Hier wordt onderscheid gemaakt in maatregelen bij nieuw op te leveren woningen, bij bestaande woningen, bij apparaten en maatregelen in de vorm van duurzame opties (zie Tabel 6.1).

Bij nieuwbouw wordt het totale pakket beschouwd dat nodig is om te voldoen aan de per 1998 verscherpte EPN (EPC van 1,4 naar 1,2). Dit maatregelenpakket blijkt bij alle soorten nieuwbouwwoningen een zodanige simpele terugverdientijd te hebben dat het valt onder de definitie van een milieumaatregel.

Bij bestaande woningen wordt een aantal afzonderlijke maatregelen onderscheiden (zie Tabel 6.1). Spouwmuurisolatie en de HR-ketel zouden, gezien de terugverdientijd, in sommige situaties geen milieumaatregel zijn, in het algemeen is dit wel het geval. Alle maatregelen bij de bestaande bouw zijn dus (gemiddeld gezien) milieumaatregelen.

Bij huishoudelijke apparaten is alleen gekeken naar apparaten waarvoor reeds een labelsysteem bestond en waar voldoende keus bestond in de (zeer) zuinige klassen. De meerprijs van A-label t.o.v. C-label apparaten is soms gecorrigeerd voor duurere kwaliteitsmerken die in dit segment oververtegenwoordigd zijn. Verlichting is eveneens vanwege gebrek aan penetratiegegevens buiten beschouwing gebleven.

Tabel 6.1 *Overzicht resultaten Huishoudens (1998)*

| | Simpele TVT | Milieu-maatregel | K/b-saldo [mln. f/jaar] | Opmerkingen |
|------------------------|-------------|------------------|-------------------------|----------------------------|
| Nieuwbouw | | | | |
| - galerij | 16 | Ja | 1,2 | EPN-pakket |
| - tussenwoning | 10 | Ja | -0,8 | Idem |
| - 2 onder 1 kap | 10 | Ja | -1,7 | Idem |
| Bestaande bouw | | | | |
| - buitenmuurisolatie | 32 | Ja | 0,0 | |
| - spouwmuurisolatie | 8 | Ja | -5,4 | |
| - dubbel glas | 28 | Ja | 0 | |
| - HR-glas | 21 | Ja | 5,4 | |
| - HR+ glas | 19 | Ja | 0,4 | |
| - HR++ glas | 19 | Ja | 0,0 | |
| - dakisolatie | 32 | Ja | 2,9 | |
| - vloerisolatie | 35 | Ja | 2,3 | |
| - HR-ketel | 6 | Ja | -4,0 | HR-100 ketel gebruikt |
| Apparaten | | | | |
| - koelkast A-label | 12 | Ja | 0,4 | t.o.v. C-label apparaat |
| - idem B-label | 21 | Ja | 1,1 | Idem |
| - combinatie A-label | 9 | Ja | 0,2 | Idem |
| - idem B-label | 5 | Ja | -1,4 | Idem |
| - vriezer A-label | 7 | Ja | -0,1 | Idem |
| - idem B-label | 9 | Ja | 0,1 | Idem |
| Duurzame opties | | | | |
| - zonneboiler | 31/40 | Ja | 1,1 | Nieuwbouw/bestaand |
| - zonnecombi | 34/42 | Ja | 0,2 | Idem |
| - PV-paneel | 50 | Ja | 0,6 | Oppervlak 3 m ² |
| - warmtepomp | 60 | Ja | 0,2 | Tapwater/verwarming |
| Totaal | | | 2,6 | |

Duurzame opties betreffen alleen die opties die in of aan de woning zitten. De thermische zonne-opties worden vergeleken met efficiënte gassystemen. De warmtepomp is doorgerekend met het normale elektriciteitsstarief. Alle opties hebben, indien geen rekening wordt gehouden met subsidies, zeer lange terugverdiertijden.

Utiliteitsbouw/Diensten

Hier wordt onderscheid gemaakt in maatregelpakketten bij bepaalde typen nieuw op te leveren gebouwen. Daarnaast zijn voor een tiental subsectoren de afzonderlijke maatregelen bij bestaande gebouwen bekeken. Tenslotte is voor de sector in totaal gekeken naar maatregelen in de vorm van duurzame opties (zie Tabel 6.2).

Bij nieuwbouw wordt het totale pakket beschouwd dat nodig is om te voldoen aan vanaf 1995 geldende EPN per type gebouw. Dit maatregelpakket blijkt een simpele terugverdiertijd te hebben die ligt tussen 6 en 14 jaar (zie Tabel 6.2 voor enkele voorbeeldgebouwen). Het totale kosten/baten-saldo kon niet voor alle gebouwsoorten vastgesteld worden, het totaal voor de gehele sector is de som van positieve en negatieve bedragen.

Bij de bestaande gebouwen worden per subsector steeds dezelfde reeks maatregelen beschouwd, alleen 'efficiëntere koel/vriesapparatuur' komt niet overal voor. De terugverdiertijd varieert soms sterk door verschillen in investering, in energieprijzen, in rentevoet (5% overheid of 10% bedrijfsleven) en in gebruiksintensiteit (bijv. bij spaarlampen). De vraag of een bepaalde maatregel een milieumaatregel is zal dus vaak afhangen van de plaats van toepassing.

Tabel 6.2 *Overzicht resultaten Utiliteitsbouw/dienstensector (1998)*

| | Simpele TVT | Milieu- maatregel | K/b-saldo [mln. f/jaar] | Opmerkingen |
|--------------------------|----------------|----------------------|----------------------------|---------------------|
| Nieuwbouw | 6-14 | | 0,4 | EPN-pakket |
| w.o. overheid/gezondheid | 12 | Ja | (-0,5) | Idem |
| w.o. kantoor/winkel | 6 | Ja | (1,1) | Idem |
| w.o. onderwijs | 8 | Ja | (-0,4) | Idem |
| Bestaande bouw | | | | |
| - afstellen ketel | 0-2 | Nee | 14,0 | Jaarlijks afstellen |
| - dakisolatie | 1-11 | Nee/Ja | -4,3 | |
| - HR-ketel | 2-13 | Nee/Ja | -9,0 | |
| - muurisolatie | >9 | Ja | 6,6 | |
| - dubbelglas | >5 | Ja | 0 | |
| - leidingisolatie | >3 | Nee/Ja | 0,2 | |
| - spiegeloptiek | 1-3 | Nee | -11,9 | |
| - koelen/vriezen | 0 | Nee | -0,8 | |
| - mechanische koeling | 0 | Nee | -2,9 | |
| - vloerisolatie | 1-12 | Nee/ja | -2,7 | |
| - spaarlampen | 0-8 | Nee/Ja | -26,9 | |
| - stroombegrenzer | 1-2 | Nee | -4,2 | |
| - warmteterugwinning | 2-11 | Nee/ja | -2,1 | |
| - daglichtregeling | >40 | Ja | 5,5 | |
| - aanw.detectie | >50 | Ja | 5,1 | |
| - HF-voorschakelapp. | >5 | Ja | 6,7 | |
| Overige opties | | | | |
| - WKK | 5? | ? | -5 | |
| - zonneboiler | 40 | Ja | ? | |
| - PV-paneel | 80 | Ja | ? | |
| - warmtepomp | 7 | Ja | ? | |
| Totaal | | | -33 | |

De overige opties bestaan uit WKK en enkele duurzame opties. Met name de terugverdientijd van WKK is afhankelijk van veel factoren, waarover weinig bekend is. Uit het feit dat in 1998 nog een flink aantal installaties is neergezet (zie Hoofdstuk 4, Tabel 4.13), welke dus rendabel zouden zijn, is niet direct een simpele terugverdientijd af te leiden daar hier bijv. wordt gerekend zonder subsidies en zonder rentelasten. Bij duurzame bronnen is het beeld nog somberder dan bij huishoudens, deels omdat de energieprijzen hier lager liggen (dus lagere uitgespaarde kosten).

Overige sectoren

Deze bestaan uit de land- en tuinbouw (m.n. glastuinbouw) en de bouwnijverheid. De resterende bedrijven (industrie, raffinage en energiebedrijven) blijven hier buiten beschouwing omdat deze gedekt worden met een enquête van het CBS.

6.3 Totale kosten en baten en milieukosten

Van een deel van de maatregelen, waarvan wel vastgesteld kon worden of het een milieumaatregel is, zijn geen totale kosten en totale baten bepaald. De oorzaak is een totaal gebrek aan gegevens over het aantal geïmplementeerde systemen in 1998. Voor zover wel beschikbaar of geschat, is in Tabel 6.1 en Tabel 6.2 het saldo vermeld van totale kosten minus totale baten (zie Hoofdstuk 2 voor wijze van bepaling).

Een aantal maatregelen is vanwege de omvang van de bedragen (positief of negatief) het meest bepalend voor het hier gepresenteerde totale kosten/baten beeld. Dit betekent echter niet dat andere maatregelen bij enigszins gewijzigde omstandigheden (energieprijzen) niet ineens van belang kunnen worden. Het betreft hier immers vaak een saldo van twee relatief grote bedragen, namelijk de jaarlijkse kapitaalskosten en de uitgespaarde energiekosten.

Huishoudens

De belangrijkste maatregelen bij huishoudens zijn dubbel glas, de HR-ketel en de diverse vormen van isolatie. De bestaande bouw toont aanzienlijk grotere saldo's dan de nieuwbouw, een belangrijke oorzaak is het verschil in aantallen en de toepassing van glisolatie, waarbij het comfortaspect ten laste komt van de besparing. De duurzame opties zijn hier nog van minder belang, ze leveren per systeem weliswaar een hoog kosten/baten saldo op, maar de aantallen systemen zijn nog zeer beperkt.

Per saldo is bij huishoudens sprake van een klein positief kosten/baten saldo. Omdat alle maatregelen milieumaatregelen zijn komen de totale milieukosten uit op hetzelfde bedrag. Als echter alleen de positieve bedragen per maatregel worden opgeteld resulteert een bedrag van *f* 16 mln. Verder moet opgemerkt worden dat dit bedrag de resultante is van maatregelen, genomen in een enkel jaar. De maatregelen in een aantal voorgaande jaren leveren ook nog milieukosten op in 1998, bijvoorbeeld de isolatiemaatregelen van begin jaren tachtig. De werkelijke totale milieukosten voor 1998 bedragen dus een veelvoud van het hier vermelde bedrag maar zijn nauwelijks nog te kwantificeren.

Dienstensector

De belangrijkste maatregelen in deze sector zijn de HR-ketel, spaarlampen, spiegeloptiek en muurisolatie. Ook de periodieke afstelling van ketels levert mogelijk grote bedragen op, het is echter onduidelijk wat de 'levensduur' van deze optie is (m.a.w. geldt de opgegeven besparing door afstellen ook als elk jaar opnieuw wordt afgesteld of is dit eenmalig?). Evenals bij huishoudens is de nieuwbouw van minder belang dan de bestaande bouw qua saldo's, een belangrijke oorzaak is het verschil in aantallen. Een andere oorzaak is de nauwere band voor de terugverdientijd bij nieuwbouw, deze is zodanig dat kosten en baten min of meer tegen elkaar wegvallen. Bij de bestaande bouw lopen de terugverdientijden sterk uiteen, waarbij grotere saldo's kunnen ontstaan.

Het saldo bij de duurzame opties staat op nul omdat geen penetratiegegevens beschikbaar zijn. Gezien de beperkte penetratie mogen, zoals bij huishoudens ook het geval is, echter geen grote saldo's verwacht worden.

Bij de dienstensector is sprake van een groot aantal positieve en negatieve kosten/baten saldo's bij de maatregelen per subsector, overall is er een negatief totaalsaldo. Echter, omdat vooral de maatregelen met een sterk negatief saldo geen milieumaatregelen zijn, komen de totale milieukosten uit op een positief bedrag van ongeveer *f* 14 mln. Als alleen de positieve bedragen worden opgeteld verdubbelt dit bedrag. Zoals eerder opgemerkt zijn de gepresenteerde bedragen maar een deel van de mogelijke (milieu)kosten vanuit alle voorgaande jaren.

6.4 Analyse

Inhoudelijke resultaten

De besparingsmaatregelen in de nieuwbouw van zowel woningen als gebouwen blijken veelal onrendabel te zijn volgens de definitie van de milieukostenmethodiek, namelijk met een langere simpele terugverdiëntijd van 3 resp. 5 jaar en zonder rekening te houden met subsidies. Deze maatregelen moeten dus meegenomen worden bij het bepalen van de milieukosten van besparingsmaatregelen.

Desondanks is de bijdrage van deze maatregelen aan de totale milieukosten laag, of soms zelfs negatief. De oorzaak ligt bij het hanteren van een lage rentevoet (5 tot hoogstens 10%) en een lange levensduur (10-25 jaar). Dit levert een kleine annuïteitfactor waarmee de investering wordt omgerekend naar kapitaalskosten. Bij maatregelen met een simpele terugverdiëntijd van meer dan 5 jaar kan het kosten/baten saldo dan in de buurt van nul uitkomen.

Bij maatregelen in de bestaande bouw verschillen tussen woningen en gebouwen qua effect op de milieukosten. Bij huishoudens vallen ze alle onder de definitie van milieumaatregel en leveren ze een aanzienlijk bijdrage aan de totale milieukosten. Bij de gebouwen vallen ze niet altijd onder de milieumaatregelen en leveren ze soms een sterk negatieve bijdrage in geld aan de totale milieukosten.

Verwacht mag worden dat in de industrie de terugverdiëntijden korter zijn, ook hier zullen de netto milieukosten laag zijn en waarschijnlijk zelfs negatief. Gezien de aanscherping van normen in de gebouwde omgeving mag verwacht worden dat het milieukostensaldo in de gebouwde omgeving zich de komende jaren minder gunstig zal ontwikkelen (minder negatief en/of sterker positief).

Methodische aspecten

Het totale kosten/baten saldo van alle besparingsmaatregelen is gunstiger (minder positief of meer negatief) dan het saldo van de deelverzameling die behoort tot de milieumaatregelen. Dit is te verwachten daar juist de maatregelen met een sterk negatief kosten/baten saldo de kortste terugverdiëntijd zullen hebben, dus niet gelden als milieumaatregel en dus niet meetellen in de totale milieukosten. Anders gesteld: het meenemen van alle besparingsmaatregelen i.p.v. alleen de milieumaatregelen leidt tot hogere totale bruto kosten maar, omdat de baten relatief nog sterker toenemen, tot lagere totale netto kosten.

Omdat de netto kosten een saldo zijn van twee relatief grote getallen met een tegengesteld teken zijn de hier gepresenteerde resultaten gevoelig voor relatief kleine afwijkingen in de investeringsbedragen, hoeveelheid besparing en hoogte van de energieprijzen. Indien betere cijfers beschikbaar zouden komen, of verder wordt gededesaggreerd, kunnen de cijfers per maatregel sterk veranderen. Anderzijds mag verwacht worden dat de mutaties bij verschillende maatregelen elkaar enigszins uitvlakken. Dit betekent dat de totale bedragen per sector niet zo sterk zullen veranderen.

De hier gepresenteerde cijfers kunnen sterk wijzigen bij andere energieprijzen. Dit betekent dat maatregelen die nu als milieumaatregel zijn benoemd in een volgend analysejaar niet meer aan het criterium voldoen, of andersom. Ook de totale kosten/baten saldo's zullen dan sterk kunnen wijzigen.

Een belangrijke oorzaak van de positieve kosten bij bestaande woningen is het aanbrengen van glasisolatie. De reden voor dit 'oneconomische' gedrag is het comfortaspect van glasisolatie. Mogelijk zou men, conform de uitgangspunten van de milieukostenmethodiek, glasisolatie niet meer moeten zien als een milieumaatregel, maar als een comfortverhogende maatregel, met als bijproduct energiebesparing.

7. STRUCTURELE VERVOLGAANPAK

7.1 Inleiding

Onderhavige studie is een eerste aanzet om de totale kosten/baten, en de milieukosten, vast te stellen van in een recent jaar genomen besparingsmaatregelen. Het is de bedoeling dit structureel te gaan doen, zoals jaarlijks het geval is bij de 'klassieke' milieumaatregelen. Een structurele aanpak betreft de volgende soorten werkzaamheden:

- aanvulling ontbrekende informatie,
- verbetering van de aanpak en methodiek
- opstellen lijst van milieumaatregelen en update,
- bepaling van de cumulatieve milieukosten.

Wat betreft het eerste punt worden de geconstateerde leemten in de beschikbare gegevens en onvoldoende kwaliteit van de gegevens in kaart gebracht. Daarna wordt ingegaan op gebleken noodzakelijke bijstellingen van het milieukostensysteem, waaronder de merites van het hanteren van een vaste lijst van besparingsmaatregelen. Het laatste punt betreft het in volgende jaren verwerken van de jaarlijks gevonden resultaten in een totaalbeeld over een periode.

Het voorgaande mondt uit in een globaal plan van aanpak, waarin aan de orde komt welke extra gegevens nodig zijn, welke (nieuwe) bronnen daarvoor benut kunnen worden, welke partijen een rol zouden kunnen spelen, etc.

Het werk heeft twee verschillende doelen: bepalen van de totale kosten/baten van alle besparingsmaatregelen en bepalen van de milieukosten van geselecteerde maatregelen. Toch wordt er bij de aanpak geen onderscheid gemaakt tussen de milieukostenbesparingsmaatregelen en de overige besparingsmaatregelen bij de knelpunten t.a.v. gegevens en het plan van aanpak. In de gebouwde omgeving blijken namelijk (in 1998) bijna alle besparingsmaatregelen milieumaatregelen te zijn. Bij de industrie wordt wel gefocust op de besparingsopties als milieumaatregel, de afwijkende CBS-aanpak hierbij is al aan de orde gekomen in Hoofdstuk 5.

7.2 Beschikbaarheid/bruikbaarheid informatie

Per sector en groep maatregelen kan het volgende beeld worden geschetst t.a.v. de beschikbaarheid en bruikbaarheid van de informatie.

Huishoudens (zie Tabel 7.1)

Nieuwbouw: EPN-pakket:

- Besparing en kosten: goed te bepalen, ook naar type woning, door middel van EPN-modelberekeningen.
- Penetratie: het totaal aantal nieuwbouwwoningen is bekend, de uitsplitsing naar type woning (met eigen pakket) kan indirect worden afgeleid, maar is minder betrouwbaar.

Bestaande bouw, isolatiemaatregelen:

- Besparing en kosten: goed te bepalen, ook op verschillende detailniveaus, door middel van EPA-modelberekeningen. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden naar zowel soort isolatie (glas-, muur-, dak- en vloerisolatie) als naar type (dubbel glas, HR-glas, HR+-glas, HR++-glas).
- Penetratie: de jaarlijkse toename van het aantal genomen isolatiemaatregelen is onzeker vanwege de te kleine steekproefgrootte (BAK, N = 3000) en, soms, door ondeskundigheid bij de invullers. Om naast het soort isolatiemaatregel ook het type vast te stellen is grotere steekproef noodzakelijk en deskundige invulling, bijv. via subsidieregelingen.

Tabel 7.1 *Overzicht kwaliteit informatie bij Huishoudens*

| | Besparing | Kosten | Penetratie | Opmerkingen |
|-----------------------|-----------|--------|------------|------------------------------|
| Nieuwbouw | | | | |
| - EPN-pakket | ++ | ++ | + | Penetratie geldt voor pakket |
| Bestaande bouw | | | | |
| - isolatiemaatregelen | + | + | 0 | |
| - conversie | + | + | +/- | HR-ketel, warmtepomp |
| Apparaten | | | | |
| - met label | + | + | 0 | A/B t.o.v. C-label |
| - zonder label | - | - | - | |
| Duurzame opties | | | + | Totale bouw bekend |
| - bestaande bouw | ++ | + | 0 | |
| - nieuwbouw | ++ | ++ | 0 | |

++ = goed, + = redelijk, 0 = matig, - = beperkt en -- = slecht

Bestaande bouw, conversie:

- Besparing: voor de ketels goed te bepalen, ook op verschillende detailniveaus, door middel van modelberekeningen. Praktijkrendementen van warmtepompen zijn minder goed bekend.
- Kosten: voor de ketels goed te bepalen. Voor warmtepompen minder goed te bepalen door grotere spreiding in meerinvesteringen.
- Penetratie: de jaarlijkse toename van de conversiesystemen is met de huidige monitoring niet te bepalen door de beperkte steekproefgrootte (BAK, N = 3000). De jaarlijkse toename wordt hier via subsidieregelingen bepaald.

Apparaten met energielabel:

- Besparing en kosten: goed en gedetailleerd te bepalen. Voor koel- en vriesapparatuur tijdrovende correcties voor verschillen in grootte noodzakelijk. Een toekomstig knelpunt is een up-to-date overzicht van alle op de markt zijnde apparaten. Er zijn verkoopdata noodzakelijk voor het bepalen van de gemiddelde besparing. Verkoopdata zijn echter alleen beschikbaar voor koel- en vriesapparatuur.
- Penetratie: de jaarlijkse toename is via monitoring niet te bepalen door de beperkte steekproefgrootte (BEK, N=3000) en de beperkte vraagstelling (geen onderscheid naar energieklasse). Alleen voor koel- en vriesapparatuur zijn verkoopdata aanwezig. Via subsidieregelingen is een ruwe schatting mogelijk van de aantallen A-label apparaten maar marktaandeelen van de overige energieklassen zijn via deze methode niet te bepalen.

Apparaten zonder energielabel:

- Besparing, kosten en penetratie: geen gegevens beschikbaar en niet eenvoudig alsnog te verkrijgen. Verwacht mag worden dat energielabels in de nabije toekomst ook voor (een deel van) audio- en videoapparatuur gaat gelden.

Duurzame opties (nieuwbouw en bestaande bouw):

- Besparing: goed bekend (praktijkmetingen en modelberekeningen).
- Kosten: goed bekend voor nieuwbouw, bij de bestaande bouw een grotere marge vanwege onzekere installatiekosten.
- Penetratie: het totaal bij woningen is goed te bepalen via subsidieregelingen, het onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw ligt moeilijker.

Dienstensector

In Tabel 7.2 staat een overzicht van de in dit onderzoek geraadpleegde bronnen. Tabel 7.3 geeft een overzicht van de knelpunten en mogelijke aanpak.

Tabel 7.2 *Overzicht van gebruikte bronnen Dienstensector*

| | Besparing | Kosten | Penetratie |
|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| Nieuwbouw EPN pakketten | DHV/Novem, per type voorbeeldgebouw | DHV/Novem, gemiddelde alle gebouwtypen | Maandstatistiek Bouwnijverheid CBS |
| Bestaande bouw Diverse maatregelen | EnergieNed (U-MAP), per sector | Nationaal DUBO pakket, per sector | EnergieNed enquête |
| Totale bouw WKK en Duurzaam | Senter, EIA/EINP | Senter, EIA/EINP | Senter, EIA/EINP |

Algemeen:

- Kosten: de besparing op energiekosten wordt bepaald aan de hand van de besparing in m³ of kWh en de energieprijzen. De energieprijzen verschillen per subsector. Voor het aandeel klein en grootverbruikerstarief is nu gebruik gemaakt van de Energierekening van CBS uit 1992, deze is nadien niet meer gepubliceerd.

Nieuwbouw, EPN-pakketten:

- Besparing: bepaald aan de hand van kentallen voor voorbeeldgebouwen t.o.v. de gangbare bouwpraktijk.
- Kosten: de kosten per bespaarde hoeveelheid energie variëren per type voorbeeld gebouw, m.n. door de grootte. Vanwege het geringe aantal voorbeeldgebouwen is verder gewerkt met gemiddelde kosten per m² vloeroppervlak.
- Penetratie: het nieuwbouwvolume, in m² vloeroppervlak, is bekend per type gebouw, uitgezonderd sport-, bijeenkomst en cellen-gebouwen. Niet bekend is op welke manier deze nieuwbouwcijfers per bouwtype vertaald kunnen worden naar de bijbehorende sectoren. Kantoren worden bijvoorbeeld gebouwd voor verschillende sectoren (zie ECN-rapport 'Energiegebruik van gebouwgebonden energiefuncties in de Utiliteitsbouw').

Bestaande bouw, diverse maatregelen:

- Besparing: bepaald aan de hand van de werkgroep U-MAP van EnergieNed, omgerekend naar een besparing per m² vloeroppervlak.
- Kosten: naast het DUBO-pakket is gebruik gemaakt van de MJA-supermarkten en ICARUS-gegevens. De kosten zijn omgerekend naar f/m² vloeroppervlak. De gegevens in het Nationaal DUBO pakket geven kosten voor de toepassing van maatregelen in de bestaande bouw zonder een duidelijke referentie. De referentie kent reeds een verschillende mate van isolatie, afhankelijk van de bouwperiode van het bestaande gebouw en de toen gangbare bouwpraktijk. Bij ECN zijn daarover gegevens bekend. De extra investering voor bijv. na-isolatie tot Rc = 3 kan dus variëren afhankelijk van de leeftijd van het gebouw. Per bouwperiode moet dan worden bepaald wat de kosten van besparingsmaatregelen zijn. De indeling van bouwperiodes moet aansluiten bij de bouwperiodes waarover penetratiegegevens bekend zijn.
- Penetratie: het percentage organisaties per sector dat een bepaalde maatregel in een jaar heeft toegepast is vertaald in een vloeroppervlak waarvoor de besparingsmaatregel geldt. ECN heeft alleen de beschikking over de EnergieNed enquête m.b.t. penetratie van besparingsmaatregelen in 1995. De gegevens over 1996 tot en met 1998 zijn niet openbaar beschikbaar. De enquête zal na 2000 niet meer landelijk worden uitgevoerd, maar per energieleverancier.

Tabel 7.3 *Overzicht van knelpunten in de Dienstensector*

| | Besparing (baten) | Kosten | Penetratie |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Algemeen | Uiteenlopende tarieven per subsector | | |
| Nieuwbouw, EPN- pakketten | | | Nieuwbouwcijfers per gebouwtype en sector |
| Bestaande bouw, diverse maatregelen | | Kosten DUBO pakket naar bouwperiode ³ | Openbaarheid continuïteit |
| Totale bouw, WKK en Duurzaam | Per kW (i.p.v. per f investering) | Kentallen per kW vermogen, SBI-code fysieke installatie | EnergieNed enquête Dekkingsgraad Senter, monitoring DE via Ecofys en WKK via CBS? |

Totale bouw, WKK en duurzaam:

- Besparing: voor de besparing door toepassing van WKK en duurzame energie is nu uitgegaan van kentallen voor besparing per geïnvesteerde gulden die door Senter worden gehanteerd om het besparingspotentieel van de EIA/EINP aanvragen te bepalen. Door ECN is niet nagegaan hoe betrouwbaar die kentallen zijn. Het lijkt beter een kental te hanteren voor de besparing per eenheid vermogen bij WKK, zonnecollectoren, PV of warmtepompen. De investeringskosten van deze opties kunnen immers veranderen, zonder dat de besparing verandert. De besparing is ook afhankelijk van de bedrijfstijd in een sector. Voor een betere inschatting van de besparing door duurzame energie kan wellicht gebruik gemaakt worden van kentallen uit het Protocol Monitoring Duurzame Energie of uit de monitoringactiviteiten op dit gebied.
- Kosten: de kostencijfers zijn nu ontleend aan de EIA/EINP aanvragen van Senter. Alleen de totale investering voor een specifieke technologie (bv. WKK) en het aantal aanvragen per SBI-sector zijn bekend en betrouwbaar. Het aantal aanvragen zegt echter nog niets over het aantal installaties. Uit de gegevens blijkt ook dat de ene aanvraag betrekking heeft op een veel hoger investeringsbedrag dan de andere aanvraag, ook al gaat het om precies dezelfde technologie. Voor het bepalen van de energiekosten en de penetratie is het van belang het aantal installaties of het vermogen te weten. Het totale bedrag per technologie volgens Senter geeft slechts een ondergrens voor de totale milieukosten vanwege de onbekende dekkingsgraad en de leaseconstructies (zie Penetratie).
- Penetratie: probleem bij Senter gegevens is de dekkingsgraad, d.w.z. hoeveel maatregelen worden uitgevoerd zonder subsidieverlening. De toedeling aan subsectoren wordt bemoeilijkt door leaseconstructies, waardoor bijv. WKK-installaties in de banksector worden geregistreerd. Voor WKK vormt CBS mogelijk een alternatief (publicatie NEH). Wat betreft duurzame opties geldt dat Ecofys in 1999 de opdracht heeft gekregen om de penetratie van duurzame energie te monitoren en daarover in 2000 voor het eerst te rapporteren. Onderzocht moet worden in hoeverre de gegevens bruikbaar zijn voor het bepalen van de milieukosten.

Overige sectoren

Voor de land- en tuinbouw wordt verwezen naar Paragraaf 5.3 over de LEI/DLO-gegevens. Voor de Senter-informatie in kader van de uitvoering van EIA- en VAMIL-regeling wordt verwezen naar de opmerkingen bij de utiliteitsbouw.

7.3 Aanpassingen methodiek

Op basis van de ervaringen met het voor de eerste maal bepalen van de milieukosten van besparingsmaatregelen wordt een aanpassing van de methodiek voorgesteld op de volgende punten.

Aanscherping criteria voor milieumaatregel

Volgens de criteria van de milieukostenmethodiek (zie Hoofdstuk 2) zijn door het beleid afgedwongen maatregelen per definitie milieumaatregelen, maatregelen met een simpele terugverdientijd van minder dan 3 of 5 jaar zijn echter geen milieumaatregel. In de hier uitgevoerde analyse is gebleken dat maatregelen, die in het kader van de EPN worden genomen, soms een lage terugverdientijd hebben. Volgens het eerste criterium zouden ze dus een milieumaatregel zijn, volgens het tweede criterium echter juist niet. Voor maatregelen, genomen in het kader van de MJA's, is waarschijnlijk nog vaker sprake van deze tegenstelling.

Verder moet opgemerkt worden dat recent is afgesproken dat in de milieuvergunning alle (rendabele) maatregelen met een terugverdientijd van minder dan 5 jaar verplicht worden gesteld. Ook hier is een tegenstelling zichtbaar tussen de criteria 'afgedwongen door het beleid' (en dus een milieumaatregel) en 'voldoende rendabel' (en dus geen milieumaatregel).

Voorgesteld wordt om het criterium 'afgedwongen door het beleid' alleen betrekking te laten hebben op klassieke milieumaatregelen, waarbij slechts sprake is van kosten, en niet op besparingsmaatregelen, waarbij ook (grote) baten optreden. Voor besparingsmaatregelen in het kader van een EPN of MJA, of een milieuvergunning, geldt dus als criteria alleen 'state of the art' en/of een bepaalde simpele terugverdientijd.

Nadere keuze aggregatieniveau

Uit praktische overwegingen is hier vaak gekozen voor een hoog aggregatieniveau. Als de gemiddelde maatregel voldoende rendabel is zijn er dan geen milieukosten aan verbonden. Als er echter een relatief dure segmenten bestaan, zouden deze segmenten wel leiden tot milieukosten. Dit lijkt het geval bij bijv. de EPN-eisen voor flats. Telkens zal bekeken moeten worden welke fout mogelijk gemaakt wordt door een te hoog aggregatieniveau te kiezen.

Lijst van besparingsmaatregelen en cumulatieve milieukosten

De opgestelde lijst van besparingsmaatregelen die (voor 1998) gelden als een milieumaatregel zal ook gebruikt worden om in de volgende jaren de milieukosten van besparingsmaatregelen te bepalen. Omdat door technische en kostenontwikkelingen in de loop der tijd besparingsopties afvallen en gehele nieuwe opties een rol gaan spelen wordt om de vijf jaar de lijst aangepast. Dit houdt in dat opnieuw een lijst van onrendabele maatregelen moet worden vastgesteld. Deze nieuwe lijst geldt weer voor een vijftal jaren.

De in het verleden gedane investeringen in 'klassieke' milieumaatregelen worden, totdat de levensduur van de maatregel voorbij is, met een annuïteitenfactor omgerekend naar jaarlijkse kosten. De jaarlijkse kosten van eenmaal gerealiseerde maatregelen liggen vast. Een sommatie van deze uitgesmeerde kosten van investeringen, gedaan in de voorgaande 10-25 jaar, levert de z.g. cumulatieve milieukosten in een bepaald jaar op. Op twee punten wijkt de aanpak bij besparingsmaatregelen hiervan af:

- Jaarlijks moeten de energiebatens opnieuw berekend worden voor vroeger gerealiseerde besparingsmaatregelen.
- Bij het herzien van de lijst van besparingsmaatregelen treden mogelijk trendbreuken op in de mee te nemen milieumaatregelen.

Bij eenmaal genomen besparingsmaatregelen wordt ervan uitgegaan dat de besparing gelijk blijft over de levensduur, de besparingsbaten in geld liggen echter niet vast. Bijvoorbeeld bij een stijgende energieprijs zullen de netto milieukosten van in het verleden genomen maatregelen dalen. Voor alle in het verleden gedane besparingsmaatregelen moeten dus, voorzover de levensduur niet is overschreden, de actuele energiebatens worden bepaald aan de hand van de energieprijzen in het jaar waarvoor de milieukosten worden bepaald.

Het herzien van de lijst met milieumaatregelen op besparingsgebied kan diverse gevolgen hebben voor de bepaling van de cumulatieve milieukosten. Ten eerste kan een trendbreuk optreden in de milieukosten van in jaarlijks genomen maatregelen omdat de nieuwe lijst sterk afwijkt van de oude. Ten tweede ontstaat de vraag volgens welk pakket de cumulatieve kosten worden bepaald. Indien maatregelen van de lijst verdwijnen zouden ook de nog lopende kosten uit eerdere jaren ineens niet meer meetellen. Anderzijds zouden bij nieuwe maatregelen op de lijst ook de kosten vanuit eerdere jaren ineens erbij komen.

Voorgesteld wordt voorlopig geen vaste lijst te hanteren van geselecteerde besparingsmaatregelen. In de niet door CBS geënquêteerde sectoren (huishoudens, diensten en land- en tuinbouw) worden dus alle genomen besparingsmaatregelen beschouwd bij het bepalen van de (milieu)kosten. Door deze aanpak wordt het mogelijk achteraf volgens nog nader te kiezen methoden de cumulatieve milieukosten van deze maatregelen te bepalen. Een bijkomende reden is dat in de praktijk blijkt dat bij huishoudens en diensten bijna alle maatregelen al onder de definitie van milieumaatregel vallen. En voorzover dat niet het geval is moeten de kosten en baten van deze maatregelen toch eerst beschouwd worden om tot een selectie te komen.

Het voorstel sluit ook aan bij de inmiddels gekozen aanpak bij de industrie door het CBS (zie ook Paragraaf 7.4.1), waarbij de verbruikers zelf ieder jaar moet bepalen of het een milieumaatregel betreft.

7.4 Plan van aanpak gegevensverzameling

7.4.1 Gegevensverzameling CBS bij bedrijven

Bij de aanpak van de gegevensverzameling moet onderscheid gemaakt worden tussen:

- huishoudens en dienstensector,
- land- en tuinbouw,
- industrie, energiebedrijven, etc.

Bij de industrie wordt reeds jaren door het CBS een enquête uitgevoerd naar milieukosten, zij het niet voor besparingsmaatregelen. Bij de huishoudens en dienstensector worden geen enquêtes uitgevoerd naar milieukosten, hier is dus een andere aanpak nodig. Bij de land- en tuinbouw vinden steekproeven en enquêtes plaats door het LEI, waarvan de resultaten gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de milieukosten.

Van groot belang voor het plan van aanpak is de gekozen aanpak voor milieukosten bij bedrijven. In Hoofdstuk 5 zijn de mogelijkheden nader beschouwd. N.a.v. de discussie hierover is gebleken dat een koppeling tussen elders verzamelde informatie over industriële besparingsmaatregelen en de CBS-milieukostenenquête veel praktische problemen met zich mee zou brengen. Dit heeft ertoe geleid dat gekozen is voor uitbreiding van de bestaande enquête met het onderwerp energiebesparing. Een andere keuze bij bedrijven betrof het bepalen van alleen de milieukosten van geselecteerde besparingsmaatregelen of het tevens bepalen van de kosten en baten van alle besparingsmaatregelen. Besloten is voor het eerste. Het plan van aanpak betreft dus huishoudens, diensten en land- en tuinbouw.

7.4.2 Algemene aanpak langere termijn

Er kunnen drie manieren van gegevensverzameling worden onderscheiden:

- a. enquêtes onder gebruikers van de systemen,
- b. inspectie of meting door deskundige waarnemers,
- c. invullen van gegevens over besparingsmaatregelen bij aanvragen voor financiële steun.

De eerste manier werkt slecht bij het bepalen van de penetratiegraad en kenmerken van bepaalde moeilijk waarneembare maatregelen, zoals spouwmuurisolatie. Bij de andere opties is een enquête wel geschikt om de penetratiegraad vast te stellen en de apparaatkenmerken. Ze is zeer geschikt om kenmerken van de gebruikers zelf te inventariseren, welke medebepalend zijn voor de werkelijk gerealiseerde besparing. De hierbij verzamelde kostencijfers zullen niet altijd betrouwbaar zijn, tenzij het om eigen aankopen van de geënquêteerde gaat. Voorwaarde voor goede resultaten is dat de response redelijk hoog is, zodat de antwoorden representatief zijn.

De technische waarneming werkt het beste bij gebouwgebonden maatregelen die veraf staan van de gebruiker, zoals binnenklimaatvoorzieningen, muurisolatie, etc. De penetratiegraden kunnen zeer goed vastgesteld worden, evenals de specifieke toepassingen. De methode is minder geschikt voor het verkrijgen van inzicht in de besparing op het verbruik van apparaten die dagelijks door de bewoners van het gebouw/woning worden gebruikt. Kostengegevens zullen via de beheerder van het gebouw/woning verzameld moeten worden, of via de leverancier/installateur.

Steunaanvragen zijn vooral geschikt voor het verkrijgen van kostengegevens en, eventueel, de specificaties van de besparingsoptie. Het functioneren, en daarmee de werkelijke besparing, blijft buiten beeld. De penetratiegraad kan op deze manier niet goed worden waargenomen omdat veelal de dekkingsgraad van de steunaanvragen niet bekend is. Het voordeel van aansluiting bij steunaanvragen is de gemakkelijke toegang tot potentiële toepassers, dus lage inventarisatiekosten.

Globale vervolgaanpak

De volgende aanpak wordt voorgesteld voor de langere termijn (voor concrete acties wordt verwezen naar Paragraaf 7.4.3):

1. Zoveel mogelijk aansluiten bij de bestaande bronnen en monitoring-activiteiten van CBS (bijv. WKK-gegevens), KWR, BAK en BEK, EIM (utiliteitsbouw), SENTER en Novem.
2. Bestaande bronnen beter benutten, bijv. ontsluiten van de database van het LEI t.b.v. het bepalen van de milieukosten en het beschikbaar krijgen van de, in het kader van de MJA-afspraken door Novem verzamelde, gegevens over gerealiseerde maatregelen in de industrie (na een zekere verjaringstermijn en in een versleutelde vorm).
3. De monitoring van het recent ingevoerde labelsysteem voor elektrische apparaten wordt zodanig opgezet dat hieruit de extra besparings- c.q. milieukosten te bepalen zijn.
4. Er wordt ingesprongen op nieuwe activiteiten t.a.v. gegevensverzameling, bijv. in het kader van het volgen van de voortgang van de EPN en het EPA.
5. Nader wordt onderzocht in hoeverre het systeem van verwijderingsbijdragen bij apparaten gebruikt kan worden t.b.v. het bepalen van de milieukosten van zuinige apparaten.
6. Hetzelfde geldt t.a.v. eventuele toekomstige activiteiten op het gebied van productefficiency (naast procesefficiency).
7. Er wordt maximaal gebruik gemaakt van de mogelijkheden die steunverlening, zoals door Senter (EIA), VROM (VAMIL) of Novem, biedt voor gegevensverzameling.
8. Bestaande gegevensverzameling wordt zo mogelijk bijgestuurd vanuit het oogpunt van milieukosten. Bijv. bij BEK en BAK uitgebreidere aandacht voor besparings- en kostenkenmerken van besparingsopties.
9. Indien de huidige opdrachtgever van een structurele gegevensverzameling deze niet meer wil voortzetten moet de opgebouwde expertise bij de uitvoerder behouden blijven door tijdige alternatieve financiering onder voorwaarde van publieke beschikbaarheid.

10. Indien dit alles niet genoeg resultaat oplevert, en de ontbrekende gegevens belangrijk zijn voor het totale kosten/baten beeld, worden nieuwe enquêtes uitgezet.
11. De enquêtes worden, met tussenpozen van een aantal jaren, gecombineerd met inspectie of meting om meer inzicht te verkrijgen in de stand van zaken. Bij huishoudens zou dit een gecombineerde BAK en KWR-aanpak kunnen zijn.

Hierbij is ervan uitgegaan dat voor de bedrijven die reeds kosten van 'klassieke' milieumaatregelen opgeven dit systeem adequaat uitgebreid kan worden met gegevens over de relevante besparingsmaatregelen (zie Hoofdstuk 5).

7.4.3 Concrete acties korte termijn

Naast de lange termijn aanpak moeten een aantal knelpunten op korte termijn opgelost worden. Per sector en toepassing kunnen de volgende acties ondernomen worden:

Huishoudens

- Nauwkeuriger bepalen van de toename van de penetratiegraad van maatregelen bij de bouw-schil van bestaande woningen, w.o. via de uitgekeerde Energiepremies.
- Bij inventarisaties onderscheid maken naar de aandelen van de nieuwe typen HR-ketels (HR-104 en HR-107).
- Bij monitoring duurzame bronnen onderscheid maken tussen nieuw- en bestaande bouw, en tussen zonneboiler en zonnecombi.
- Bepalen van de aantallen verkochte A-label apparaten via de uitgekeerde Energiepremies.
- Bepalen van de aantallen niet gesubsidieerde (bijv. B-label of zonder label) zuinige apparaten in kader evaluatie premieregeling.

Utiliteitsbouw

- EnergieNed/EIM-onderzoeken van na 1995 beschikbaar krijgen t.b.v. het bepalen van de penetratie van besparingsmaatregelen.
- Onderscheid nieuwbouw/bestaand maken bij de aanvragen voor subsidie (Senter) of de EnergieNed-enquête (milieukosten EPN-pakketten afzonderen).
- Bij de EIA-aanvragen moet ook gevraagd worden naar de SBI-code van de toepasser.
- Informatie verzamelen over de daadwerkelijk gerealiseerde pakketten, besparing en kosten in de praktijk, bijv. via monitoring per type gebouw.
- Onderzoek dekkingsgraad Senter/IEA-regeling via vergelijking met de EnergieNed enquête.
- Voor WKK aansluiting zoek bij jaarlijkse Novem/ECN-monitoring.

Land- en tuinbouw

- Nader overleg over ontsluiting van het BIN-systeem van het LEI en indien nodig aanpassen van de vraagstelling i.v.m. milieukosten.
- Als proef opstellen van een overzicht van de milieukosten voor 1998.
- Voor WKK aansluiting zoek bij jaarlijkse Novem/ECN-monitoring.

Industrie

- Onderzoek dekkingsgraad Senter/IEA-regeling via een vergelijking met de naar besparing uitgebreide CBS-milieukostenenquête.
- Checken van beschikbaar komende CBS-enquêtegegevens t.a.v. consistentie met de milieukostenmethodiek.
- Voor WKK aansluiting zoek bij jaarlijkse Novem/ECN-monitoring.

Partijen en activiteiten

Een effectieve monitoring-aanpak maakt enerzijds gebruik van alle beschikbare expertise en toegang tot data die er aanwezig is bij organisaties in Nederland, anderzijds moet er een centrale sturing zijn van de gegevensverzameling en -analyse.

Op basis van deze uitgangspunten kan het volgende beeld geschetst worden van de mogelijk rol van de partijen:

- CBS voor aanvullende gegevens over maatregelen bij bedrijven en voor WKK-gegevens.
- Novem voor gegevens over de ontwikkeling van WKK.
- KWR voor gegevens over besparing bij de bouwschil in de bestaande woningbouw.
- Uitvoerder BAK en BEK voor gegevens over energiesystemen bij huishoudens.
- EPN/EPA-organisaties voor gegevens over maatregelen bij nieuwbouw.
- LEI/DLO voor alle gegevens over de land- en tuinbouw.
- EIM voor gegevens over genomen besparingsmaatregelen in de bestaande utiliteitsbouw.
- SENTER voor gegevens over extra besparende systemen bij bedrijven.
- Novem voor (oudere) gegevens over maatregelen bij MJA-bedrijven en voor kencijfers van maatregelen in het algemeen.
- ECN voor gegevens over de kosten/baten van WKK, de energieprijzen per sector, investeringscijfers duurzame systemen, realisatie besparing bij EPN-woningen, etc.

APPENDIX A GEGEVENS HUISHOUDENS

Tabel A.1 *Meerinvesteringen, kosten en opbrengsten per type woning ten gevolge van de aanscherping van de EPC van 1,4 naar 1,2 (PRC, 1997)*

| Type woning | Meerinvestering ¹⁹ [f/woning] | Jaarlijkse besparing ²⁰ [f/woning] |
|-----------------------------------|---|--|
| Seniorenwoning | 1150 | 137 |
| Tussenwoning 1 | 1575 | 163 |
| Tussenwoning 2 (Novem referentie) | 1775 | 181 |
| 2/1-kap woning | 2200 | 256 |
| portiekwoning | 2150 | 167 |
| etageflat (gestapelde hoogbouw) | 7500 | 173 |

Tabel A.2 *Meerinvestering EPN-pakket bij aanscherping EPC van 1,2 naar 1,0 (Novem, 1998a)*

| | Meerinvestering [f] | Daling EPC-waarde | Terugverdientijd [jaar] | [f/0,1 EPC-punt] |
|--------------|------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| Galerij | 3078 | 0,20 | 25 | 1539 |
| Tussenwoning | 3428 | 0,20 | 18 | 1714 |
| 2/1 kap | 4126 | 0,20 | 17 | 2063 |

Tabel A.3 *Investeringen isolatiemaatregelen en efficiënte aanbodsysteem (EPA, 1999; DAMEN, 1998; Jeeninga et al. 1999; EZ, 1999a)*

| Maatregel | (Meer-) investering [f/m ²] | (Meer-) investering [f/woning] | Subsidie [f/woning] |
|---------------------------|--|-----------------------------------|------------------------|
| Buitenmuurisolatie | 200 | 7800 | 275 |
| Spouwmuurisolatie | 30 | 1200 | 150 |
| Dubbel glas | 183 | 2400 | - |
| HR-glas | 200 | 2600 | - |
| HR ⁺ -glas | 205 | 2250 | 190 |
| HR ⁺⁺ -glas | 230 | 2650 | 440 ²¹ |
| Dakisolatie | 75 | 4250 | 325 |
| Vloerisolatie (isoplaten) | 50 | 2350 | 180 |
| HR-ketel | - | 700 | 115 |

Tabel A.4 *Zonneboiler, nieuwbouw (bron: Novem 1998a)*

| | Meerinvestering [f] | Daling EPC-waarde | [f/0,1 EPC-punt] |
|--------------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| Klein 2,8 m ² | | | |
| Galerij | 4450 | 0,16 | 2781 |
| Tussenwoning | 4450 | 0,10 | 4450 |
| 2/1 kap | 4450 | 0,09 | 4944 |
| Groot 4,2 m ² | | | |
| Galerij | 4450 | 0,19 | 2342 |
| Tussenwoning | 4450 | 0,15 | 2967 |
| 2/1 kap | 4450 | 0,11 | 4045 |

¹⁹ Inclusief BTW.

²⁰ In (PRC 1997) wordt gerekend met een gasprijs van 0,62 cent per m³ aardgas. In deze studie wordt uitgegaan van 0,68 cent per m³. De jaarlijkse besparing is hiervoor gecorrigeerd.

²¹ Bestaande bouw.

Tabel A.5 *Zonnegascombi 2,8 m², 12 kW, nieuwbouw (Novem, 1998a)*

| | Meerinvestering [f] | Daling EPC-waarde | [f/0,1 EPC-punt] |
|--------------|------------------------|-------------------|------------------|
| Galerij | 3845 | 0,20 | 1922 |
| Tussenwoning | 3845 | 0,12 | 3204 |
| 2/1 kap | 3845 | 0,08 | 4806 |

Tabel A.6 *Zonnegascombi 2,8 m², 18 kW, nieuwbouw (Novem, 1998a)*

| | Meerinvestering [f] | Daling EPC-waarde | [f/0,1 EPC-punt] |
|--------------|------------------------|-------------------|------------------|
| Galerij | 4140 | 0,20 | 2070 |
| Tussenwoning | 4140 | 0,12 | 3450 |
| 2/1 kap | 4140 | 0,08 | 5175 |

Tabel A.7 *Zonnegascombi 5,4 m², 18 kW, nieuwbouw (Novem, 1998a)*

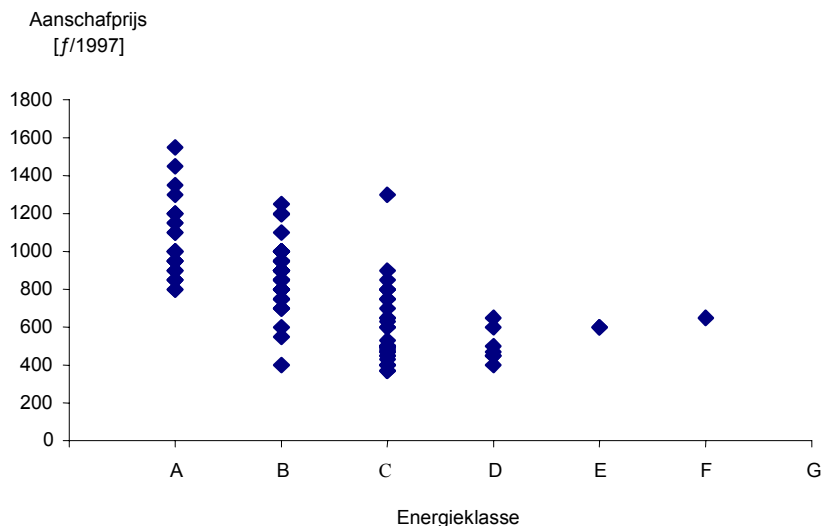
| | Meerinvestering [f] | Daling EPC-waarde | [f/0,1 EPC-punt] |
|--------------|------------------------|-------------------|------------------|
| Galerij | 5010 | 0,33 | 1518 |
| Tussenwoning | 5010 | 0,26 | 1927 |
| 2/1 kap | 5010 | 0,19 | 2637 |

Tabel A.8 *Opbrengst per type zonneboiler en zon-gascombi (EZ, 1998)*

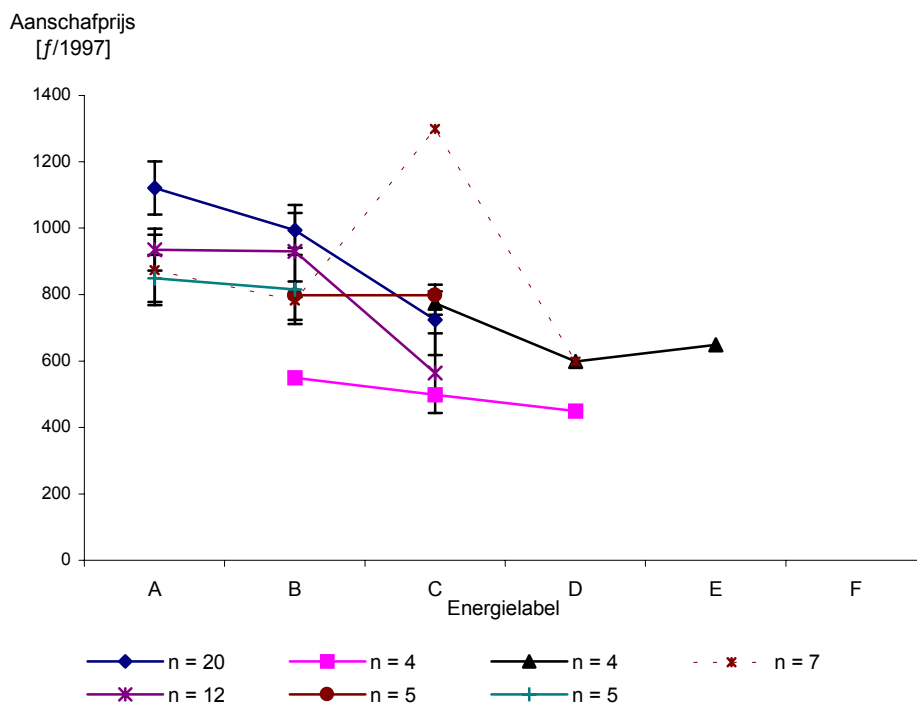
| Type | Collectoroppervlak [m ²] | Opbrengst [GJ/jaar] |
|---------------|---|------------------------|
| Zonneboiler | 2,83 | 3,80 |
| Zonneboiler | 4,23 | 4,40 |
| Zonnegascombi | 2,83 | 4,00 |
| Zonnegascombi | 5,4 | 5,64 |

Tabel A.9 *Warmtepomp, nieuwbouw (Novem, 1998a)*

| | Meerinvestering [f] | Daling EPC-waarde | [f/0,1 EPC-punt] |
|--------------|------------------------|-------------------|------------------|
| Galerij | 6059 | 0,12 | 5049 |
| Tussenwoning | 6059 | 0,10 | 6059 |
| 2/1 kap | 6059 | 0,09 | 6732 |



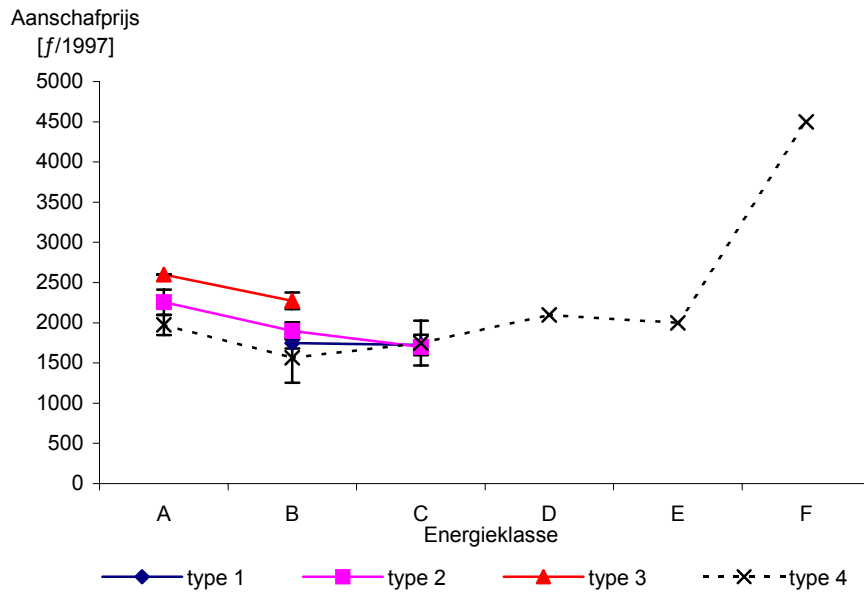
Figuur A.1 *Aanschafprijs tafelman model koelkast per energieklasse (klasse A: n = 27, klasse B: n = 45, klasse C: n = 37, klasse D: n = 7, klasse E: n = 2, klasse F: n = 1) (EnergieWijzer, 1997)*



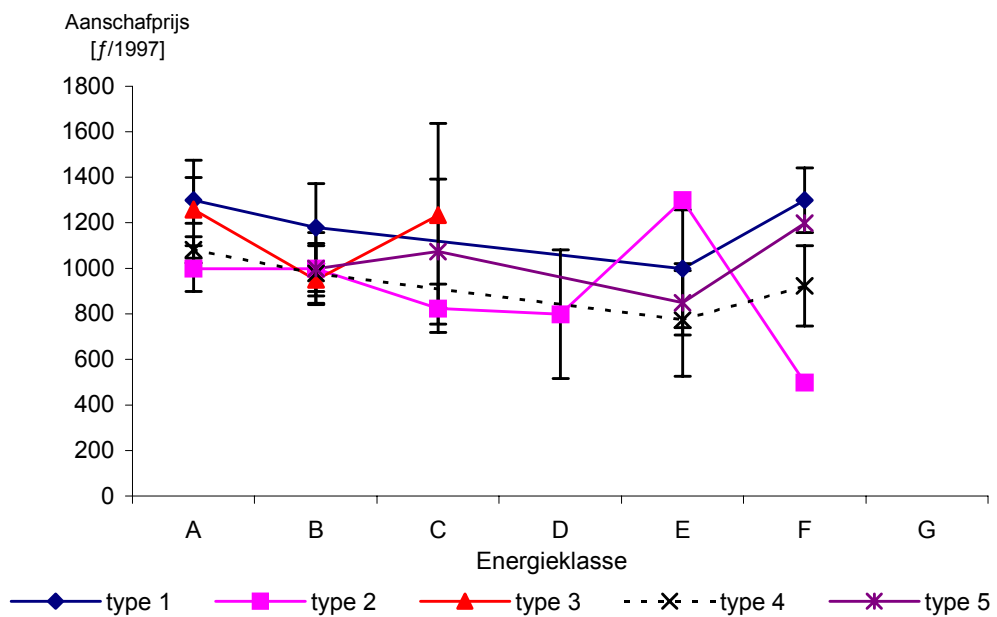
FiguurA.2 *Aanschafprijs tafelman model koelkast per merk (op basis van EnergieWijzer1997)*

Tabel A.10 *Meerinvestering energiezuinige tafelman model koelkasten*

| Ongecorrigeerd | Meerinvestering [f/1997] | Foutenmarge [f/1997] |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| - Meerinvesteringen A label t.o.v. B label | 171 | 254 |
| - Meerinvesteringen B label t.o.v. C label | 300 | 247 |
| <i>Na correctie voor merknaam</i> | | |
| - Meerinvesteringen A label t.o.v. B label | 64 | 251 |
| - Meerinvesteringen B label t.o.v. C label | 224 | 143 |



Figuur A.3 Gemiddelde aanschafprijs tweedeurs koel/vriescombinatie met gescheiden temperatuurregeling naar merknaam (op basis van EnergieWijzer, 1997)



Figuur A.4 Gemiddelde aanschafprijs diepvrieskist naar merknaam (op basis van EnergieWijzer, 1997)

APPENDIX B TERUGVERDIENTTIJD UTILITEITSBOUW

Terugverdientijd besparingsmaatregelen in de bestaande Utiliteitsbouw

Tabel B.1 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector groothandel*

| Maatregelen | Bruto investering | Jaarlijkse besparing | | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|--------------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | [f/m ² BVO] | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 2,02 | 2,4 | | 1,14 | 2 | 0 |
| Dakisolatie | 2,71 | 0,8 | | 0,40 | 7 | 1 |
| HR-ketel | 8,00 | 6,8 | | 3,23 | 2 | 0 |
| Muurisolatie | 26,40 | 1,1 | | 0,51 | 52 | 1 |
| Dubbele beglazing | 2,45 | 0,2 | | 0,09 | 26 | 1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 2,5 | | 1,20 | 3 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 6,6 | 1,41 | 1 | 0 |
| Koel en vriesmaatregelen | 0,05 | | 0,7 | 0,14 | 0 | 0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | | 3,9 | 0,85 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 5,21 | 1,4 | | 0,67 | 8 | 1 |
| Spaarlampen | 1 | | 12,3 | 2,65 | 0 | 0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,67 | 1,4 | | 0,67 | 1 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 9,0 | | 4,31 | 2 | 0 |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 1,6 | 0,35 | 59 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 1,6 | 0,35 | 71 | 1 |
| HF-voorschakel | 14,44 | | 13,15 | 2,83 | 5 | 1 |

Tabel B.2 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector detailhandel*

| Maatregelen | Bruto investering | Jaarlijkse besparing | | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|--------------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | [f/m ² BVO] | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,76 | 0,7 | | 0,37 | 2 | 0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,3 | | 0,17 | 10 | 1 |
| HR-ketel | 8,00 | 2,0 | | 1,05 | 8 | 1 |
| Muurisolatie | 13,20 | 0,3 | | 0,17 | 77 | 1 |
| Dubbele beglazing | 1,11 | 0,1 | | 0,03 | 38 | 1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,8 | | 0,39 | 10 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 5,5 | 1,17 | 1 | 0 |
| Koel en vriesmaatregelen | 0,0 | | 0,1 | 0,03 | 0 | 0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | | 0,7 | 0,16 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,3 | | 0,17 | 11 | 1 |
| Spaarlampen | 1 | | 10,0 | 2,15 | 0 | 0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,20 | 0,4 | | 0,22 | 1 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 2,7 | | 1,39 | 6 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 0,9 | 0,20 | 107 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 0,9 | 0,20 | 128 | 1 |
| HF-voorschakel | 14,44 | | 6,1 | 1,30 | 11 | 1 |

Tabel B.3 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector autoreparatiebedrijven*

| Maatregelen | Bruto investering [f/m ² BVO] | Jaarlijkse besparing | | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|------------------------|--|---|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,54 | 0,8 | | 0,40 | 1 | 0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,4 | | 0,18 | 9 | 1 |
| HR-ketel | 8,00 | 2,2 | | 1,13 | 7 | 1 |
| Muurisolatie | 13,20 | 0,4 | | 0,18 | 71 | 1 |
| Dubbele beglazing | 1,11 | 0,1 | | 0,03 | 35 | 1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,8 | | 0,42 | 10 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 4,1 | 0,87 | 1 | 0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | | 0,5 | 0,12 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,4 | | 0,18 | 11 | 1 |
| Spaarlampen | 1 | | 7,4 | 1,60 | 1 | 0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,2 | 0,5 | | 0,24 | 1 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 2,9 | | 1,51 | 6 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 0,7 | 0,15 | 145 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 0,7 | 0,15 | 172 | 1 |
| HF-voorschakel | 14,44 | | 4,5 | 0,97 | 15 | 1 |

Tabel B.4 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector horeca*

| Maatregelen | Bruto Investering [f/m ² BVO] | Jaarlijkse besparing | | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|--------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,56 | 0,8 | | 0,39 | 1 | 0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,3 | | 0,16 | 11 | 1 |
| HR-ketel | 8,00 | 7,6 | | 3,91 | 2 | 0 |
| Muurisolatie | 14,85 | 0,4 | | 0,18 | 83 | 1 |
| Dubbele beglazing | 2,77 | 0,3 | | 0,17 | 16 | 1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,8 | | 0,41 | 10 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 1,1 | 0,23 | 4 | 1 |
| Koel en vriesmaatregelen | 0,1 | | 1,3 | 0,27 | 0 | 0 |
| Mechanische koeling | 0,0 | | 7,5 | 1,62 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,3 | | 0,16 | 12 | 1 |
| Spaarlampen | 1,00 | | 7,5 | 1,62 | 1 | 0 |
| Doorstroombegrenzers | 1,9 | | 4,0 | 0,87 | 2 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 2,9 | | 1,46 | 6 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 0,1 | 0,03 | 726 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 0,1 | 0,03 | 864 | 1 |
| HF-voorschakel | 9,50 | | 1,1 | 0,23 | 41 | 1 |

Tabel B.5 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector kantoren overheid*

| Maatregelen | Bruto Investering [f/m ² BVO] | Jaarlijkse besparing | | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,83 | 1,4 | | 0,54 | 2 | 0 |
| Dakisolatie | 1,11 | 2,5 | | 0,96 | 1 | 0 |
| HR-ketel | 8,00 | 4,0 | | 1,53 | 5 | 1 |
| Muurisolatie | 11,55 | 3,4 | | 1,30 | 9 | 1 |
| dubbele beglazing | 3,26 | 1,9 | | 0,74 | 4 | 0 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 1,5 | | 0,57 | 7 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 8,0 | 1,72 | 1 | 0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | | 2,0 | 0,43 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1,27 | 2,5 | | 0,96 | 1 | 0 |
| Spaarlampen | 1 | | 4,3 | 0,92 | 1 | 0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,2 | 0,5 | | 0,20 | 1 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 5,3 | | 2,04 | 4 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 2,3 | 0,49 | 43 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 2,3 | 0,49 | 51 | 1 |
| HF-voorschakel | 13,59 | | 9,2 | 1,97 | 7 | 1 |

Tabel B.6 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector onderwijs*

| Maatregelen | Bruto Investering [f/m ² BVO] | Jaarlijkse besparing | | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,11 | 0,7 | | 0,32 | 0 | 0 |
| Dakisolatie | 1,36 | 0,8 | | 0,36 | 4 | 0 |
| HR-ketel | 8,00 | 2,0 | | 0,90 | 9 | 1 |
| Muurisolatie | 25,22 | 1,9 | | 0,85 | 30 | 1 |
| dubbele beglazing | 10,20 | 1,5 | | 0,70 | 15 | 1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,7 | | 0,34 | 12 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 1,79 | 0,39 | 3 | 0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | | 0,5 | 0,11 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1,91 | 1,0 | | 0,44 | 4 | 0 |
| Spaarlampen | 1 | | 0,6 | 0,12 | 8 | 1 |
| Doorstroombegrenzers | 0,12 | 0,3 | | 0,12 | 1 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 2,7 | | 1,21 | 7 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 0,60 | 0,13 | 163 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 0,60 | 0,13 | 194 | 1 |
| HF-voorschakel | 13,59 | | 2,39 | 0,51 | 26 | 1 |

Tabel B.7 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor sector intramurale gezondheidszorg*

| Maatregelen | Bruto investering | | Jaarlijkse besparing | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|------------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | [f/m ² BVO] | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,02 | 1,0 | | 0,27 | 0 | 0 |
| Dakisolatie | 1,7 | 2,7 | | 0,73 | 2 | 0 |
| HR-ketel | 8 | 2,9 | | 0,77 | 10 | 1 |
| Muurisolatie | 5,6 | 1,2 | | 0,31 | 18 | 1 |
| Dubbele beglazing | 2,0 | 0,8 | | 0,22 | 9 | 1 |
| Leidingisolatie | 4 | 1,1 | | 0,28 | 14 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1 | | 4,6 | 0,99 | 1 | 0 |
| Mechanische koeling | 0 | | 0,9 | 0,20 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 2,7 | | 0,73 | 3 | 0 |
| Spaarlampen | 1 | | 1,4 | 0,31 | 3 | 1 |
| Doorstroombegrenzers | 0,9 | 1,8 | | 0,49 | 2 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 3,8 | | 1,02 | 8 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21 | | 1,1 | 0,25 | 85 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25 | | 1,1 | 0,25 | 101 | 1 |
| HF-voorschakel | 12,8 | | 6,1 | 1,32 | 10 | 1 |

Tabel B.8 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector bejaardenzorg*

| Maatregelen | Bruto investering | | Jaarlijkse besparing | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|------------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | [f/m ² BVO] | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,03 | 0,4 | | 0,21 | 0 | 0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 1,1 | | 0,57 | 3 | 0 |
| HR-ketel | 8 | 1,2 | | 0,60 | 13 | 1 |
| Muurisolatie | 5,61 | 0,5 | | 0,24 | 23 | 1 |
| Dubbele beglazing | 1,96 | 0,3 | | 0,17 | 11 | 1 |
| Leidingisolatie | 4 | 0,4 | | 0,22 | 18 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1 | | 1,4 | 0,31 | 3 | 1 |
| Mechanische koeling | 0 | | 0,3 | 0,06 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 1,1 | | 0,57 | 3 | 0 |
| Spaarlampen | 1 | | 0,4 | 0,10 | 10 | 1 |
| Doorstroombegrenzers | 0,4 | 0,8 | | 0,38 | 1 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 1,6 | | 0,80 | 11 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21 | | 0,4 | 0,08 | 273 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25 | | 0,4 | 0,08 | 324 | 1 |
| HF-voorschakel | 12,8 | | 1,9 | 0,41 | 31 | 1 |

Tabel B.9 *Terugverdientijd besparingsmaatregelen voor de sector sport*

| Maatregelen | Bruto Investing [f/m ² BVO] | Jaarlijkse besparing | | | Simpel terugverdientijd [jaren] | Milieu kosten? ja=1, nee=0 |
|------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | [m ³ gas/ m ² BVO] | [kWh elek/ m ² BVO] | [f/m ² BVO] | | |
| Afstellen ketel | 0,20 | 0,8 | | 0,3 | 1 | 0 |
| Dakisolatie | 4,25 | 0,4 | | 0,2 | 22 | 1 |
| HR-ketel | 8,00 | 2,2 | | 1,0 | 8 | 1 |
| Muurisolatie | 18,15 | 0,2 | | 0,1 | 170 | 1 |
| Dubbele beglazing | 2,45 | 0,1 | | 0,0 | 84 | 1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,8 | | 0,4 | 11 | 1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | | 4,1 | 0,9 | 1 | 0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | | 1,8 | 0,4 | 0 | 0 |
| Vloerisolatie | 4,18 | 0,4 | | 0,2 | 25 | 1 |
| Spaarlampen | 1 | | 1,3 | 0,3 | 4 | 1 |
| Doorstroombegrenzers | 0,64 | 1,4 | | 0,6 | 1 | 0 |
| Warmteterugwinning | 8,5 | 2,9 | | 1,3 | 7 | 1 |
| Daglichtafh. regeling | 21,00 | | 0,7 | 0,1 | 143 | 1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | | 0,7 | 0,1 | 170 | 1 |
| HF-voorschakel | 14,25 | | 4,1 | 0,9 | 16 | 1 |

APPENDIX C MILIEUKOSTEN IN DE UTILITEITSBOUW

Tabel C.1 *Milieukosten in de sector groothandel*

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|---------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 2,02 | 1,10 | 2,22 | 1,14 | 1,08 | 48 | 4512 | 4,9 | 0,0 |
| Dakisolatie | 2,71 | 0,11 | 0,30 | 0,40 | -0,10 | 5 | 447 | 0,0 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,13 | 1,05 | 3,23 | -2,18 | 6 | 588 | -1,3 | 0,0 |
| Muurisolatie | 26,40 | 0,11 | 2,91 | 0,51 | 2,40 | 4 | 376 | 0,9 | 0,9 |
| Dubbele beglazing | 2,45 | 0,12 | 0,29 | 0,09 | 0,19 | 3 | 259 | 0,0 | 0,0 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,11 | 0,44 | 1,20 | -0,76 | 3 | 259 | -0,2 | -0,2 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 1,41 | -1,25 | 5 | 447 | -0,6 | 0,0 |
| Koel- en vriesmaatregelen | 0,05 | 0,16 | 0,01 | 0,14 | -0,13 | 4 | 376 | -0,1 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,85 | -0,85 | 5 | 494 | -0,4 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 5,21 | 0,11 | 0,57 | 0,67 | -0,10 | 2 | 188 | 0,0 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 2,65 | -2,49 | 11 | 987 | -2,5 | 0,0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,67 | 0,16 | 0,11 | 0,67 | -0,56 | 2 | 141 | -0,1 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,13 | 1,12 | 4,31 | -3,19 | 2 | 165 | -0,5 | 0,0 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,16 | 3,42 | 0,35 | 3,06 | 1 | 71 | 0,2 | 0,2 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,16 | 4,07 | 0,35 | 3,72 | 1 | 71 | 0,3 | 0,3 |
| HF-voorschakel | 14,44 | 0,16 | 2,35 | 2,83 | -0,48 | 0 | 14 | 0,0 | 0,0 |
| Totaal | | | | | | | | 0,7 | 1,2 |

Tabel C.2 Milieukosten in de sector detailhandel

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|---------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,76 | 1,10 | 0,84 | 0,37 | 0,47 | 47 | 14880 | 7,0 | 0,0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,11 | 0,19 | 0,17 | 0,02 | 5 | 1560 | 0,0 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,13 | 1,05 | 1,05 | 0,01 | 8 | 2400 | 0,0 | 0,0 |
| Muurisolatie | 13,20 | 0,11 | 1,45 | 0,17 | 1,28 | 5 | 1520 | 2,0 | 2,0 |
| Dubbele beglazing | 1,11 | 0,12 | 0,13 | 0,03 | 0,10 | 6 | 1880 | 0,2 | 0,2 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,11 | 0,44 | 0,39 | 0,05 | 3 | 840 | 0,0 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 1,17 | -1,01 | 7 | 2080 | -2,1 | 0,0 |
| Koel- en vriesmaatregelen | 0,01 | 0,16 | 0,00 | 0,03 | -0,03 | 11 | 3440 | -0,1 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,16 | -0,16 | 6 | 1760 | -0,3 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,11 | 0,22 | 0,17 | 0,04 | 2 | 680 | 0,0 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 2,15 | -1,99 | 14 | 4480 | -8,9 | 0,0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,20 | 0,16 | 0,03 | 0,22 | -0,19 | 3 | 800 | -0,1 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,13 | 1,12 | 1,39 | -0,28 | 2 | 520 | -0,1 | -0,1 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,16 | 3,42 | 0,20 | 3,22 | 1 | 200 | 0,6 | 0,6 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,16 | 4,07 | 0,20 | 3,87 | 1 | 168 | 0,7 | 0,7 |
| HF-voorschakel | 14,44 | 0,16 | 2,35 | 1,30 | 1,05 | 1 | 208 | 0,2 | 0,2 |
| Totaal | | | | | | | | -0,9 | 3,6 |

Tabel C.3 Milieukosten in de sector autoreparatiebedrijven

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,54 | 1,10 | 0,59 | 0,40 | 0,19 | 47 | 4557 | 0,9 | 0,0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,11 | 0,19 | 0,18 | 0,00 | 5 | 478 | 0,0 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,13 | 1,05 | 1,13 | -0,08 | 8 | 735 | -0,1 | -0,1 |
| Muurisolatie | 13,20 | 0,11 | 1,45 | 0,18 | 1,27 | 5 | 466 | 0,6 | 0,6 |
| Dubbele beglazing | 1,11 | 0,12 | 0,13 | 0,03 | 0,10 | 6 | 576 | 0,1 | 0,1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,11 | 0,44 | 0,42 | 0,02 | 3 | 257 | 0,0 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 0,87 | -0,71 | 7 | 637 | -0,5 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,12 | -0,12 | 6 | 539 | -0,1 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,11 | 0,22 | 0,18 | 0,03 | 2 | 208 | 0,0 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 1,60 | -1,43 | 14 | 1372 | -2,0 | 0,0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,22 | 0,16 | 0,04 | 0,24 | -0,20 | 3 | 245 | 0,0 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,13 | 1,12 | 1,51 | -0,39 | 2 | 159 | -0,1 | -0,1 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,16 | 3,42 | 0,15 | 3,27 | 1 | 61 | 0,2 | 0,2 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,16 | 4,07 | 0,15 | 3,92 | 1 | 51 | 0,2 | 0,2 |
| HF-voorschakel | 14,44 | 0,16 | 2,35 | 0,97 | 1,38 | 1 | 64 | 0,1 | 0,1 |
| Totaal | | | | | | | | -0,6 | 1,0 |

Tabel C.4 Milieukosten in de sector horeca

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|--------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,56 | 1,10 | 0,62 | 0,39 | 0,23 | 61 | 12444 | 2,9 | 0,0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,11 | 0,19 | 0,16 | 0,03 | 9,0 | 1836 | 0,1 | 0,1 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,13 | 1,05 | 3,91 | -2,86 | 11,8 | 2397 | -6,9 | 0,0 |
| Muurisolatie | 14,85 | 0,11 | 1,64 | 0,18 | 1,46 | 6,0 | 1224 | 1,8 | 1,8 |
| Dubbele beglazing | 2,77 | 0,12 | 0,33 | 0,17 | 0,15 | 10,5 | 2142 | 0,3 | 0,3 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,11 | 0,44 | 0,41 | 0,04 | 7,0 | 1428 | 0,1 | 0,1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 0,23 | -0,07 | 4,5 | 918 | -0,1 | -0,1 |
| koel en vriesmaatregelen | 0,09 | 0,16 | 0,01 | 0,27 | -0,26 | 13,0 | 2652 | -0,7 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 1,62 | -1,62 | 4,0 | 816 | -1,3 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,11 | 0,22 | 0,16 | 0,06 | 3,5 | 714 | 0,0 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 1,62 | -1,46 | 30,5 | 6222 | -9,1 | 0,0 |
| Doorstroombegrenzers | 1,92 | 0,16 | 0,31 | 0,87 | -0,56 | 12,5 | 2550 | -1,4 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,13 | 1,12 | 1,46 | -0,34 | 4,5 | 918 | -0,3 | -0,3 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,16 | 3,42 | 0,03 | 3,39 | 1,0 | 204 | 0,7 | 0,7 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,16 | 4,07 | 0,03 | 4,04 | 1,5 | 306 | 1,2 | 1,2 |
| HF-voorschakel | 9,50 | 0,16 | 1,55 | 0,23 | 1,31 | 0,3 | 51 | 0,1 | 0,1 |
| Totaal | | | | | | | | -12,6 | 3,9 |

Tabel C.5 Milieukosten in de sector kantoren overheid

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,83 | 1,05 | 0,87 | 0,54 | 0,33 | 53,0 | 5088 | 1,7 | 0,0 |
| Dakisolatie | 1,11 | 0,07 | 0,08 | 0,96 | -0,89 | 5,5 | 528 | -0,5 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,10 | 0,77 | 1,53 | -0,76 | 10,5 | 1008 | -0,8 | -0,8 |
| Muurisolatie | 11,55 | 0,07 | 0,82 | 1,30 | -0,48 | 5,5 | 528 | -0,3 | -0,3 |
| Dubbele beglazing | 3,26 | 0,08 | 0,26 | 0,74 | -0,48 | 9,0 | 864 | -0,4 | 0,0 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,07 | 0,28 | 0,57 | -0,28 | 2,0 | 192 | -0,1 | -0,1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 1,72 | -1,59 | 6,0 | 576 | -0,9 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,43 | -0,43 | 1,0 | 96 | 0,0 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 1,27 | 0,07 | 0,09 | 0,96 | -0,87 | 6,5 | 624 | -0,5 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,92 | -0,79 | 13,0 | 1248 | -1,0 | 0,0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,25 | 0,13 | 0,03 | 0,20 | -0,17 | 3,0 | 288 | 0,0 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,10 | 0,82 | 2,04 | -1,22 | 2,0 | 192 | -0,2 | -0,2 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,13 | 2,72 | 0,49 | 2,23 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,13 | 3,24 | 0,49 | 2,75 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| HF-voorschakel | 13,59 | 0,13 | 1,76 | 1,97 | -0,21 | 0,1 | 10 | 0,0 | 0,0 |
| Totaal | | | | | | | | -3,1 | -1,3 |

Tabel C.6 Milieukosten in de sector onderwijs

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,11 | 1,05 | 0,11 | 0,32 | -0,21 | 78 | 21998 | -4,5 | 0,0 |
| Dakisolatie | 1,36 | 0,07 | 0,10 | 0,36 | -0,26 | 5 | 1410 | -0,4 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,10 | 0,77 | 0,90 | -0,13 | 8 | 2256 | -0,3 | -0,3 |
| Muurisolatie | 25,22 | 0,07 | 1,79 | 0,85 | 0,94 | 4 | 987 | 0,9 | 0,9 |
| Dubbele beglazing | 10,20 | 0,08 | 0,82 | 0,70 | 0,12 | 6 | 1692 | 0,2 | 0,2 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,07 | 0,28 | 0,34 | -0,05 | 2 | 564 | 0,0 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,39 | -0,26 | 8 | 2256 | -0,6 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,11 | -0,11 | 3 | 705 | -0,1 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 1,91 | 0,07 | 0,14 | 0,44 | -0,30 | 3 | 705 | -0,2 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,01 | 17 | 4653 | 0,0 | 0,0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,12 | 0,13 | 0,02 | 0,12 | -0,10 | 4 | 987 | -0,1 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,10 | 0,82 | 1,21 | -0,39 | 3 | 705 | -0,3 | -0,3 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,13 | 2,72 | 0,13 | 2,59 | 2 | 564 | 1,5 | 1,5 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,13 | 3,24 | 0,13 | 3,11 | 1 | 282 | 0,9 | 0,9 |
| HF-voorschakel | 13,59 | 0,13 | 1,76 | 0,51 | 1,24 | 2 | 564 | 0,7 | 0,7 |
| Totaal | | | | | | | | -2,3 | 3,6 |

Tabel C.7 Milieukosten in de sector intramurale gezondheidszorg

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,02 | 1,05 | 0,02 | 0,27 | -0,25 | 72 | 10152 | -2,6 | 0,0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,07 | 0,12 | 0,73 | -0,61 | 18 | 2538 | -1,5 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,10 | 0,77 | 0,77 | 0,00 | 14 | 1974 | 0,0 | 0,0 |
| Muurisolatie | 5,61 | 0,07 | 0,40 | 0,31 | 0,09 | 12 | 1692 | 0,1 | 0,1 |
| Dubbele beglazing | 1,96 | 0,08 | 0,16 | 0,22 | -0,06 | 21 | 2961 | -0,2 | -0,2 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,07 | 0,28 | 0,28 | 0,00 | 12 | 1692 | 0,0 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,99 | -0,86 | 30 | 4160 | -3,6 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,20 | -0,20 | 15 | 2115 | -0,4 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,07 | 0,14 | 0,73 | -0,59 | 7 | 987 | -0,6 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,31 | -0,18 | 40 | 5640 | -1,0 | -1,0 |
| Doorstroombegrenzers | 0,86 | 0,13 | 0,11 | 0,49 | -0,38 | 20 | 2750 | -1,0 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,10 | 0,82 | 1,02 | -0,20 | 6 | 776 | -0,2 | -0,2 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,13 | 2,72 | 0,25 | 2,47 | 3 | 353 | 0,9 | 0,9 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,13 | 3,24 | 0,25 | 2,99 | 2 | 282 | 0,8 | 0,8 |
| HF-voorschakel | 12,83 | 0,13 | 1,66 | 1,32 | 0,34 | 25 | 3455 | 1,2 | 1,2 |
| Totaal | | | | | | | | -8,0 | 1,7 |

Tabel C.8 Milieukosten in de sector bejaardenzorg

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Netto kosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,03 | 1,05 | 0,03 | 0,21 | -0,18 | 72 | 9936 | -1,8 | 0,0 |
| Dakisolatie | 1,70 | 0,07 | 0,12 | 0,57 | -0,45 | 18 | 2484 | -1,1 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,10 | 0,77 | 0,60 | 0,17 | 14 | 1932 | 0,3 | 0,3 |
| Muurisolatie | 5,61 | 0,07 | 0,40 | 0,24 | 0,15 | 12 | 1656 | 0,3 | 0,3 |
| Dubbele beglazing | 1,96 | 0,08 | 0,16 | 0,17 | -0,02 | 21 | 2898 | 0,0 | 0,0 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,07 | 0,28 | 0,22 | 0,06 | 12 | 1656 | 0,1 | 0,1 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,31 | -0,18 | 30 | 4071 | -0,7 | -0,7 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,06 | -0,06 | 15 | 2070 | -0,1 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 1,96 | 0,07 | 0,14 | 0,57 | -0,43 | 7 | 966 | -0,4 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,10 | 0,03 | 40 | 5520 | 0,2 | 0,2 |
| Doorstroombegrenzers | 0,36 | 0,13 | 0,05 | 0,38 | -0,34 | 20 | 2691 | -0,9 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,10 | 0,82 | 0,80 | 0,01 | 6 | 759 | 0,0 | 0,0 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,13 | 2,72 | 0,08 | 2,64 | 3 | 345 | 0,9 | 0,9 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,13 | 3,24 | 0,08 | 3,16 | 2 | 276 | 0,9 | 0,9 |
| HF-voorschakel | 12,83 | 0,13 | 1,66 | 0,41 | 1,25 | 25 | 3381 | 4,2 | 4,2 |
| Totaal | | | | | | | | 1,8 | 6,1 |

Tabel C.9 Milieukosten in de sector sport

| Maatregelen | Investering [f/m ²] | Ann. factor | Kapitaallasten [f/m ² .jr] | Energiebaten [f/m ² .jr] | Netto kosten [f/m ² .jr] | Penetratie [%] | BVO [1000 m ²] | Nettokosten [mln. f/jr] | Milieukosten [mln. f/jr] |
|------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--|-------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Ketel afstellen | 0,20 | 1,05 | 0,21 | 0,34 | -0,13 | 65 | 2665 | -0,3 | 0,0 |
| Dakisolatie | 4,25 | 0,07 | 0,30 | 0,19 | 0,11 | 8 | 328 | 0,0 | 0,0 |
| HR-ketel | 8,00 | 0,10 | 0,77 | 0,95 | -0,18 | 5 | 205 | 0,0 | 0,0 |
| Muurisolatie | 18,15 | 0,07 | 1,29 | 0,11 | 1,18 | 5 | 205 | 0,2 | 0,2 |
| Dubbele beglazing | 2,45 | 0,08 | 0,20 | 0,03 | 0,17 | 8 | 308 | 0,1 | 0,1 |
| Leidingisolatie | 4,00 | 0,07 | 0,28 | 0,35 | -0,07 | 4 | 144 | 0,0 | 0,0 |
| Spiegeloptiekarmaturen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,88 | -0,75 | 4 | 164 | -0,1 | 0,0 |
| Mechanische koeling | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,39 | -0,39 | 3 | 123 | 0,0 | 0,0 |
| Vloerisolatie | 4,18 | 0,07 | 0,30 | 0,17 | 0,13 | 3 | 123 | 0,0 | 0,0 |
| Spaarlampen | 1,00 | 0,13 | 0,13 | 0,28 | -0,15 | 19 | 779 | -0,1 | -0,1 |
| Doorstroombegrenzers | 0,64 | 0,13 | 0,08 | 0,60 | -0,51 | 6 | 226 | -0,1 | 0,0 |
| Warmteterugwinning | 8,50 | 0,10 | 0,82 | 1,27 | -0,45 | 2 | 82 | 0,0 | 0,0 |
| Daglichtafh. Regeling | 21,00 | 0,13 | 2,72 | 0,15 | 2,57 | 1 | 21 | 0,1 | 0,1 |
| Aanwezigheidsdetectie | 25,00 | 0,13 | 3,24 | 0,15 | 3,09 | 1 | 41 | 0,1 | 0,1 |
| HF-voorschakel | 14,25 | 0,13 | 1,85 | 0,88 | 0,96 | 2 | 82 | 0,1 | 0,1 |
| Totaal | | | | | | | | -0,2 | 0,4 |

REFERENTIES

- AE (1999): *Appliance Efficiency*. Newsletter of IDEA, Issue 3, Volume 3, pp 15, 1999.
- Arkel, W.G van e.a. (1999): *Energieverbruik van gebouwgebonden energiefuncties in woningen en utiliteitsgebouwen*. ECN-C-99-084, Petten, November 1999.
- BAK (1998): *Basisonderzoek Aardgasverbruik Kleinverbruikers*. BAK '97. EnergieNed, Arnhem, 1998.
- BEK (1998): *Basisonderzoek Elektriciteitsverbruik Kleinverbruikers*. BEK '97. EnergieNed, Arnhem, 1998.
- Boonekamp, P.G.M. (1995): *SAVE-Module Huishoudens. De modellering van energieverbruiksoontwikkelingen*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-I--94-045, Petten, 1995.
- Brouwer, F.M. en C. van Bruchem (red) 1999: *Landbouw, Milieu en Economie*. Editie 1998, Den Haag, Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO), 1999, rapport 6.98.97.
- CBS (1998): *Enquête milieu-uitgaven 1998*. CBS.
- Damen (1998): *KWR onderzoek. Analyse Energie en Water. Bijlage*. Damen Consultants, Rotterdam, 1998.
- Dril, A.W.N. van e.a. (1999). *Toekomst warmtekrachtkoppeling, Verkenning van de economische aantrekkelijkheid in een geliberaliseerde energiemarkt*. ECN-C--99-086, Petten, oktober 1999.
- DuBo (1997): *Convenant Duurzaam Bouwen*. Den Haag, 17 december 1997.
- E&M (1999): *Handboek Energie en Milieu*. Samsom Uitgeverij, 1999.
- ECN (1999): *PV-privé actie*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Petten, 1999.
- EnergieNed (1993): *Werkgroeprapportage U-MAP*. EnergieNed, Arnhem, 1993.
- EnergieNed (1996): *Landelijke energiebesparingsmonitor Utiliteit 1996*. Arnhem, september 1996.
- EnergieNed (1998): *Tarievenoverzicht Aardgas 1998*. Fax E. Huiskamp, EnergieNed, dd 7-10-1998.
- EnergieNed (1998a): *Overzicht van energietarieven. (huishoudelijke) kleinverbruikers 1^e halfjaar 1998. Gas - elektriciteit - warmte*. EnergieNed, ECO 98/104, Arnhem, 1998.
- EnergieNed (1998b): *Overzicht van energietarieven. (huishoudelijke) kleinverbruikers 2^e halfjaar 1998. Gas - elektriciteit - warmte*. EnergieNed, ECO 98/503, Arnhem, 1998.
- EnergieNed (1999): *Resultaten Milieu Actie Plan 1998*. EnergieNed, Arnhem, 1999.
- EnergieWijzer (1997): *EnergieWijzers Zomer/najaar 1997*. Mook & van Zuylen i.s.m. EnergieNed, Arnhem, 1997.
- EPA (1999): *Handboek Energie Prestatie Advies*. Novem, 1999.
- EVN (1999): *Energie Verslag Nederland 1998*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), ISSN 1381 4354, Petten, 1999.
- EZ (1998): *Stimuleringsregelingen voor energiebesparing en duurzame energie*. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 1998.

- EZ (1999): *ISO-HR regeling*. Ministerie van Economische Zaken, 1999.
- Jeeninga, H., G.J. Ruijg (1999): *Effectiviteit van de HR-ketel als Energiebesparingsmaatregel. Berekening van de milieuwinst en kosteneffectiviteit*. ECN, rapport nr. ECN-C--99-041, 1999.
- KWR (1998): *Bijlagen KWR '94 - '96 Analyse Energie en Water*. Damen Consultants, nr. 980079by/eh, Rotterdam/Arnhem, 1998.
- Leneman, H., J.A. Boone, A. Boers: *Methodiek milieukosten 1998 en het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO*. Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1998, Mededeling 616.
- Menkveld M. e.a.(1998): *Warmtepompen in de NEV-scenario 's*, ECN-CX--99-043 (vertrouwelijk), Petten, december 1998.
- Menkveld, M. e.a.(1999): *Verbreiding MJA's in de dienstensector, Definities en potentiëlen*. ECN-C--99-056, Petten, Augustus 1999.
- NEEDIS: *Sectorstudie bouw*.
- NEFIT (1999): *NEFIT houdt Nederland warm*. Nefit Fasto B.V., Deventer, september 1999.
- Novem (1996): *Energieprestatie in de woningbouw. Acht gerealiseerde projecten EP⁺ woningbouwprojecten*. Novem, rapport nr. DV 1.2.148 96.02, Sittard/Utrecht, 1996.
- Novem (1998): *Zonneboilers. Stand van zaken begin 1998*. Novem & Ministerie van Economische Zaken, nr. DV.1.1.105, ISBN 90-75780-03-6, 1998.
- Novem (1998a): *EPC CD 1998 Demo. Versie 1998 gebaseerd op NEN-5128:1994*. Ten Hagen & Stam B.V., Den Haag, 1998.
- Novem (1999): *Zonneboilers. Stand van zaken begin 1999*. Novem & Ministerie van Economische Zaken, nr. DV.1.1.132, ISBN 90-75780-04-4, 1999.
- Novem: *Monitoringrapportage asfaltindustrie*.
- NW&S (1994): *ICARUS-3 The Potential of Energy Efficiency Improvement in the Netherlands up to 2000 and 2015*. Oktober 1994.
- Periodieke rapportage 1-99*. Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1999.
- PRC (1997): *Kostenconsequenties aanscherping vereiste EPC voor woningen van 1,4 naar 1,2*. PCR Bouwcentrum, Bodegraven, 1997.
- SBR (1999): *Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen. Versie 2.0*, Stichting Bouw Research, april 1999.
- Schiellerup, P., J. Winward en B. Boardman (1999): *Cool Labels*. SAVE Conference for an Energy Efficient Millennium, Graz, Austria, 8 - 10 November 1999.
- Senter (1999): *Energiemonitoring EIA97*. Senter, Zwolle, april 1999.
- Silvis, H.J. en C. van Bruchem (red) 1999: *Landbouw-Economisch Bericht 1999*.
- Stromen (1999): *Nieuwsblad*, 15 oktober, 1^e jaargang, nr. 17, 1999.
- Velden, N.J.A. van der , R. Bakker, A. van der Knijff, A.P. Verhaegh: *Energie in de glastuinbouw van Nederland, ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1998*. Den Haag, LEI, 1999, rapport 2.99.13.
- VROM (1994): *Methodiek milieukosten, achtergronddocument VROM*. Publicatiereeks Milieubeheer, nr. 1994/1, Den Haag, VROM, 1994.

- VROM (1998): *Volkshuisvesting in Cijfers '98*. Ministerie van Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, VROM 98432-01/h/12-98 13504/171, Den Haag, 1998.
- VROM (1999): *Kosten en baten in het milieubeleid, definities en berekeningsmethoden*. Den Haag, VROM, 1998, publicatierreeks milieustrategie nr. 1998/6.
- Waide, P. (1999): *Monitoring of energy efficiency trends of European domestic refrigeration appliances: final report*. PW consulting for ADEME on behalf of the European Commission SAVE contract nr. XVII/4.1031/D/97-021. PW consulting, United Kingdom, 1998.
- Wichers Hoeth e.a. (1994): *Kosteneffectstudie grenswaarde energieprestatie-coëfficiënt*, DHV. Amersfoort, november 1994.
- Ybema J.R., e.a.(1999): *De bijdrage van duurzame energie in Nederland tot 2020*. ECN-C--99-053, Petten, september 1999.