

RIVM Rapport 773001030/2004

Onzekerheid in Energiebesparingscijfers

Achtergrondrapport bij het rapport 'gerealiseerde energiebesparing 1995-2002'

A Gijsen, PGM Boonekamp

Dit onderzoek werd verricht in het kader van project 773001.

MNP/RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven.
Correspondentie: A Gijsen, 030-274 4529, alexander.gijsen@rivm.nl

Onzekerheid in Energiebesparingscijfers

Achtergrondrapport bij het rapport 'gerealiseerde energiebesparing 1995-2002'

A. Gijsen*, P.G.M. Boonekamp**

* Milieu- en NatuurPlanbureau RIVM

** ECN Beleidsstudies (ECN)

RIVM/MNP

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) is het onderzoeksinstituut van de overheid op het gebied van volksgezondheid en milieu. Het RIVM verricht niet alleen zelf onderzoek, maar verzamelt ook wereldwijd kennis en past die kennis toe. Het RIVM brengt jaarlijks een groot aantal rapporten en adviezen uit. Bij het RIVM, dat gevestigd is in Bilthoven, werken ongeveer 1550 mensen.

Het Milieu- en NatuurPlanbureau (MNP) is één van de vier onafhankelijke nationale planbureaus. De planbureaus zijn de schakel tussen wetenschap en politiek. Het MNP richt zich in het bijzonder op de ondersteuning van de nationale besluitvorming over ecologische aspecten van de fysieke leefomgeving en de evaluatie hiervan.

ECN Beleidsstudies

ECN Beleidsstudies levert onafhankelijke advisering aan overheden en bedrijfsleven op het gebied van energie- en milieuvraagstukken. De innovatie op het gebied van beleidsstudies richt zich op het versterken van de synergie tussen marktwerking en duurzaamheid. De multidisciplinaire projectteams richten zich op lokale, nationale en internationale advisering en maken gebruik van een breed scala aan up-to-date modellen en gegevens ter onderbouwing van de adviezen.

Rapport in het kort

Onzekerheid in Energiebesparingscijfers.

Dit onderzoek toont aan dat, ook met inachtneming van de marges, met grote zekerheid gesteld kan worden dat het besparingsdoel van 1,3% per jaar, zoals geformuleerd in het Nationaal Milieubeleidsplan 4, nog niet is bereikt.

Met behulp van de Leidraad voor onzekerheden van het RIVM en een statistische analyse zijn de marges bepaald van de verschillende besparingscijfers die zijn berekend in het rapport 'Gerealiseerde energiebesparing 1995-2002'. De marge van de 1,0% nationale besparing voor de periode 1995-2002 is berekend op 0,3%-punt. Dat betekent dat met de gekozen methodiek en invoerparameters de kans dat het Nationale besparings-effect tussen de -0,7 en -1,3% ligt, 95% is. Ook voor de verschillende sectoren zijn marges bepaald. De grootste marge komt voor rekening van de sector Landbouw (1,5%-punt), de kleinste voor rekening van de sector Industrie (0,4%-punt).

Trefwoorden: besparing, onzekerheden, marges, energie.

Abstract

Uncertainties in Energy Savings Realised, 1995-2002

Even though margins of energy savings have been taken into account, it is not very likely that the Dutch national energy savings target of 1.3%, as stated in the Dutch National Environmental Programme 4, can still be realised.

This is the conclusion of a study documented in a recent report 'Gerealiseerde energiebesparing 1995-2002' ('Energy savings realised, 1995-2002'). The margins for energy savings realised in the 1995-2002 period were calculated with the assistance of the RIVM/MNP 'Guidance for Uncertainty Assessment' and a statistical analysis. The margin of the 1.0%-national energy savings for the 1995-2002 period was determined on a 0.3%-point basis. On the basis of the chosen methodology and input parameters, the chance that national energy savings realised would be found between 0.7% and 1.3% is 95%. Calculations for the different sectors yielded the largest margin (1.5% points) in the agricultural sector and the smallest (0.4% point) in the industrial sector.

Key words: energy savings, uncertainties, energy, margins.

Inhoud

Samenvatting 5

- 1 Inleiding en achtergrond 6**
- 2 Korte beschrijving protocol 7**
- 3 Kwalificatie onzekerheden 9**
 - 3.1 Onzekerheden in het protocol 9
 - 3.2 Kwalificatie van onzekerheden met behulp van Leidraad 10
- 4 Kwantificatie onzekerheden 13**
 - 4.1 Inleiding 13
 - 4.2 Marges van de invoerdata 14
- 5 Resultaten 20**
 - 5.1 Totaal 20
 - 5.2 Industrie 21
 - 5.3 Diensten 22
 - 5.4 Huishoudens 23
 - 5.5 Transport 24
 - 5.6 Landbouw 25
 - 5.7 Raffinaderijen 26
- 6 Conclusies 27**

Lijst van figuren en tabellen 28

Referenties 29

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de gebruikte methode en de resultaten voor de berekening van de onzekerheden rond de besparingscijfers voor 1995-2002. In het protocol is rekening gehouden met drie typen onzekerheden:

- 1) foutenmarge in de energiedata voor het basisjaar en alle analyse-jaren,
- 2) meetfouten in de waarde van de ERG (energie relevante grootheid, waarmee het referentieverbruik wordt bepaald) en 3) de kwaliteit van de ERG als 'voorspeller' van het verbruik-exclusief-besparing.

Met behulp van de Leidraad voor onzekerheden van het RIVM kunnen de drie verschillende typen onzekerheden worden geclassificeerd en vervolgens gekwantificeerd. Een kwantitatieve inschatting van een onzekerheid wil zeggen dat wordt aangegeven hoe de kansverdelingsfunctie van de grootheid eruit ziet en binnen welke marges de waarden van de grootheden liggen.

Met een statistische analyse zijn vervolgens de marges bepaald van de verschillende besparingscijfers; de marge van de nationale besparing van 1,0% voor de periode 1995-2002 is berekend op 0,3%-punt. Ook voor de verschillende sectoren zijn marges bepaald. De grootste marge komt voor rekening van de sector Landbouw (1,5%-punt), de kleinste voor rekening van de sector Industrie (0,4%-punt). Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat voor de sector Diensten geen besparing en dus ook geen marge op het finale energiegebruik is bepaald (wel voor de warmte/kracht-besparing).

Ook met inachtneming van de onzekerheidsmarges kan met grote zekerheid worden gesteld dat het besparingstempo van 1,3%, zoals geformuleerd in het NMP4, nog niet is bereikt.

1 Inleiding en achtergrond

In 2002 is het rapport 'Protocol Monitoring Energiebesparing' (Boonekamp, Mannaerts et al., 2002) verschenen. In dit rapport wordt een methodiek gepresenteerd voor de berekening van energiebesparingscijfers. In 2004 is de methodiek verder aangescherpt in het rapport (Boonekamp, Gijsen et al., 2004). Onderdeel van deze aanscherping is een verbeterde beschrijving en toepassing van de onzekerheidsanalyse. Dit rapport beschrijft de gebruikte methode en de resultaten voor de berekening van de onzekerheden rond de besparingscijfers voor 1995-2002. Hierbij wordt voorkennis verondersteld over de gebruikte terminologie van het Protocol Monitoring Energiebesparing.

Nederland heeft een jaarlijks besparingsdoel van 1,3%¹ (NMP4, 2001). Het bepalen van de onzekerheden is van belang om te onderzoeken hoe robuust de berekende besparingscijfers zijn. Hiermee kunnen uitspraken over in hoeverre de gestelde doelen zijn bereikt, beter rechtvaardigd worden. Ook kan worden bepaald op welke punten de invoer voor de berekeningen moet worden verbeterd om een nauwkeuriger besparingscijfer te krijgen.

Dit rapport begint in hoofdstuk 2 met een korte beschrijving van de berekeningsmethodiek en de resultaten van het Protocol Monitoring Energiebesparing. Hoofdstuk 3 gaat in op de kwalificatie van de onzekerheden. In hoofdstuk 4 worden de onzekerheden verder gekwantificeerd. In hoofdstuk 5 worden de resultaten gepresenteerd en in hoofdstuk 6 volgen de conclusies en aanbevelingen.

¹ Nationaal milieubeleidsplan 4

2 Korte beschrijving protocol

Dit hoofdstuk geeft een korte uitleg van het Energiebesparingsprotocol.

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken hebben de instituten CPB, ECN, Novem en RIVM, met medewerking van het CBS, eerder een gezamenlijke aanpak uitgewerkt voor het bepalen van de gerealiseerde energiebesparing; deze is vastgelegd in het 'Protocol Energiebesparing' (Boonekamp, Mannaerts et al. 2002).

Gerealiseerde besparing

De besparing conform het protocol is bepaald voor de periode 1995-2002, waarbij onderscheid is gemaakt naar:

- het finaal verbruik van de eindverbruiksectoren en raffinage,
- conversie in de eindverbruiksectoren, waaronder warmte/kracht-productie
- conversie in de elektriciteitsvoorziening (zie Tabel 1).

Tabel 1 : Besparing 1995-2002 volgens protocol energiebesparing (%/jaar)²

	Nationaal	Indus- -trie ³	Dien- -sten	Huis- -houdens	Land en -tuinbouw	Trans- -port ⁴	Raf- -finage
Besparing op:							
Finaal verbruik	0,7	0,8	0,0	1,2	1,1	0,4	0,8
Conversie (warmte/kracht)	0,2	0,2	0,5	0,0	0,6	0,0	0,2
Verbruikersectoren	0,9	1,0	0,5	1,2	1,7	0,4	1,0
Energie aanbodsector	0,1						
Nationaal	1,0						

De besparing op finaal verbruik levert op nationaal niveau een besparing van 0,7% per jaar op; inclusief de besparing van warmte/kracht-productie is dit 0,9%. De besparingen in de elektriciteitsvoorziening dragen 0,1%-punt bij aan de totale nationale besparing van 1,0% per jaar. Opgemerkt moet worden dat voor Diensten geen finaal besparingscijfer kon worden vastgesteld in verband met een te grote onbetrouwbaarheid in verbruiksdata en het niet beschikbaar zijn van goede grootheden om het referentieverbruik te bepalen. Hier is de finale besparing op nul gesteld.

In Tabel 2 worden recente trends in de nationale besparingscijfers getoond. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het besparingstempo geleidelijk afneemt, zowel de besparing op finaal verbruik als de besparing bij warmte/kracht en centrales. Deze trend is zichtbaar in meerdere sectoren.

² resultaten gemiddeld met twee voorgaande jaren alvorens het percentage is bepaald

³ inclusief Bouw

⁴ inclusief verbruik voor mobiele werktuigen

Tabel 2 : Trend in de nationale besparing vanaf 1995 (gemiddeld % per jaar)

	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	0,8 - 0,9	0,8	0,7
WARMTE/KRACHT en centrales	0,4	0,3	0,3
Totaal	1,2 - 1,3	1,1	1,0

Besparing centrales en warmte/kracht productie

Het gemiddelde rendement van de centrale elektriciteitsproductie neemt rond 1995 toe door het inzetten van de nieuwe efficiëntere Eems-centrale. Na 1998 neemt de efficiency weer af door een energetisch minder optimale inzet van het productievermogen. Dit hangt vermoedelijk samen met het loslaten van de landelijke optimalisatie van de inzet (LEO-systeem van de Samenwerkende Elektricitets Producenten(SEP)) en de sterke groei van de import van elektriciteit.

De totale besparing met (niet-centrale) warmte/kracht-productie neemt sterk toe vanaf 1990 en bereikt in 1998 een maximum waarde; daarna neemt de besparing weer af. Hierbij is voor elektriciteit steeds het gemiddelde rendement uit het basisjaar gehanteerd. Als gekozen wordt voor het lopende gemiddelde rendement valt de besparing vanaf 1995 eerst lager uit, maar vanaf 1998 iets hoger (vanwege het verslechterende gemiddelde rendement van centrales). Enkele vormen van warmte/kracht, zoals extra warmtelevering door aftapcentrales en vuilverbranding zijn hierbij niet meegenomen.

3 Kwalificatie onzekerheden

3.1 Onzekerheden in het protocol

Voor de besparingsberekeningen zijn veel invoergegevens en aannames nodig. Het nationale besparingscijfer is zelfs bepaald op basis van ongeveer 550 invoerwaarden. Met zoveel invoergegevens is een systematische onzekerheidsanalyse nodig om te onderzoeken hoe robuust de resultaten zijn. Met andere woorden: hoe betrouwbaar zijn de berekende besparingscijfers en hoe gevoelig zijn deze resultaten voor de gebruikte invoergegevens?

De betrouwbaarheid bepaalt mede of harde uitspraken gedaan kunnen worden over het wel of niet halen van besparingsdoelen. Het kan zelfs leiden tot de vraag of het stellen van besparingsdoelen wel zinvol is mocht blijken dat de bepaling hiervan grote onzekerheden met zich meebrengt.

In het protocol wordt uitgegaan van drie typen onzekerheden. Als eerste is er de foutenmarge in de energieverbruiksdata. Voor de berekeningen wordt voor het energiegebruik van zowel het basisjaar als de analyse-jaren gebruik gemaakt van monitorings-data van het CBS. De berekening van de marge in de energiedata vindt als volgt plaats:

- waarnemingen op basis van steekproeven: de uitkomst heeft een marge, die op grond van standaardformules is berekend.
- waarnemingen op basis van integrale waarneming: in dit geval is de marge in principe nul. Dat wordt alleen bereikt als alle bedrijven volmaakt invullen. Dit is te mooi om waar te zijn; in het protocol is daarom een kleine marge opgenomen die kleine afwijkingen in de opgaven van de berichtgevers verdisconteert.

De tweede onzekerheid zit hem in de meetfouten in de waarde van de ERG (energie relevante grootheid) waarmee het referentieverbruik wordt bepaald. Grootheden als bijvoorbeeld de afgelegde personenkilometers, of de hoeveelheid geproduceerde aluminium in tonnen zijn nooit 100% nauwkeurig te bepalen.

De derde onzekerheid betreft de kwaliteit van de ERG als 'voorspeller' van het verbruik-exclusief-besparing. Veelal overheerst deze onzekerheid het totale beeld. Daarom is het effect van de tweede factor samen genomen met die van de deze derde factor. De beperkte kwaliteit van een grootheid als 'voorspeller' is vaak wel duidelijk. Bijvoorbeeld bij transport is bekend dat naast de gebruikte grootheid 'afgelegde personen-km' ook de bezettingsgraad, airconditioning en gewicht van de auto invloed hebben op het verbruik voor personenvervoer. Het aantal personen-km is dan dus geen ideale 'voorspeller' van de trend in dit energieverbruik en KAN tot een onder-/overschatting van het verbruik-exclusief-besparing leiden.

Samenvattend is er in het protocol rekening gehouden met drie typen onzekerheden:

- foutenmarge in de energiedata voor het basisjaar en alle analyse-jaren;

- meetfouten in de waarde van de ERG (energie relevante grootheid, waarmee het referentieverbruik wordt bepaald);
- de kwaliteit van de ERG als 'voorspeller' van het verbruik-exclusief-besparing.

Iedere invoerwaarde zou een kwantitatieve inschatting moeten krijgen van de onzekerheid. Voor de berekeningen van het protocol is dat alleen gedaan voor gegevens voor het berekenen van de besparing op het finale energiegebruik van de eindverbruikssectoren. Deze beperking is te rechtvaardigen omdat de onzekerheid bij de besparing via efficiëntere conversie in het niet valt bij die van de finale besparing.

3.2 Kwalificatie van onzekerheden met behulp van Leidraad

3.2.1 Inleiding

In de missie van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) staat dat het MNP 'het kabinet en andere actoren in de samenleving van de best beschikbare kennis en informatie voorziet om de fysieke leefomgeving en de duurzaamheid daarvan, in Nederland en elders, nu en later, vorm te geven.' Bij de kennis en informatie die het MNP levert, hoort ook het geven van inzicht in de kwaliteit van de beschikbare kennis en gebruikte methoden en in de mate van robuustheid van de verstrekte informatie, met name voor het beleid. Beleidsmakers, politici en maatschappelijke groeperingen moeten in hun respectievelijke rollen verantwoord kunnen omgaan met soms grote onzekerheden die aan milieu-, natuur- en duurzaamheidsproblemen inherent zijn.

In december 2002 is daarom de RIVM/MNP Leidraad voor Omgaan met Onzekerheden gereed gekomen, die inmiddels in de werkwijze van het MNP wordt ingevoerd. Hiermee is een belangrijke mijlpaal bereikt. Reeds enkele jaren staat het thema 'Onzekerheidsanalyse' hoog op de onderzoeksagenda van het RIVM.

De volgende paragrafen geven een korte uitwerking van de Leidraad voor Onzekerheden.

Eerst worden de betrokken stakeholders en hun visie op het probleem besproken. Vervolgens worden de onzekerheden geclassificeerd. Meer informatie over de leidraad is te vinden op:

http://www.rivm.nl/milieu/milieubalans_verkenning/onzekerheden

3.2.2 Stakeholders

De belangrijkste stakeholders zijn de opdrachtgevers en de uitvoerders.

Opdrachtgevers: Ministeries van EZ, VROM, LNV, VenW.

De visie van de opdrachtgevers op het Protocol is een eenduidig, robuust en makkelijk te interpreteren methode voor het bepalen van energiebesparing.

Het belang van een onzekerheidsanalyse voor de opdrachtgevers is dan om te bepalen hoe robuust de uitkomsten van het protocol zijn. Ook kan hiermee

beter onderbouwd worden hoe ‘hard’ de uitspraken zijn over het halen van beleidsdoelen.

Uitvoerders: ECN, MNP/RIVM, CPB.

De visie van de uitvoerders is het gezamenlijk ontwikkelen van een consistente en makkelijk te onderhouden methode voor het berekenen van energiebesparing.

Een ingewikkeld probleem vertalen naar een makkelijke methode zorgt er automatisch voor dat er veel keuzes en aannames gemaakt worden. Een onzekerheidsanalyse helpt dan om de consequenties van bepaalde aannames beter in kaart te brengen.

3.2.3 Typering van de onzekerheden volgens Leidraad

Met behulp van de Leidraad voor onzekerheden van het RIVM kunnen de drie verschillende typen onzekerheden als volgt worden geclassificeerd:

Tabel 3 : Verschillende typen onzekerheden en klassificaties

<i>Naam onzekerheid</i>	<i>locatie</i>	<i>onzekerheidsgraad</i>	<i>onzekerheids aard</i>	<i>kwalificatie kennisbasis</i>	<i>waarden geladenheid</i>
foutenmarge energiedata	data	statistische onzekerheid	kennis gerelateerd	sterk	zwak
foutenmarge ERG-data	data	statistische onzekerheid	kennis gerelateerd	zwak	zwak
Fout door voorspelbaarheid ERG	model structuur	Erkende onwetendheid	Variabiliteit-gerelateerd	redelijk	sterk

Toelichting op Tabel 3

Locatie

Via de dimensie ‘locatie’ is aangegeven op welke plaatsen onzekerheid zich kan manifesteren.

‘Data’ refereert naar gegevens waaraan empirisch onderzoek of gegevensverzameling ten grondslag liggen – zoals metingen, monitoring data, survey data – en die bij de studie (kunnen) worden ingezet.

‘Model’ betreft ‘modelinstrumenten’ die bij de studie worden ingezet. Hierbij spelen zowel mentale en conceptuele modellen (hoe men denkt dat iets in elkaar zit, functioneert) als ook meer mathematisch getinte modellen (statistische modellen, causale procesmodellen, etcetera). ‘Modelstructuur’ betreft onzekerheid in de relaties, parameters en eventuele begin- en randcondities.

Onzekerheidsgraad

De dimensie ‘onzekerheidsgraad’ geeft aan hoe de betreffende onzekerheid te klassificeren is op een graduele schaal die loopt van ‘zeker (weten)’ naar ‘niet weten’.

‘Statistische onzekerheid’ betreft die onzekerheden die adequaat in statistische termen kunnen worden uitgedrukt, bijvoorbeeld als range met bijbehorende

kans (voorbeelden: meet-onnauwkeurigheden; onzekerheden ten gevolge van sampling-effecten etcetera).

'Erkende onwetendheid' betreft die onzekerheden waarvan we op de een of andere manier erkennen/beseffen dat ze er zijn, maar waarvan we (nog) totaal geen adequate inschatting kunnen geven

Onzekerheidsaard

De derde typeringsdimensie betreft de 'onzekerheidsaard', die aangeeft of onzekerheid primair het gevolg is van de onvolledigheid en gebrekkigheid van onze kennis of dat hij primair samenhangt met het intrinsiek onzekere en/of variabele karakter van het bestudeerde systeem/probleem. De eerste vorm van onzekerheid ('kennisgerelateerde' onzekerheid) is mogelijkwijze te verkleinen door meer metingen, betere modellen en/of meer kennis; de tweede vorm van onzekerheid ('variabiliteitgerelateerde' onzekerheid) is doorgaans niet rechtstreeks door meer kennis te verkleinen (bijvoorbeeld inherente onbepaalbaarheid en/of onvoorspelbaarheid, randomness, chaotisch gedrag).

Kwalificatie kennisbasis

De vierde typering die van belang is voor de karakterisering van onzekerheden, is de 'kwalificatie van de kennisbasis'. Deze dimensie typeert de mate waarin gegeven resultaten/uitspraken onderbouwd zijn. Door middel van een driedelige subclassificatie (zwak/redelijk/sterk) kan doorgaans eenduidig de mate van onderbouwing op onderdelen worden aangegeven. Indien deze zwak blijkt te zijn, dan kan dat een aanwijzing zijn dat de betreffende uitspraak met veel (kennis)-onzekerheid omgeven is, en nadere aandacht verdient. Dit levert bovendien aanwijzingen op in hoeverre de onzekerheid reduceerbaar is, door bijvoorbeeld voor betere onderbouwing te zorgen.

Waardengeladenheid

De laatste typerings-dimensie van onzekerheden geeft aan of er sprake is van grote 'waardengeladenheid' bij de diverse keuzes die (expliciet of impliciet) gemaakt worden bij de studie, bijvoorbeeld keuzes ten aanzien van selectie van het te bestuderen onderwerp en de invalshoeken/perspectieven daarop, keuzes ten aanzien van de toe te passen kennis (data, modellen), keuzes met betrekking tot de weergave en interpretatie van de resultaten, etcetera. Indien de waardengeladenheid groot is op relevante onderdelen, dan is de vraag op zijn plaats of de bevindingen van de studie sterk beïnvloed zouden kunnen zijn/worden door de gemaakte keuzes, en of er dientengevolge sprake is van het mogelijk arbitrair, ambigu c.q. onzeker zijn van de beleidsconclusies. Ook zou dit aanleiding kunnen zijn om bijvoorbeeld diverse visies/invalshoeken expliciet mee te nemen in de assessment, en zo de reikwijdte en robuustheid van de conclusies explicieter aan de orde te stellen.

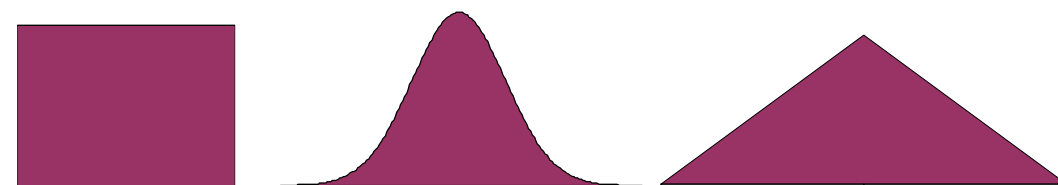
4 Kwantificatie onzekerheden

4.1 Inleiding

Om de onzekerheden onderling vergelijkbaar te maken en om berekeningen uit te kunnen voeren is van iedere invoerparameter de onzekerheid kwantitatief ingeschat. Een kwantitatieve inschatting van een onzekerheid wil zeggen dat wordt aangegeven:

1. hoe de kansverdelingsfunctie van de grootte eruit ziet;
2. binnen welke marges de waarde van de grootte liggen.

Een kansverdelingsfunctie kan bijvoorbeeld een Uniforme verdeling, een Normaal verdeling of een Driehoeksverdeling zijn (zie Figuur 1).



Figuur 1 : Typen kansverdeling, links: uniform; midden: normaal; rechts: driehoek

Bij de protocolberekeningen is voor de eenvoud aangenomen dat alle kansverdelingen normaal verdeeld zijn. In het hoofdstuk Discussie wordt gekeken naar de consequentie van deze keuze.

Bij Normaal verdelingen wordt de marge (2^e inschatting) veelal procentueel uitgedrukt bij een 95% betrouwbaarheids-interval. Bijvoorbeeld:

'Het energiegebruik van de subsector basismetaal was in 1995 100 PJe ± 20%'

wil zeggen:

'Er kan met 95% zekerheid gesteld worden dat het energiegebruik van de subsector basismetaal in 1995 tussen de 80 en 120 PJ lag.'

In de statistiek wordt echter gerekend met standaarddeviaties (SD). Een 95% betrouwbaarheidsinterval is simpel om te rekenen naar een SD met de formule:

$$SD = \frac{95\% - \text{interval} * \text{waarde grootte}}{1,96}$$

dus in bovenstaand voorbeeld is de $SD=20\%*100/1,96=10,2$.

4.2 Marges van de invoerdata

4.2.1 Inleiding

In plaats van de term 95%-betrouwbaarheidsinterval wordt in het vervolg van de tekst het woord *marge* gebruikt. Zoals uit hoofdstuk 3 blijkt, is het niet voor alle onzekerheden mogelijk om deze kwantitatief in te schatten. Om uiteindelijk toch zinnige uitspraken te kunnen doen over welke factoren nu de belangrijkste bijdragen leveren aan de onzekerheid in het besparingscijfer is echter de exacte grootte van een onzekerheid ook niet het meest relevant. De relatieve grootte ten opzichte van de andere onzekerheden is dan veel belangrijker en moet daarom dus ook goed onderbouwd worden.

4.2.2 Marges door de 'fouten' in de CBS-data

Deze factor is ingeschat door CBS⁵ en berust voor de industriële sectoren op steekproeven, en voor de overige sectoren op 'expert judgement'. Tabel 4 geeft een overzicht van de gebruikte onzekerheden voor de hoofdsectoren:

Tabel 4 : Marges van energiegebruik in de eindverbruikssectoren (inclusief raffinage)

Hoofdsector	Verbruikssaldo	Finaal gebruik
Industrie	0,8%	1,6%
Transport	2,0%	2,0%
Landbouw	5,9%	6,2%
Diensten	5,9%	6,2%
Raffinaderijen	3,5%	0,0%
Huishoudens	2,9%	2,9%

Voor non-energetisch gebruik is de marge op 0,3% geschat. Opvallend is de relatief hoge onzekerheid van de sector 'diensten' en 'landbouw'. Dit komt doordat het energiegebruik van deze sectoren onderdeel is van de CBS-post 'Overige afnemers', welke een restpost is in de totale energiebalans. Er is dus een grotere onzekerheid aan toegekend omdat het een restpost is, die ook nog eens is onderverdeeld.

Voor de industrie is door CBD tevens een uitgebreide steekproef gedaan. Dit heeft de volgende marges opgeleverd (Tabel 5):

⁵ De schatting is gedaan door drs W. Tinbergen, CBS

Tabel 5 : Marges van energiegebruik in de industrie

industrietakken	Verbruiks saldo	Finaal gebruik
Voedings- en genotmiddelenindustrie	3,3%	3,6%
Textiel-, kleding- en leerindustrie	5,6%	5,6%
Papierind., drukk., uitgeverij	3,7%	4,1%
Kunstmestindustrie	0,2%	0,0%
Organische basischemie	0,6%	1,5%
Anorganische basischemie	0,2%	0,0%
Overige basischemie	1,1%	1,5%
Chemische productenindustrie	3,0%	4,6%
Bouwmaterialenindustrie	5,4%	5,6%
Basismetalaalind. ijzer+staal	0,9%	2,0%
Basismetalaalindustrie non-ferro	1,2%	4,6%
Metaalproductenindustrie	3,5%	4,6%
Kunststof-, rubber- en ov.ind.	6,5%	6,6%
Ind., niet te spec. ind.tak	0,5%	7,6%

4.2.3 Marges door fouten in de ERG

Industrie

De marges voor de industriesectoren zijn bepaald met behulp van (Neelis, 2004). In (Neelis, 2004) wordt een referentieverbruik bepaald aan de hand van het specifieke energieverbruik van een aantal fysieke producten (bijvoorbeeld MJ/ton staal) en de betreffende productietrends. Met de beperkte set van meegenomen producten wordt meestal niet het gehele energieverbruik in het basisjaar gedekt. Aangegeven wordt wat de dekkinggraad van de berekende ERG's is voor de verschillende subsectoren. Aan de hand hiervan is een rangschikking gemaakt op basis waarvan marges zijn toegekend van 5% tot 20% aan de ERG's als voorspeller.

In Neelis (2004) wordt ook aangegeven hoe groot de marges in de waarden van de ERG-indicatoren zelf zijn. Deze twee onzekerheden gecombineerd (door middel van de kwadraten-methode)⁶ geeft de waarde gebruikt in de berekeningen voor het protocol. Sommige ERG's zijn voor het jaar 2002 niet bekend (zie Neelis, 2004). In deze gevallen zijn voor het jaar 2002 dezelfde waarden gekozen als in 2001, maar is voor 2002 een grotere marge verondersteld.

⁶ Bij deze methode worden de SD's bepaald uit de marges gekwadrateerd, opgeteld en uit het resultaat wordt de wortel getrokken. Hierbij wordt er dus geen rekening gehouden met onderlinge afhankelijkheden.

Tabel 6 : Marges voor de subsectoren van de industrie

<i>subsector</i>	<i>margedata indicator</i>	<i>marge voorspel baarheid</i>	<i>marge Protocol</i>	<i>marge Protocol 2002</i>
Voeding	4%	5%	7%	15%
Papier en grafisch	3%	15%	15%	15%
Kunstmestchemie	8%	5%	9%	15%
Chemie	10%	20%	22%	25%
Basismetaal Ferro	4%	10%	11%	11%
Basismetaal non-Ferro	8%	10%	13%	20%
Ov. metaal	niet bekend	niet bekend	20%	
Bouwmaterialen	4%	20%	20%	25%
Overige industrie	niet bekend	niet bekend	20%	20%
Bouwnijverheid	niet bekend	niet bekend	40%	40%

Bij deze grove manier om de marges te schatten moet in het achterhoofd worden gehouden dat het vooral gaat om de *relatieve* grootte van de marges.

Diensten

Zoals al eerder gezegd werd er met de gebruikte invoerdata een ontsparring van het finale energiegebruik berekend. Aangezien de gekozen ERG's verre van ideaal zijn (en dus onbetrouwbaar voor het berekenen van het 'energiegebruik-voor-besparing') en andere studies geen aanleiding geven om aan te nemen dat er inderdaad is ontspaard, is ervoor gekozen om het besparingscijfer op het finale energiegebruik voor Diensten op 0% te stellen.

Tabel 7 geeft de gebruikte ERG's die leiden tot een ontsparring weer. Ter vergelijking zijn de ERG die volgens de auteurs een betere energiegebruik-voor-besparing zouden geven eraan gezet.

Het besparings-effect van warmte/kracht is voor de Dienstensector wel berekend. Deze warmte/kracht-besparing wordt geheel bepaald door de onzekerheden in monitoringsdata van het CBS.

Tabel 7 : Gebruikte en gewenste ERG's voor de sector Diensten

<i>subsector</i>	<i>Gebruikte ERG</i>	<i>Gewenste ERG</i>
Handel/horeca/ reparatie	Afzetvolume	winkeloppervlak/ zitplaatsen/ bedden
	Afzetvolume	winkeloppervlak/ maaltijden/ overnachtingen
Rest Commercieel	Afzetvolume	vloeroppervlak/ bouwvorm/ ouderdom
	Afzetvolume	vloeroppervlak/ air-conditioning/ computers
Onderwijs	aantal leerlingen/BVO werkz. personen	
Zorgsector, etc.	werkz. personen	vloeroppervlak/ bedden
	Afzetvolume	vloeroppervlak/ air-conditioning /behandelingen
Overheid	werkz. personen (*1000)	vloeroppervlak/ bouwvorm/ ouderdom
	Afzetvolume (mln Euro)	vloeroppervlak/ air-conditioning/ computers

Huishoudens

De sector 'huishoudens' is ingeschat door middel van 'expert judgement' van ECN. Evenals bij Diensten zit de belangrijkste onzekerheid bij de gekozen ERG als voorspeller. De marge is gebaseerd op de resultaten van meer gedetailleerde analyses, zoals (Boonekamp, 1997). Bij ruimteverwarming telt hierbij dat de ontwikkelingen bij het type woning, de overgang van lokale naar centrale verwarming en de gebruikswijze van kamers niet zijn verdisconteerd in de gekozen ERG. Bij warm water kon geen rekening worden gehouden met extra verbruik door vervanging van geysers door combi-boilers en gedragsveranderingen ten aanzien van douchegebruik. Bij apparaten is een andere wijze van gebruik van apparatuur niet meegenomen, maar wel de ontwikkeling van het bezit van allerlei apparatuur. Omdat dit laatste het meest bepalend is (Jeeninga en Boonekamp, 1999) heeft de betreffende ERG een minder grote foutenmarge als voorspeller.

Tabel 8 : Gebruikte ERG voor de sector Huishoudens

<i>subsector</i>	<i>indicator</i>	<i>energie drager</i>	<i>marge 1996-2002</i>
<i>Huishoudens-ruimteverwarming</i>	aantal woningen (*1000)	warmte	20%
<i>Huishoudens-warmwater</i>	aantal inwoners (*1000)	warmte	20%
<i>Huishoudens-apparaten</i>	gewogen app.bezit (index)	elektriciteit	10%

Raffinaderijen

De sector 'Raffinaderijen' is ingeschat door middel van 'expert judgement' van ECN. Voor de jaren 1995-1999 wordt daarbij verondersteld dat de MJA-evaluatie betrekkelijk betrouwbare cijfers oplevert over het referentieverbruik, met andere woorden een relatief kleine marge voor de ERG. Voor de meest recente jaren is uitgegaan van besparingsinformatie uit de evaluaties van het Benchmark-convenant. Echter, gezien de verschillen in de wijze van berekening moet een wat grotere marge worden toegekend aan de gebruikte ERG. Daarbij

wordt meegewogen dat de gepresenteerde besparingstrends sterk blijken te fluctueren in de tijd en dat bij raffinage vele bekende, maar moeilijk te kwantificeren, factoren een rol spelen in de ontwikkeling van het eigen energieverbruik.

Tabel 9 : Gebruikte ERG voor de sector raffinaderijen

Raffinaderijen	conform MJA-index (primaair) resp. Benchmark-besparingen	olie	5%/10%
----------------	---	------	--------

Transport

Voor de sector transport zijn door experts van ECN en MNP de volgende onzekerheden ingeschat.

Tabel 10 : Gebruikte ERG's voor de sector transport

subsector	ERG	energiedrager	1995
Personen-weg	reizigerskilometer	warmte/brandstof	10%
		feedstock	5%
Bestelauto's	voertuigkilometer	brandstof/warmte	10%
Vrachtauto's	ladingtonkm binnenlands vervoer	brandstof/warmte	10%
Trekkers	ladingtonkm binnenlands vervoer	brandstof/warmte	10%
Autobussen	reizigerkilometers van bus/tram/metro	brandstof/warmte	20%
Binnenvaart	vervoerd gewicht	brandstof/warmte	25%
Luchtvaart	PJ	brandstof/warmte	0%
Spoorwegen-Passagiers	reizigerkilometer per spoor	brandstof/warmte	10%
		elektriciteit	5%
Spoorwegen-Goederen	ladingtonkm per spoor, binnenlands	brandstof/warmte	10%
		elektriciteit	5%
Overige Mobiele werktuigen)	PJ Mobiele werktuigen	brandstof/warmte	0%

De subsector personen-weg verbruikt verreweg de meeste energie. Er is voor deze subsector als ERG gekozen voor de hoeveelheid afgelegde reizigerkilometers, maar deze grootte is geen ideale 'voorspeller' voor het energiegebruik-voor-besparing, aangezien bekend is dat zaken als gewicht van de auto en de aanwezigheid van een airco ook een grote rol spelen. Beide zijn de laatste jaren toegenomen, maar door de keuze van reizigerskilometers als ERG komen deze effecten in het besparingscijfer terecht. Daarom is er een relatief hoge onzekerheid (10%) aan toegekend. Iets soortgelijks geldt voor de tonkilometers als ERG voor het goederenvervoer; daar zijn zaken als beladingsgraad en lagere gemiddelde snelheden ook van invloed op het energiegebruik.

Voor de binnenvaart is 25% ingeschat omdat de ERG het totaal vervoerde gewicht is, terwijl de activiteit van de binnenvaart niet alleen het vervoerde gewicht is, maar ook de afstand waarover dit gewicht is vervoerd. De

tonkilometers van de binnenvaart zou dus een betere ERG zijn, maar daar zijn gegevens over bekend. Vandaar de keuze voor het totaal vervoerd gewicht.

De onzekerheid van mobiele werktuigen is op 0% geschat. Besparing is namelijk gedefinieerd als 'het verrichten van dezelfde activiteiten met minder energie', maar van de subsector Mobile Werktuigen is het erg moeilijk om aan te geven wat nou precies de activiteit is. Als ERG is daarom het gerealiseerde energiegebruik gekozen, waardoor er dus geen besparing wordt berekend.

Landbouw

Bij de subsector Glastuinbouw is voor de ERG gebruik gemaakt van de resultaten van de jaarlijkse LEI-evaluatie (LEI, 2003). Gezien de gedetailleerde aanpak mag uitgegaan worden van betrouwbare data en een redelijk betrouwbaarheid van de ERG als voorspeller. Bij de overige L&T kon niet uitgegaan worden van fysieke grootheden, zoals aantal stuks vee, oppervlak per gewas, etc., maar moest teruggevallen worden op afzet in constante prijzen. In beginsel is dit een tamelijk onbetrouwbare ERG als voorspeller van het energieverbruik exclusief besparing. Echter, vanwege de uitmiddeling van onzekerheden bij de vele soorten vee en gewassen mag toch worden uitgegaan van een middelgrote marge voor de ERG.

Tabel 11 : Gebruikte ERG voor de sector landbouw

<i>subsector</i>	<i>Indicator</i>	<i>marge 1996-2002</i>
<i>Glastuinbouw</i>	Fysieke productie-index cf LEI	5%
<i>Overige L & T</i>	Afzetvolume (BP-Euro-1995)	20%

5 Resultaten

5.1 Totaal

Tabel 12 geeft de berekende marges van de besparingscijfers. Ter vergelijking zijn de besparingscijfers er naast gezet.

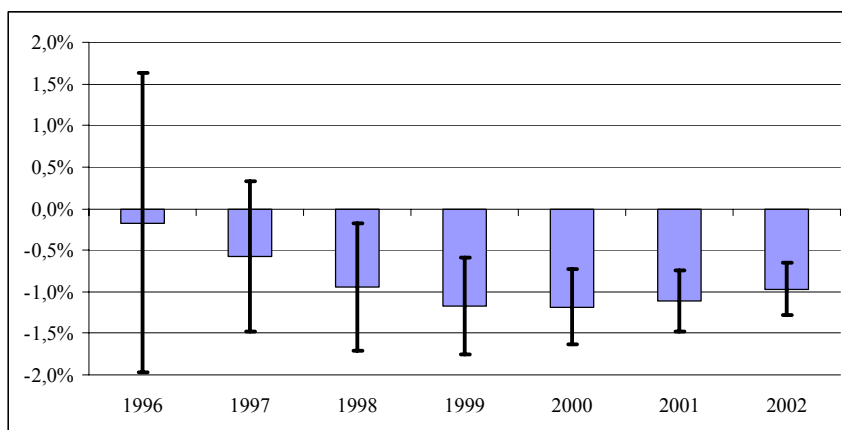
Tabel 12 : Berekende marges van de besparingscijfers in 2002

	Besparing (%)	Marge (%-punt)
industrie	-1,0	0,4
huishoudens	-1,2	1,0
diensten	-0,5	0,8
transport	-0,4	0,6
raffinaderijen	-1,0	1,3
landbouw	-1,7	1,5
energie	-0,1	0,0
Nationaal	-1,0	0,3

Deze cijfers moeten als volgt geïnterpreteerd worden: Met de gekozen methodiek en invoerparameters is de kans dat het Nationale besparings-effect tussen de -0,7 en -1,3% ligt, 95% is. Tevens kan met 67% zekerheid worden gezegd dat het Nationale besparings-effect tussen de -0,8% en -1,2% ligt.

Wat opvalt is dat de marges relatief erg groot zijn. De marge van het nationale besparingscijfer is bijvoorbeeld maar liefst 30%. Dit lijkt niet te sporen met de grootte van de marges van de invoerdata, die nergens relatief zo groot zijn. Echter, bij het berekenen van de besparing wordt het verschil bepaald van 2 getallen en blijft er een veel kleiner getal over. Als de twee oorspronkelijke getallen een relatief kleine onzekerheid hebben, dan kan deze kleine onzekerheid voor het verschil van die twee getallen heel groot zijn.

Verder moet worden bedacht dat de berekende besparingen met de gebruikte methodiek een Normaal-verdeling hebben. Dat betekent dus dat de kans kleiner wordt naarmate je verder van het gemiddelde af gaat. Nationaal bijvoorbeeld is de kans veel kleiner dat de besparing tussen -1,2% en -1,3% ligt dan tussen de -1,0% en -1,1%



Figuur 2 : Nationale besparingscijfers 1995-2002 met marges

Uit Figuur 2 blijkt dat, ook met inachtneming van de onzekerheden, de laatste jaren er een trend naar een lagere besparing lijkt te zijn.

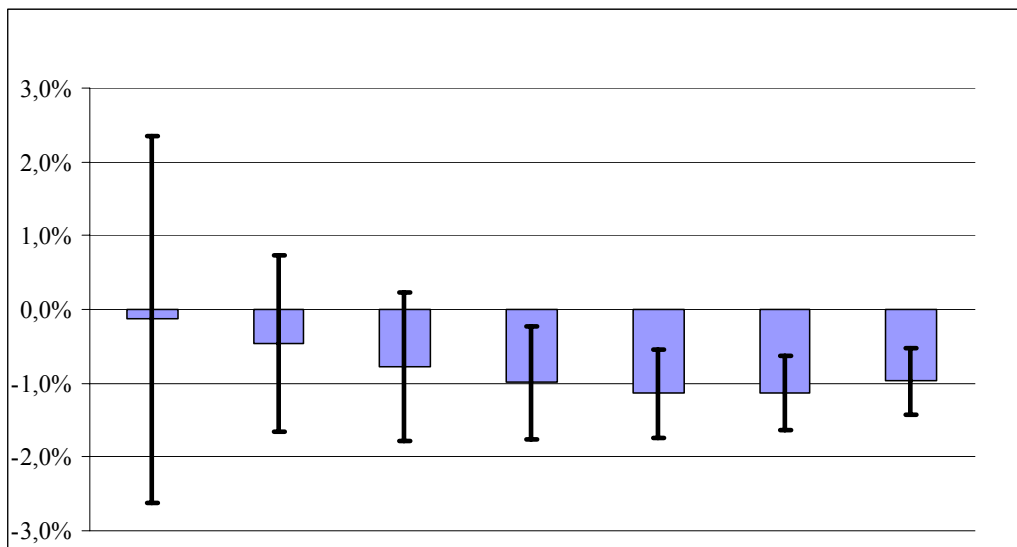
De marges worden kleiner naarmate het zichtjaar en het basisjaar verder van elkaar af komen te liggen. Dit komt doordat naarmate het zichtjaar verder van het basisjaar afligt, de berekende onzekerheid wordt 'uitgesmeerd' over meer jaren, en dus kleiner wordt.

Op nationaal niveau hebben de volgende factoren de grootste bijdrage in de onzekerheid:

- de onzekerheid van de voorspelbaarheid van de ERG van de sector Huishoudens (aantal woningen);
- de onzekerheid van de voorspelbaarheid van de ERG van de sector Industrie-Chemie (index CEREM-data);
- de onzekerheid van het gerealiseerde finale energiegebruik van de Dienstensector.

5.2 Industrie

De besparingscijfers inclusief de onder- en bovengrenzen van de sector Industrie zien er als volgt uit (Figuur 3):



Figuur 3 : Besparingscijfers1995-2002 inclusief marges sector Industrie

In 2002 bedraagt de marge 0,4 %-punt. De belangrijkste bronnen van deze onzekerheid zijn:

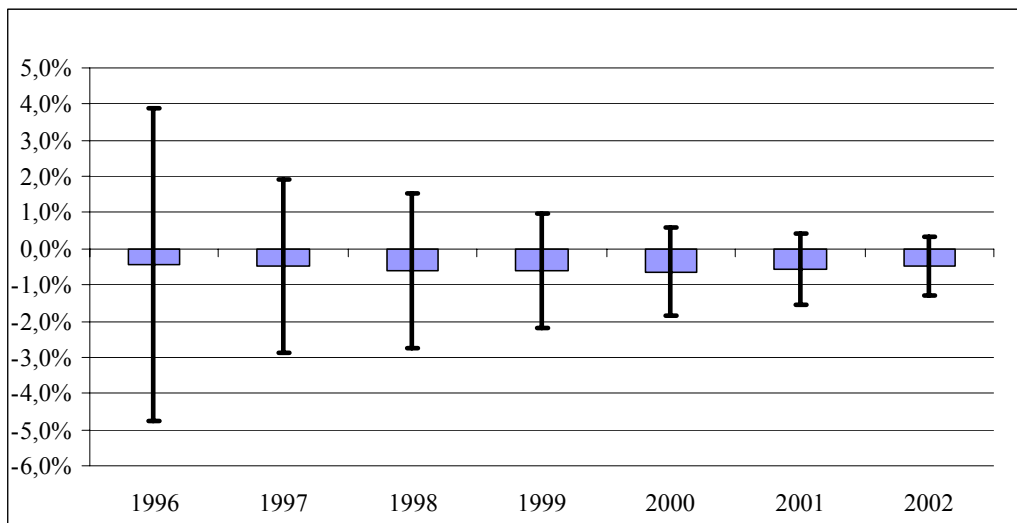
Onzekerheid in:

- de voorspelbaarheid van de ERG van de subsector chemie (index CEREM chemie);
- de totaal gemonitorde energiedata van warmte- en brandstofgebruik gebruik sector Industrie;
- de voorspelbaarheid van de ERG van de subsector voeding (index CEREM voeding).

Als deze onzekerheden zouden worden weggenomen, bijvoorbeeld door betere ERG's en betere monitoringsdata, dan zou de totale onzekerheid van de sector Industrie dalen naar 0,3%-punt.

5.3 Diensten

Het berekende besparings-effect is volledig het effect van de besparing door toename van warmte/kracht-installaties (zie hoofdstuk 2). De onzekerheid wordt dus geheel bepaald door de onzekerheden in de monitoringsdata van het CBS.

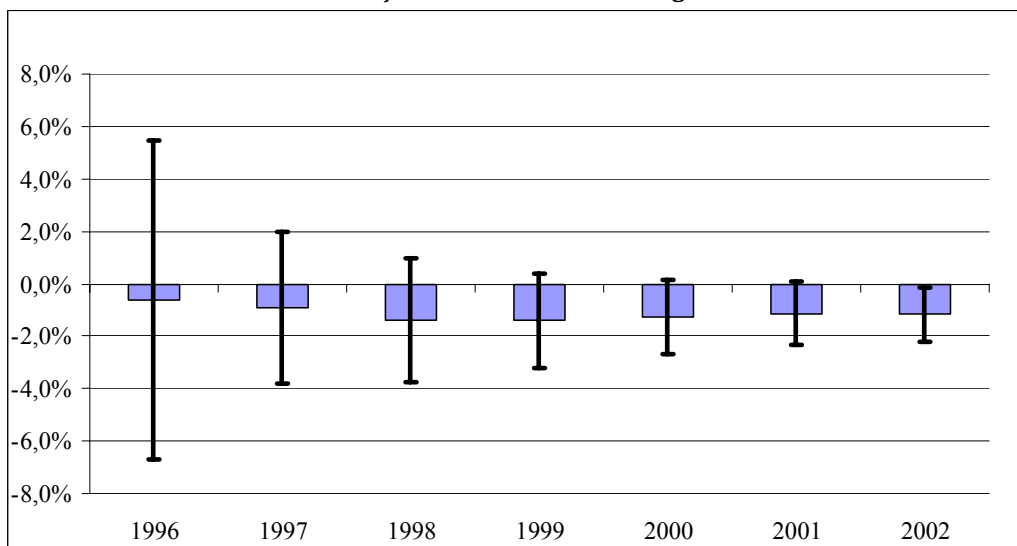


Figuur 4 : Besparingscijfers1995-2002 inclusief marges sector Diensten

Uit Figuur 5 blijkt er ook sprake zou kunnen zijn van een ontsparring. De kans dat met de gebruikte onzekerheden van de gemonitorde energiedata een ontsparring zou zijn opgetreden, is echter slechts 13%.

5.4 Huishoudens

Voor de sector huishoudens zijn de resultaten als volgt:



Figuur 5 : Besparingscijfers1995-2002 inclusief marges sector Huishoudens

In 2002 bedraagt de onzekerheid 1,0 %-punt. De drie belangrijkste bijdragen worden geleverd door:

Onzekerheid van de:

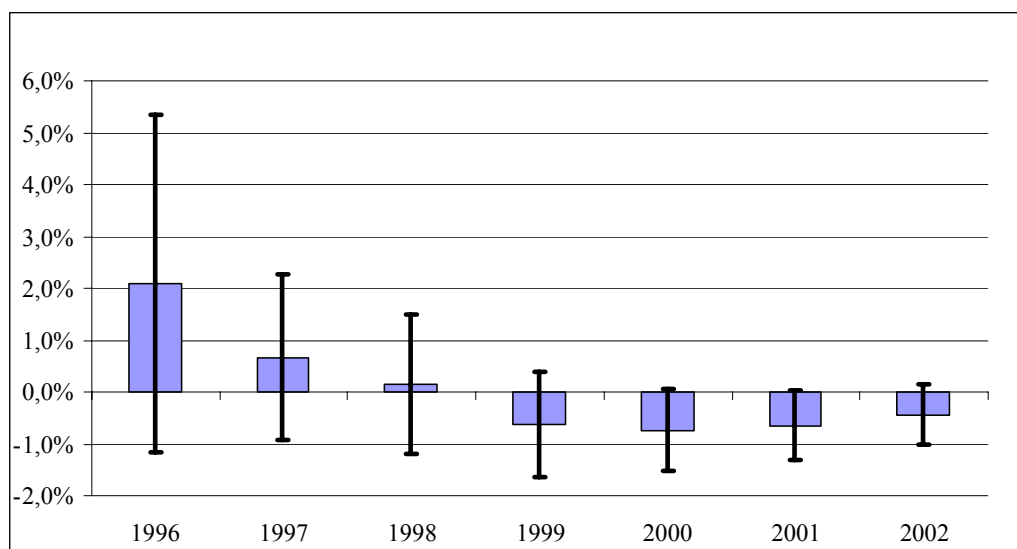
- voorspelbaarheid van de ERG van ruimteverwarming (=aantal woningen);

- voorspelbaarheid van de ERG van elektriciteitsgebruik apparaten (=gewogen apparatenbezit);
- onzekerheid monitoringsdata aardgasgebruik van Huishoudens.

Als deze onzekerheden geheel geëlimineerd zouden worden, dan zou de onzekerheid dalen van 1,0 naar 0,3%-punt.

5.5 Transport

Uit de berekeningen volgt voor de sector transport de volgende cijfers:



Figuur 6 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Transport

In 2002 bedraagt de onzekerheid 0,6 %-punt. Uit Figuur 6 blijkt tevens dat met de gebruikte invoerdata ook een kans is op een ontsparring. Deze kans is echter bijzonder klein, slechts 1,25%.

De drie belangrijkste bijdragen aan de onzekerheid worden geleverd door:

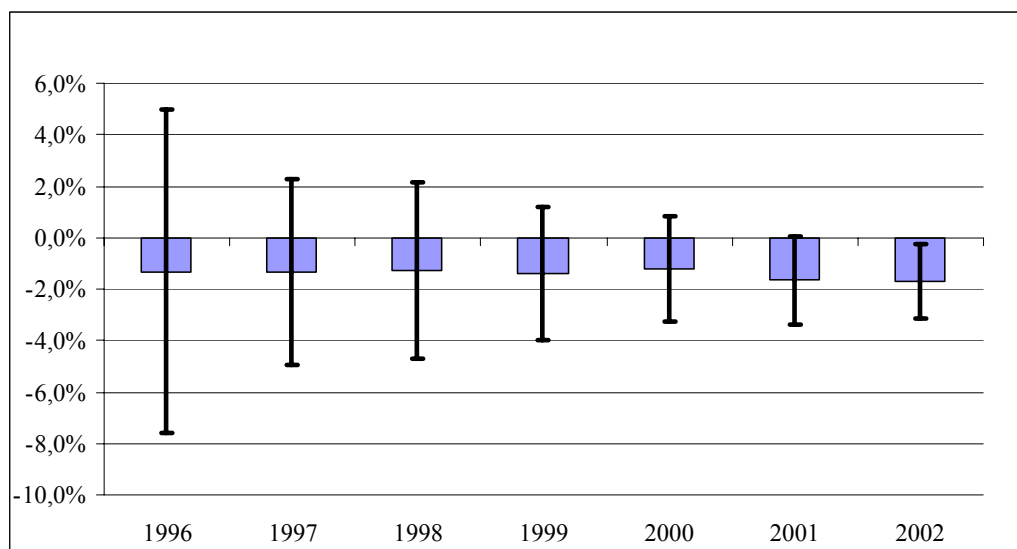
Onzekerheid van de:

- gemonitorde energiedata van het totale brandstofgebruik van de sector Transport;
- voorspelbaarheid van de ERG van personenvervoer-weg (reizigerkm-weg);
- voorspelbaarheid van de ERG van bestelbusjes (gereden kilometers).

Als deze onzekerheden op 0% zouden worden gesteld, zou de uiteindelijke onzekerheid slechts 0,1%-punt zijn.

5.6 Landbouw

De onzekerheid van de besparingsberekeningen van de sector Landbouw wordt weergegeven in Figuur 7.

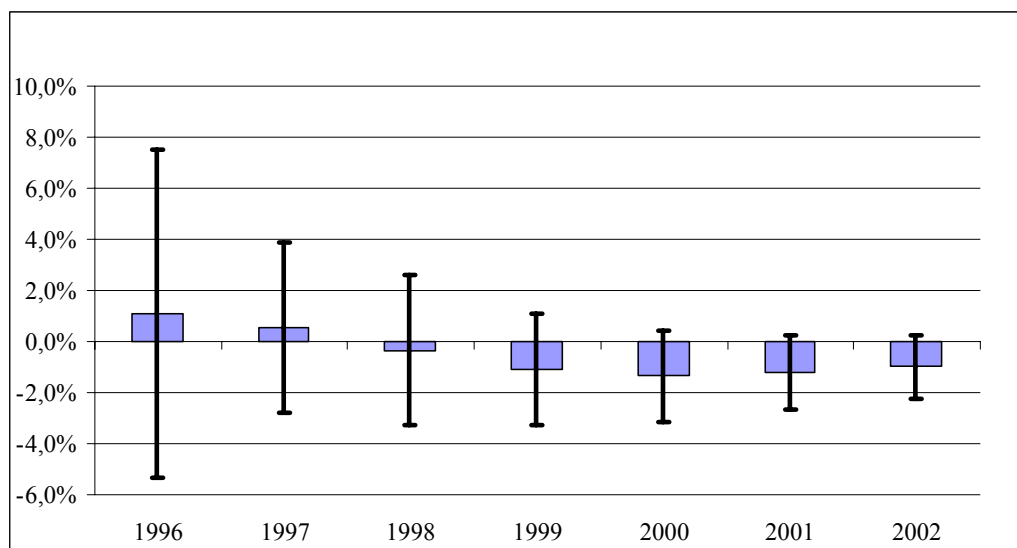


Figuur 7 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Landbouw

Voor 2002 is de onzekerheid van de besparing berekend op 1,5%-punt. De belangrijkste bijdragen aan de onzekerheid worden geheel geleverd door de grote onzekerheden in de monitoringsdata van het warmte- en brandstofgebruik van deze sector. Deze zijn zo groot dat de onzekerheden in de voorspelbaarheid van de ERG's veruit onderschikt zijn. Onderzoek naar betrouwbaarder besparingscijfer voor Landbouw zou zich dus geheel moeten richten op betere monitoringsdata.

5.7 Raffinaderijen

De onzekerheid van de besparingscijfers voor de Raffinaderijen is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Raffinaderijen

Voor 2002 is de onzekerheid berekend op 1,3%-punt. Dat is behoorlijk groot en wordt voornamelijk veroorzaakt door het feit dat voor de berekening weinig invoervariabelen nodig zijn, omdat deze sector niet verder is onderverdeeld. De 'wet van de grote aantallen' gaat dan niet meer op. De kans dat er is ontspaard is 6%. De onzekerheid van de voorspelbaarheid van de ERG en van de monitoringsdata van het eigen oliegebruik hebben de grootste bijdrage in de onzekerheid. Als deze onzekerheden 0% waren, komt de onzekerheid op 0.7 %-punt.

⁷ Naarmate het aantal onafhankelijke onzekerheden van invoervariabelen toeneemt, neemt de onzekerheid in het resultaat af. Deze wetmatigheid is ook terug te vinden als de Nationale marge vergeleken wordt met de marges van de sectoren. De Nationale marge is opgebouwd uit alle marges van de individuele sectoren en is daardoor kleiner.

6 Conclusies

Met behulp van een statistische analyse is de marge van de 1,0% besparing voor de periode 1995-2002 berekend op 0,3%-punt. Dit houdt in dat met de gebruikte aannames met 95% zekerheid kan worden gesteld dat de besparing tussen de 0,7% en 1,3% ligt. Tevens kan met 67% zekerheid worden gezegd dat het Nationale besparings-effect tussen de -0,8% en -1,2% ligt.

De marges van de voorspelbaarheidswaarde van de ERG van de sector Huishoudens (aantal woningen), de voorspelbaarheidswaarde van de ERG van de sector Industrie-Chemie (index CEREM-data) en de onzekerheid van het gerealiseerde finale energiegebruik van de Dienstensector geven de grootste bijdrage aan de besparings-marge. Als deze marges op 0% worden gezet, zou de onzekerheid dalen naar 0,2%-punt.

Voor de dienstensector is voor het finale energiegebruik geen besparing berekend. De marge van deze sector is dus geheel te wijten aan de marge van de warmte/kracht-besparing. Dat deze toch nog zo groot is (0,8%-punt) komt door de slechte kwaliteit van de gerealiseerde energieverbruiksdata.

De grootste marge in de besparing werd gevonden voor de sectoren Landbouw en Raffinaderijen. Voor landbouw komt dat voornamelijk door de grote marges in de gerealiseerde energieverbruiksdata, bij raffinaderijen door het feit dat de 'wet van de grote aantallen' voor deze sector niet opgaat doordat deze sector niet verder is opgesplitst.

De kleinste marges zijn gevonden voor de sector industrie en transport. De reden hiervoor is dat de besparing van deze sectoren op een relatief hoog uitsplitsingsniveau zijn berekend. Desalniettemin is de marge van de besparing van transport (0,6%-punt) groter dan de besparing zelf (0,4%). Dit zou betekenen dat er ook een ontsparing zou kunnen hebben plaatsgevonden. De kans hierop is echter bijzonder klein (<2%).

Een besparing van 1,0% en een marge van 0,3%-punt betekent dat het NMP4-besparingstempo-doel van 1,3% ook met inachtneming van de onzekerheden van het Protocol Monitoring Energiebesparing voor de periode 1995-2002 nog niet is bereikt.

Lijst van figuren en tabellen

FIGUREN

Figuur 1 : Typen kansverdeling, links: uniform; midden: normaal; rechts: driehoek	13
Figuur 2 : Nationale besparingscijfers 1995-2002 met marges	21
Figuur 3 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Industrie	22
Figuur 4 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Diensten	23
Figuur 5 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Huishoudens	23
Figuur 6 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Transport	24
Figuur 7 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Landbouw	25
Figuur 8 : Besparingscijfers 1995-2002 inclusief marges sector Raffinaderijen	26

TABELLEN

Tabel 1 : Besparing 1995-2002 volgens protocol energiebesparing (%/jaar)	7
Tabel 2 : Trend in de nationale besparing vanaf 1995 (gemiddeld % per jaar)	8
Tabel 3 : Verschillende typen onzekerheden en classificaties	11
Tabel 4 : Marges van energiegebruik in de eindverbruikssectoren (inclusief raffinage)	14
Tabel 5 : Marges van energiegebruik in de industrie	15
Tabel 6 : Marges voor de subsectoren van de industrie	16
Tabel 7 : Gebruikte en gewenste ERG's voor de sector Diensten	17
Tabel 8 : Gebruikte ERG voor de sector Huishoudens	17
Tabel 9 : Gebruikte ERG voor de sector raffinaderijen	18
Tabel 10 : Gebruikte ERG's voor de sector transport	18
Tabel 11 : Gebruikte ERG voor de sector landbouw	19
Tabel 12 : Berekende marges van de besparingscijfers in 2002	20

Referenties

Boonekamp, P. (1997). Monitoring the Energy Use of Households using a Simulation Model. Energy Policy, 25, nr.7-9.

Boonekamp, P., A. Gijzen en H. Vreuls (2004). Gerealiseerde energiebesparing 1995-2002. Petten, ECN, RIVM/MNP, SENTER/NOVEM.

Boonekamp, P., H. Mannaerts, H. Vreuls en B. Wesselink (2002). Protocol Monitoring Energiebesparing. Petten, CPB, ECN, Novem, RIVM.

Jeeninga, H. en P. Boonekamp (1999). Gedrag en Huishoudelijk elektriciteitsverbruik - Kwalitatieve en kwantitatieve analyse 1980-1997, ECN-C-99-057. Petten, ECN.

NMP4 (2001). Een wereld en een wil, werken aan duurzaamheid, Nationaal MilieubeleidsPlan 4. Den Haag.