

**Energieverbruik van gebouwgebonden energiefuncties
in woningen en utiliteitsgebouwen**

W.G. van Arkel
H. Jeeninga
M. Menkveld
G.J. Ruig

Verantwoording

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van een opdracht van Novem. Contactpersoon bij Novem was mevrouw drs. R.J. Oosterheert. Het project staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7235.

Abstract

This study investigates the development of the use of electricity and natural gas in houses and buildings until 2010. For the domestic sector it is studied how much energy is used now and will be used in future for heating, for production of hot water, for lighting, for ventilation and for cooling. For different sorts of buildings (shops, hospitals, schools, offices, restaurants) it has been determined how much gas will be used for heating, for hot water production and by humidifiers. Also it has been calculated how much electricity will be used for lighting, ventilation, cooling and humidifying. The influence of higher and lower energy prices on the amount of use has been studied. Experts have been asked to give their opinions on trends in the use of buildings and the role of new technologies. The influence of these ideas on the use of energy has been calculated.

INHOUD

1. INLEIDING	11
2. HUIDIG ENERGIEVERBRUIK IN DE UTILITEIT	12
2.1 Energieverbruik per subsector	12
2.2 Aanpak toedeling aan energiefuncties	13
2.3 Energieverbruik per energiefunctie	15
2.4 Huidig energieverbruik per energiefunctie naar subsector	21
2.5 Huidig energieverbruik per energiefunctie naar bouwcategorie	24
3. GEBOUWGEBONDEN ENERGIEVERBRUIK IN DE UTILITEITSBOUW IN 2010	28
3.1 Verwachte ontwikkelingen in de sectoren	28
3.2 Bepaling energievraag voor besparing	32
3.3 Het besparingseffect	32
3.4 De vraag na besparing	33
3.5 Mening van deskundigen	39
3.6 Gevoeligheidsanalyse	44
4. WONINGGEBONDEN ENERGIEVERBRUIK HUISHOUDENS	46
4.1 Huidig en toekomstige energiebeleid woninggebonden energieverbruik	46
4.2 Bevolkingsontwikkeling en ontwikkeling van het woningbestand	47
4.3 Ruimteverwarming en ventilatie	50
4.4 Warm tapwater	52
4.5 Verlichting	54
5. DISCUSSIE	56
REFERENTIES	58

SAMENVATTING

In het programma 'Apparaten' van Novem worden 5 productprofielen onderscheiden, waaronder 'Installaties'. Hierin wordt onderzoek gedaan naar het energieverbruik van energiefuncties waarvan de installaties, waarmee in die functies wordt voorzien, meestal door een installateur worden aangebracht. Het gaat daarbij om verwarming, baden/douchen, ventilatie, airconditioning en domotica in woonhuizen, en om verlichting, warm water, verwarming, ventilatie en koeling in de utiliteitsbouw. Om goed keuzes te kunnen maken t.a.v. het leggen van zwaartepunten binnen dit programma, is het van belang te weten wat de omvang van het energieverbruik per functie is en wat voor veranderingen daarin te verwachten zijn in het komende decennium.

Het eerste deel van deze studie behandelt de verdeling van het energieverbruik van sectoren binnen de utiliteit naar energiefunctie. Hiervoor is uitgegaan van totale verbruik aan elektriciteit en aardgas zoals dat door het CBS over 1997 is gepubliceerd.

Gegevens over de verdeling van het verbruik binnen de diverse sectoren zijn afkomstig uit werkzaamheden in het kader van MAP-Utiliteit van de distributiebedrijven, de database ICARUS en verschillende kentallen zoals door Novem gepubliceerd op basis van speciaal uitgevoerde onderzoeken. Op grond van deze gegevens is door ons vastgesteld wat op dit moment de meest aannemelijke verdeling van het verbruik is. Aangezien Novem bouwcategorieën onderscheidt conform het bouwbesluit, was het nodig de samenstelling hiervan te definiëren uitgaande van de sectoren zoals deze worden onderscheiden door het CBS en toegepast in SAVE-Utiliteit. Door het verbruik aan aardgas en elektriciteit in 1997 te combineren met deze samenstelling is een schatting verkregen van het huidige verbruik per energiefunctie.

Voor het maken van een schatting van het verbruik naar categorie en functie in 2010 is gebruik gemaakt van het model SAVE-Utiliteit van ECN-BS. Uitgaande van een scenario voor de toekomstige ontwikkeling zijn berekeningen gemaakt. De energievraag voor besparingen wordt daarbij bepaald door de ontwikkelingen per bedrijfstak in het zogenaamde EC (European Coordination) scenario zoals beschreven door het Centraal Plan Bureau in het kader van de Lange Termijn Verkenning 1995-2020 (CPB, 1996), zie Bijlage A. De gegevens over ontwikkeling van Toegevoegde Waarde (TW), aantal werknemers, bruto vloeroppervlak e.d. zijn ingevoerd in SAVE. Uitbreiding van het BVO beweegt zich tussen 0 en 1% per jaar, behalve voor de Zakelijke dienstverlening en de Horeca waar de toename wordt geschat op respectievelijk 2,9% en 2%. Voor de Ziekenhuizen zal het BVO afnemen met 3% per jaar. Het besparingseffect wordt bepaald door de penetratie van energiebesparingsmaatregelen op basis van hun rentabiliteit. In dit basisscenario is verondersteld dat de extra groei van het verbruik van elektriciteit uitsluitend aan niet gebouw gebonden apparaten moet worden toegekend. Dit is niet hard te onderbouwen, daarom is een variant berekend waarin de groei van elektriciteit naar evenredigheid over alle functies wordt verdeeld. De waarheid ligt waarschijnlijk ergens in het midden. Een andere variant is die waarin in de periode tussen 2000 en 2010 extra EPN maatregelen worden genomen. De resultaten voor de utiliteitsbouw als totaal staan in de volgende 2 tabellen.

Tabel S.1 *Aardgasverbruik in de utiliteitsbouw voor 1997 en 2 scenariovarianten [PJ]*

Functie	Totaal	Verwarmen	Warm tapwater	Koelen	Bevochtigen	Overig
1997	118,1	101,6	9,2	0,4	1,0	5,9
Basisvariant 2010	118,2	100,7	9,0	0,3	1,2	7,0
EPN-variant 2010	103,1	85,8	8,8	0,3	1,2	7,0

Tabel S.2 *Elektriciteitsverbruik in de utiliteitsbouw voor 1997 en 3 scenariovarianten [PJ_{primaire}]*

Functie	Totaal	Verlichting	Ventileren	Koelen	Bevochtigen	Pompen	Warm tapwater	Verwarming	Apparaten
1997 (eff ¹ = 0,40)	124,8	52,9	12,5	7,0	0,1	4,0	0,9	1,7	45,6
(eff ¹ = 0,45)	110,9	47,0	11,1	6,2	0,1	3,6	0,8	1,5	40,5
Basisvariant 2010	104,2	33,9	8,0	6,0	0,2	3,9	0	2,9	49,3
Toedelingsvariant 2010	103,5	39,6	9,3	7,1	0,3	4,4	0	3,2	39,6
EPN-variant 2010	103,3	32,8	7,7	6,0	0,2	3,7	0	3,6	49,3

¹ Veronderstelde efficiency van de openbare elektriciteitsopwekking in respectievelijk 1997 en 2010.

De mogelijke veranderingen in het gebruik van aardgas en elektriciteit per gebouwcategorie¹ en energiefunctie zijn samengevat in de Tabellen S3 en S4. Daarin is het huidige verbruik vermeld tezamen met het verwachte laagste verbruik waarbij extra EPN-maatregelen zijn geïntroduceerd en het hoogste verbruik dat het resultaat is van het basisscenario (voor gas) en het basisscenario met een toedeling van de groei naar alle energiefuncties voor elektriciteit.

De invloed van het prijspeil betekent voor aardgas dat het verbruik voor verwarming in belangrijke mate hoger of lager is. Hetzelfde geldt voor warm tapwater, zij het in mindere mate. Een hogere resp. lagere prijs voor elektriciteit leidt tot iets lager resp. iets hoger verbruik van elektriciteit voor verlichting.

Tijdens het project zijn externe deskundigen geraadpleegd op het gebied van de gebouwgebonden energiefuncties. Relevante partijen zijn projectbemiddelaars, architecten, adviesbureaus en installateurs. De voornaamste bevindingen zijn:

- Veel nieuwe kantoren zullen met koeling en luchtbevochtiging worden uitgerust.
- De besparing op verlichting wordt gedeeltelijk tenietgedaan door het aanbrengen van extra verlichting i.v.m. sfeer en reclame.
- In veel nieuwe kantoren zal een hoger ventilatievoud worden toegepast.

Als aanvulling op de scenarioberekeningen zijn enige gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd waaruit blijkt dat het verbruik van elektriciteit voor koelen bijna 0,4 PJ_{primaire} meer kan zijn en voor bevochtigen ongeveer 1,0 PJ_{primaire} meer. De mindere besparing voor verlichting zou in het uiterste geval kunnen leiden tot een hoger elektriciteitsverbruik van 0,6 PJ_{primaire} . Het effect van de genoemde verhoging van het ventilatievoud zou kunnen leiden tot een toename van 1,2 PJ_{primaire} voor ventileren. Opgeteld leidt dit tot een verhoging van het elektriciteitsverbruik met 3,2 PJ_{primaire} , dit is ruim 3% op het totale primaire verbruik.

¹ De onderscheiden gebouwcategorieën sluiten aan bij de indeling zoals die in het bouwbesluit wordt gehanteerd, dus indeling van gebouwen naar soort van werkzaamheden die in het gebouw plaats vinden.

Tabel S.3 Aardgasverbruik in 1997 en 2010 per bouwcategorie en per functie [PJ]

	Totaal		Verwarmen		Warmtapwater		Koelen		Bevochtigen		Overig	
	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010
Kantoren	31,7	¹ 29,1 ² 33,9	29,9	27,0 31,7	1,8	1,7 1,8						0,4 0,4
Ziekenhuizen	13,8	7,8 7,7	10,1	4,8 4,7	1,5	1,0 1,0	0,3	0,3 0,3	0,8	0,7 0,7	1,1	1,0 1,0
Bejaarden/ Verpleeghuizen	9,6	16,1 18,1	8,1	12,7 14,7	0,9	1,9 1,9	0,1	0,0 0,0	0,2	0,5 0,5	0,3	1,0 1,1
Winkels	22,3	16,0 18,3	18,2	12,3 14,5	2,1	2,0 2,1					2,0	1,7 1,7
Sportgebouwen	3,3	2,7 3,2	2,8	2,2 2,7	0,2	0,2 0,2					0,3	0,3 0,3
Zwembaden	1,9	1,9 2,3	0,8	0,7 1,1	0,3	0,1 0,1					0,8	1,1 1,1
Bijeenkomstgebouwen	2,2	2,0 2,4	2,2	1,9 2,3	0	0,1 0,1						0,0 0
Onderwijs	14,1	10,4 12,5	13,6	10,1 12,2	0,3	0,2 0,2					0,1	0,1 0
Horeca w.v.	19,2	17,1 19,8	16,0	14,1 16,8	1,9	1,6 1,6					1,4	1,4 1,4
Logiesgebouwen	4,6	4,1 4,7	4,0	3,4 4,0	0,5	0,4 0,4					0,1	0,1 0,1
Totaal toegeedeeld	118,1	103,1 118,2	101,6	85,8 100,7	9,2	8,8 9,0	0,4	0,3 0,3	1,0	1,2 1,2	5,9	7,0 7,0

Voor 2010 is de waarde weergegeven van:

¹ EPN-scenario.

² Basisscenario.

Tabel S.4 *Elektriciteitsverbruik in 2000 en 2010 per bouwcategorie en per functie in PJ_{primair}*

Functie	Totaal		Verlichting		Ventileren		Koelen		Bevochtigen		Pompen		Verwarming en warm tapwater		Overig	
	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010	1997	2010-
Kantoren	47,6	¹ 38,7 ² 39,3	16,7	12,2 14,9	3,3	2,7 3,3	3,3	2,3 2,8			2,4	2,2 2,7		1,0 0,9	21,9	18,3 14,8
Ziekenhuizen	7,9	5,6 5,4	4,0	1,9 2,2			0,7	0,4 0,5	0,1	0,0 0,1	0,7	0,4 0,5	0,1	0 0	2,3	2,9 2,1
Verpleeg/ Bejaardenhuizen	5,1	5,0 5,1	3,6	1,8 2,2	0,2	0,0 0,0	0,2	0,1 0,1			0,3	0,5 0,6	0,1	0,6 0,6	0,7	1,8 1,3
Winkels	33,2	26,8 26,4	15,0	9,6 11,5	2,6	2,0 2,4					0		1,4	0,6 0,5	14,3	14,6 12,5
Sportgebouwen	1,5	1,2 1,2	0,8	0,6 0,7	0,1	0,1 0,1					0,1	0,1 0,1			0,5	0,4 0,4
Zwembaden	1,3	1,6 1,2	0,2	0,3 0,2	0,3	0,3 0,3					0,2	0,3 0,2	0,1	0 0	0,5	0,6 0,4
Bijeenkomst- gebouwen	2,3	1,5 1,5	1,3	0,6 0,8	0,9	0,2 0,2		0,1 0,1			0,1	0,1 0,1	0	0,1 0,1	0	0,5 0,3
Onderwijs	7,4	7,0 7,0	5,9	4,1 5,0	0,1	0,0 0,1					0,3	0,2 0,3	0,1	0,6 0,5	1,0	2,1 1,2
Horeca	18,5		5,6	1,7 2,1	5,0	2,4 3,0	2,8	3,1 3,6					0,9	0,7 0,6	4,3	8,3 7,0
w.v. Logiesgebou- wen	3,7		0,5	0,5 0,6	0,6	0,6 0,7	1,3	1,3 1,4					0,0	0 0	1,4	1,2 1,0
Totaal toegeedeeld	125,0	103,3 104,2	53,1	32,8 33,8	12,5	7,7 8,0	7,0	6,1 6,1	0,1	0,2 0,2	4,1	3,8 4,6	2,7	3,6 2,5	45,5	49,3 40,2

Over 2010 zijn de gegevens getoond uit:

¹ EPN-variant getoond.

² Basisvariant met een toedeling van de groei naar alle functies (Toedelingsvariant 2010).

Voor het woninggebonden energieverbruik is eerst ingegaan op het huidige en toekomstige beleid. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van de ontwikkeling en opbouw van de bevolking en het woningbestand. Tot slot worden de verbruiksentwickelingen voor de energiefuncties ruimteverwarming en ventilatie, warm tapwater en verlichting beschreven en verklaard. De ontwikkeling van het energieverbruik per energiefunctie is berekend met het model SAVE-Huishoudens (Boonekamp, 1995). De in deze analyse gebruikte scenario's zijn ontwikkeld onder verantwoording van het CPB (CPB, 1997), zie Bijlage A.

De ontwikkeling van het nationale energieverbruik, het product van het totaal aantal woningen en het verbruik per woning, is gegeven in Tabel S.5. In alle scenario's daalt het gasverbruik. Deze daling is het sterkste in het DE scenario en het minst sterk in het GC scenario. De toename in het aantal woningen wordt derhalve meer dan gecompenseerd door het dalen van de gemiddelde energievraag voor ruimteverwarming per woning. Het aandeel van olieproducten is rond 2010 vrijwel verwaarloosbaar. Het elektriciteitsverbruik neemt in 2010 iets toe doordat in nieuwbouwwoningen vaker gebruik gemaakt wordt van mechanische ventilatie gecombineerd met (gebalanceerde) warmteterugwinning. Een tweede factor die hierbij een rol speelt is de geleidelijk toename van de penetratie van de airconditioning (airco). Echter, verwacht mag worden dat nieuwbouwwoningen bij oplevering niet voorzien zullen worden van airco-systemen, omdat het aanbrengen van deze apparatuur een negatieve invloed heeft op de EPC-waarde.

Tabel S.5 *Ontwikkeling van het verbruik voor ruimteverwarming op nationale schaal*

				GC		EC		DE	
		1990	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Aardgas	[PJ]	304	300	280	276	273	265	271	245
Elektriciteit	[PJ _e]	5,7	5,9	6,2	7,2	6,1	7,1	6,0	6,5
Warmte	[PJ _{th}]	5,7	6,7	8,1	10,2	8,6	12,9	8,5	11,6
Olieproducten	[PJ]	4,9	3,5	2,7	1,4	2,7	1,5	2,7	1,5

De ontwikkeling van het totale energieverbruik voor tapwater (nationaal niveau) is gegeven in Tabel S.6. Het aardgasverbruik neemt in het GC-scenario nog licht toe door de stijging van de tapwatervraag en de toename van het aandeel van gasgestookte toestellen. In de overige scenario's worden deze effecten gecompenseerd door een stijging van het rendement van de tapwatertoestellen. Ondanks de sterke afname van de penetratie van de elektrische hoofdboiler neemt het elektriciteitsverbruik in GC en EC toe. Dit wordt veroorzaakt door de sterke stijging in penetratie van de close in boiler.

Tabel S.6 *Ontwikkeling van de totale energievraag voor tapwater*

				GC		EC		DE	
		1990	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Aardgas	[PJ]	66	79	83	85	81	80	82	78
Elektriciteit	[PJ _e]	5,4	6,3	7,5	8,7	7,5	8,0	6,8	5,9
Warmte	[PJ _{th}]	1,1	1,5	2,1	3,5	2,3	4,1	2,3	3,8
Olieproducten	[PJ]	1,6	1,6	1,3	1,2	1,3	1,1	1,3	1,0

In Tabel S.7 is de totale energievraag (nationaal niveau) na besparing gegeven. Het totale verbruik stijgt in alle scenario's. De stijging in toename van de penetratie van energiezuinig verlichting is derhalve onvoldoende om de stijging in het verbruik door de toename van het aantal huishoudens en de toename van de verlichtingsbehoefte te compenseren. De stijging in het verbruik wordt met name veroorzaakt door een stijging van het verbruik door de lampen in de branduurklasse van 400 uur en meer.

Tabel S.7 *Ontwikkeling totale energievraag voor verlichting na besparing [PJ_e]*

	1990	1995	GC		DE		EC	
			2000	2010	2000	2010	2000	2010
> 1000 uur	3,8	3,7	4,2	5,2	4,1	4,5	4,1	4,9
400 – 1000 uur	2,9	2,6	2,9	3,6	2,8	3,1	2,8	3,4
150 – 400 uur	2,2	2,4	2,6	3,0	2,6	2,6	2,6	2,9
< 150 uur	1,9	2,2	2,4	2,9	2,4	2,5	2,4	2,8
Totaal	10,7	10,9	12,1	14,7	11,8	12,7	11,9	14,0

1. INLEIDING

In het programma 'Apparaten' van Novem worden 5 productprofielen onderscheiden, waaronder 'Installaties'. Hierin wordt onderzoek gedaan naar het energieverbruik van energiefuncties waarvan de installaties, waarmee in die functies wordt voorzien, meestal door een installateur worden aangebracht. Het gaat daarbij om verwarming, baden/douchen, ventilatie, airconditioning en domotica in woonhuizen, en om verlichting, warm water, verwarming, ventilatie en koeling in de utiliteitsbouw. Om goede keuzes te kunnen maken t.a.v. het leggen van zwaartepunten binnen dit programma, is het van belang te weten wat de omvang van het energieverbruik per functie is en wat voor veranderingen daarin te verwachten zijn in het komende decennium.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het bepalen van het te verwachten energieverbruik voor de diverse gebouwgebonden energiefuncties binnen de utiliteit en woningen in 2010. Voor de utiliteit is eerst nagegaan hoe het huidige verbruik is opgebouwd en daarna zijn m.b.v. van het model SAVE-Utiliteit (Beeldman, 1995) scenarioberekeningen gemaakt voor het jaar 2010. De effecten van verschillende veronderstellingen t.a.v. de toedeling van het verbruik van elektriciteit aan gebouwgebonden functies en andere apparaten zijn doorgerekend. Ook is het effect berekend van extra EPN-maatregelen in de periode na 2000. Het effect van lagere en hogere energieprijzen is eveneens bestudeerd. Om na te gaan of er belangrijke ontwikkelingen zijn in de bouw en het gebruik van utiliteitsgebouwen is een aantal interviews gehouden met betrokken partijen. Het effect van de belangrijkste conclusies uit deze interviews is vertaald naar het energieverbruik in 2010. De ontwikkeling van het energieverbruik door de gebouwgebonden functies in de woningbouw is bestudeerd aan de hand van de te verwachten ontwikkelingen volgens een aantal scenario's.

In Hoofdstuk 2 wordt ingegaan op het huidige (1997) energieverbruik in de tertiaire sectoren met een verdere opdeling van het aardgas- en elektriciteitsverbruik naar energiefuncties in de utiliteit. Diverse gegevensbronnen worden met elkaar vergeleken en keuzes worden gemaakt t.a.v. de toedeling aan de diverse gebouwgebonden energiefuncties per gebouw. De onderscheiden gebouwcategorieën zijn conform de indeling zoals die in het bouwbesluit wordt gehanteerd en daarmee gebaseerd op het soort werkzaamheden dat in een gebouw plaats vindt. In Hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten van het gebruikte scenario besproken, alsmede de gevolgen voor de factoren die het energieverbruik bepalen in de onderscheiden sectoren. De resultaten van de scenarioberekeningen en varianten daarop voor het energieverbruik en de verdeling daarvan over de verschillende energiefuncties worden gegeven in Hoofdstuk 3. Hierin zijn ook de bevindingen vermeld van gesprekken met externe deskundigen op het gebied van bouw en gebruik van utiliteitsgebouwen. In Hoofdstuk 4 wordt het verbruik van energie door de verschillende gebouwgebonden energiefuncties in de woningbouw beschreven. Discussiepunten zijn vermeld in Hoofdstuk 5.

2. HUIDIG ENERGIEVERBRUIK IN DE UTILITEIT

2.1 Energieverbruik per subsector

In de Nederlandse Energie Huishouding (NEH) van het CBS (CBS, 1998) wordt een energiebalans gepubliceerd voor de zogenaamde 'Overige afnemers'. Door de verbruiken uit deze balans te verminderen met het verbruik van de land- en tuinbouw, bouwnijverheid en delfstoffenwinning wordt een balans voor de utiliteit verkregen. In Tabel 2.1 wordt deze balans getoond.

Tabel 2.1 *Berekening verbruikssaldo (energetisch) voor de utiliteit in 1997*

	Overige afnemers	Statistisch verschil	Land- en tuinbouw	Delfstoffen	Bouw	Utiliteit	Primair ¹
Aardgas	298,6	-9,2	136,6	0,6	3,9	166,7	166,7
Stoom/warm water	26,2		15,3	2,0		8,9	9,9
Fermentatiegas	2,5					2,5	2,5
Steenkool	0,9					0,9	0,9
Olieproducten	37,8		14,5	1,1	6,1	16,1	16,1
Elektriciteit	98,8	11,1	11,7	0,6	1,6	73,7	184,3
Totaal	464,8	1,9	178,1	4,3	11,6	268,8	380,4

¹ Voor stoom en warm water is uitgegaan van een rendement van 0,90; voor de berekening van het primaire verbruik van elektriciteit is de factor 2,5 gebruikt.

Het verbruik van aardgas en elektriciteit is in deel II van de NEH (CBS, 1999) gegeven voor een 25-tal subsectoren van de utiliteit. Over het verbruik van de andere energiedragers is minder bekend. Wel worden in een aantal sectoren, zoals onderwijs (universiteiten), gezondheidszorg (ziekenhuizen), zakelijke en overige dienstverlening, olieproducten als brandstof voor warmte/kracht-eenheden gebruikt; dit is geschat op totaal 1,8 PJ. Stoom/warm water is afkomstig van stadsverwarming. Het fermentatiegas wordt gewonnen bij rioolzuiveringsbedrijven en daar in belangrijke mate weer ingezet voor warmte/kracht-productie. Aangenomen wordt dat de resterende hoeveelheden brandstof (steenkool en olieproducten) worden aangewend voor verwarming. Het totale primaire verbruik van de utiliteit komt uit op 380 PJ, waarvan 167 PJ aardgas en 184 PJ elektriciteit.

Aangezien een energiefunctie in de ene (sub)sector van meer belang is dan in een andere (sub)sector is het noodzakelijk inzicht te hebben in het totale verbruik in zo'n (sub)sector. Tabel 2.2 bevat de gegevens over de relevante sectoren voor aardgas en elektriciteit waarvan de gegevens afkomstig zijn uit NEH van het CBS deel II (CBS, 1999).

Tabel 2.2 *Verbruik aan aardgas en elektriciteit in de subsectoren van de utiliteit 1997*

	SBI-code	Aardgas [mln m ³]	Elektriciteit [mln kWh]	Primair aardgas [PJ]	Primair elektriciteit [PJ]	Primair totaal [PJ]
Detailhandel en reparatie	52	661	3536	20,9	31,8	52,7
Handel en reparatie van auto's	50	216	792	6,8	7,1	13,9
Groothandel	51	627	1637	19,8	14,7	34,5
Horeca	55	608	2058	19,2	18,5	37,7
Vervoer, opslag en communicatie	60 -> 64	307	1867	9,7	16,8	26,5
Financiële instellingen	65 -> 67	80	792	2,5	7,1	9,6
Verhuur en zakelijke diensten	70 -> 74	378	2255	12,0	20,3	32,3
Openbaar bestuur	75	415	2980	13,1	26,8	39,9
Onderwijs	80	445	824	14,1	7,4	21,5
Ziekenhuizen	8511	435	880	13,8	7,9	21,7
Verpleeghuizen	8531.1->.8531.6	106	232	3,4	2,1	5,5
Bejaardenoorden	8531.7	196	330	6,2	3,0	9,2
Overige gezondheidszorg	rest 85	231	296	7,3	2,7	10,0
Cultuur	92.1 -> 92.5	70	254	2,2	2,3	4,5
Sport en recreatie	92.6 -> 92.7	216	467	6,8	4,2	11,0
Andere diensten	90,91,93 -> 99	277	1283	8,8	11,5	20,3
Totaal		5268	20483	166,7	184,3	351,0

Opmerking: 1 kWh = 3,6 × 2,5 MJ primair
1 m³ aardgas = 31,65 MJ

2.2 Aanpak toedeling aan energiefuncties

Het verbruik van aardgas en elektriciteit zoals dat in Paragraaf 2.1 is gegeven kan per subsector worden toegedeeld aan de verschillende energiefuncties. Er is weinig cijfermateriaal voor utiliteitsbouw beschikbaar terwijl bovendien

- de kwaliteit zeer uiteenlopend is,
- nieuwe cijfers genereren kostbaar is,
- de beschikbare cijfers zijn gebaseerd op verschillende definities,
- de verdeling over subsectoren verschillend.

De beschikbare bronnen hebben vaak betrekking op een beperkt aantal waarnemingen en vertonen tevens een grote spreiding in uitkomsten. Bovendien betreft de vraag van Novem niet direct deze subsectoren maar gebouwcategorieën zoals kantoren (een combinatie van een aantal subsectoren), ziekenhuizen (een deel van de gezondheidszorg), sportgebouwen (een deel van de subsector sport en recreatie) en bijeenkomstgebouwen (een deel van cultuur). Ook wil men graag logiesgebouwen onderscheiden binnen het totaal van de horeca. In eerste instantie zal voor de berekeningen worden uitgegaan van de CBS-indeling omdat hierbij de consistentie gehandhaafd blijft t.o.v. andere studies en rechtstreeks aansluit bij de indeling van het model SAVE-Utiliteit van ECN-BS (Beeldman, 1995). Uiteindelijk zal het verbruik per energiefunctie per gebouwcategorie worden bepaald.

Er is een aantal publicaties waarin over het energieverbruik per functie wordt gerapporteerd, een voorbeeld hiervan is het Handboek Horeca en Detailhandel van Novem (Novem, 1998). Voor de Horeca is er een sectorrapportage van NEEDIS (NEEDIS, 1997) waarin gegevens over het functieverbruik zijn vermeld. Daarnaast zijn er ook gegevens beschikbaar uit de diverse Bedrijfs Energie Plannen (BEP) en andere rapporten die in het kader van de MJA-afspraken zijn gemaakt. Gegevens over het verbruik voor de functies binnen ziekenhuizen (DHV, 1995b) zijn hiervan een voorbeeld evenals incidentele BEP's van HBO-scholen (Temid, 1997). Uitgebreide gegevens over het middelbaar beroepsonderwijs volgen uit het potentieelonderzoek (DHV, 1995a) uitgevoerd in het kader van de MJA voor het energieverbruik in deze tak van onderwijs.

Over kantoorgebouwen is ook het één en ander gepubliceerd o.a. in een sectorrapportage van NEEDIS (NEEDIS, 1996). Het gaat in eerste instantie om de huidige situatie waarin de nieuwe EPN-normen nog niet of nauwelijks van invloed zijn. Door de beschikbare gegevens per onderdeel te wegen met oppervlak of omzet zijn per onderscheiden subsector gemiddelden bepaald. In Paragraaf 2.3 wordt dat per sector toegelicht.

Naast deze min of meer individuele benadering zijn er een twee studies waarin per sector het aandeel van het energieverbruik voor een bepaalde functie is gegeven. Als eerste kan het (interne) rapport van EnergieNed worden genoemd waarin de resultaten zijn vastgelegd van de Werkgroep U-MAP (MAP, 1995). In het kader van het programma voor MAP-II van de energiebedrijven heeft deze werkgroep het potentieel van besparingsmogelijkheden voor de utiliteit vastgesteld. De indeling naar sectoren die hierbij gemaakt is, komt nagenoeg overeen met die vermeld in Tabel 3. In het betreffende rapport worden geen bronnen vermeld maar aangenomen mag worden dat gezien de herkomst veel kennis van de distributiebedrijven is verwerkt. Dit rapport zal worden gebruikt als toetssteen van de eerder genoemde individuele gegevens.

Een andere toetssteen zijn de gegevens uit het model SAVE-Utiliteit (Beeldman, 1995) van ECN-BS. Hierin is voor iedere sector genoemd in Tabel 3 het totale energieverbruik toegedeeld aan de relevante energiefuncties uitgaande van gegevens uit ICARUS (NW&S, 1994). Opgemerkt dient te worden dat ten behoeve van dit project deze gegevens zo nodig kunnen worden aangepast. SAVE is dus geen bron op zich voor de aandelen in het verbruik. Daarom zal als bron worden verwezen naar ICARUS. Naast de energiegegevens zijn waarden toegevoegd over de fysieke eenheden die het verbruik in hoofdzaak bepalen zoals het vloeroppervlak, het aantal werknemers, het aantal verpleegdagen, het aantal verzorgden, het aantal leerlingen etc.

In het volgende hoofdstuk wordt per sector besproken welke gegevens beschikbaar zijn. Het uiteindelijke doel is dat de daar genoemde aandelen van het totale verbruik in Paragraaf 2.4 worden vertaald naar PJ's. Waar nodig zal op verschillen tussen de bronnen worden ingegaan. Hierbij is het van belang te vermelden dat de bronnen niet altijd even expliciet zijn t.a.v. de functiebenamingen. I.v.m. het doel van deze studie moet bijvoorbeeld duidelijk zijn dat er verschil bestaat tussen het koelen van verblijfsruimten m.b.v. airconditioning en het koelen van ruimten voor opslag van bederfelijke waar. Waar gesproken wordt over het verbruik van pompen betreft het pompen van apparatuur voor klimaatbeheersing.

Om inzicht te krijgen in het totale primaire verbruik van de verschillende functies in de utiliteit zal een berekening worden gemaakt waarbij wordt uitgegaan van het energieverbruik in 1997. Welke aandelen voor een betreffende sector daarvoor zullen worden gebruikt is nader toegelicht en vet gedrukt. De uitkomsten van deze berekening moet worden gezien als een verdeling die als de meest aannemelijke kan worden beschouwd.

2.3 Energieverbruik per energiefunctie

Detailhandel

Een belangrijke bron voor deze sector is de publicatie van Novem 'Brancheprofielen' (Novem, 1998), kortweg aangeduid met 'Profielen'. Daarin zijn per branche van de detailhandel de percentages aardgas en elektriciteit gegeven die door de diverse energiefuncties worden verbruikt. Om de getallen voor de Detailhandel als sector te hebben zijn de (gewogen) gemiddelde aandelen berekend. Er is gewogen met de omzet in de branches. Opgemerkt moet worden dat ook het energieverbruik voor de functies die niet gebouwgebonden zijn zoals vriezen, koelen, koken en andere bewerkingen, eveneens zijn vermeld (doorgaans onder 'Overig').

Het is duidelijk dat er nogal wat verschillen zijn tussen de bronnen. Opvallend is dat in ICARUS geen aardgasverbruik voor 'Warm tapwater' en voor 'Overig' wordt vermeld. In de food-branches wordt wat minder verwarmd dan in de overige branches. Bij elektriciteit wordt in de 'Brancheprofielen' een groot aandeel vermeld voor koelen/vriezen, dit dient met name in de food-branches voor het koelen en bevroren houden van producten. Het gevolg hiervan is dat het aandeel voor verlichting hier aanzienlijk lager is dan onder MAP en ICARUS. Onder klimatiseren en ventilatie zal hier hetzelfde worden verstaan. ICARUS kent geen verbruik voor elektrische verwarming en warm tapwater. Zowel MAP als ICARUS bevatten een aandeel voor pompen. Het gebruik van elektriciteit voor pompen betreft verwarming en ventilatie. Aangenomen wordt dat onder Profielen het pompverbruik is opgenomen in 'Klimatiseren'. Waarschijnlijk is de branche 'Handel en reparatie van auto's' in de MAP-studie opgenomen in de detailhandel.

De gegevens uit de 'Brancheprofielen' worden als uitgangspunt voor verdere berekeningen genomen omdat deze het best onderbouwd zijn.

Tabel 2.3 *Aandeel energiefuncties in detailhandel*

Detailhandel	<i>Profielen</i> ¹	MAP	ICARUS
Gas:			
Verwarming	0,81	0,79	1,00
Warm tapwater	0,10	0,10	
Overig	0,10	0,11	
Elektriciteit:			
Verlichting	0,43	0,59	0,55
Klimatiseren	0,08	0,05	
Ventilatie			0,05
Verwarming	0,02	0,09	
Warm tapwater	0,02		
Pompen		0,05	0,05
Koelen/vriezen	0,29		
Koeling		0,03	0,15
Overig	0,16	0,19	0,20

¹ Brancheprofielen.

Handel en reparatie van auto's

Deze branche wordt in 'Brancheprofielen' apart gegeven omdat het een duidelijk afwijkend energieverbruik heeft door een hoog verbruik aan elektriciteit voor apparatuur t.b.v. de uit te voeren werkzaamheden. In de MAP-studie wordt over deze branche niets gezegd en zal waarschijnlijk in de detailhandel als totaal zijn meegenomen.

Er blijkt een duidelijk verschil tussen de gegevens uit de brancheprofielen en die gehanteerd in ICARUS. In ICARUS is geen verbruik voor warm tapwater vermeld terwijl mag worden aangenomen dat er, gezien het vuile werk in de reparatiebedrijven, een aanzienlijke hoeveelheid tapwater zal worden gebruikt. Het hoge verbruik aan elektriciteit door 'Apparatuur' (c.q. 'Overig' in ICARUS) is in overeenstemming met de verwachting. Het verbruik voor koeling in ICARUS betreft klimatiseren. Opvallend is dat hierover niets is vermeld in 'Brancheprofielen'. Ook hier worden de gegevens uit 'Brancheprofielen' als het meest aannemelijk beschouwd.

Tabel 2.4 *Aandeel energiefuncties in handel en reparatie van auto's*

Handel en reparatie van auto's	<i>Profielen</i> ¹	ICARUS
Gas:		
Verwarming	0,95	1,00
Warm tapwater	0,05	
Elektriciteit:		
Verlichting	0,60	0,55
Klimatiseren	0,03	
Ventilatie		0,05
Verwarming	0,03	
Warm tapwater	0,02	
Pompen		0,05
Koeling		0,15
Apparatuur	0,27	
Overig	0,05	0,20

¹ Brancheprofielen.

Groothandel

Over het energieverbruik door de verschillende energiefuncties bij de groothandel is niet veel bekend. In de MAP wordt een verdeling gegeven die redelijk overeenkomt met wat binnen ICARUS wordt gebruikt. Het is niet duidelijk waarom door de MAP zo'n hoog percentage van het aardgas voor warm tapwater en overig verbruik wordt vermeld. Bovendien is het opvallend dat 10% van de elektriciteit wordt aangewend voor verwarming. Daarmee wordt het percentage van het primaire energieverbruik dat voor verwarming wordt gebruikt aanzienlijk hoger. Wat betreft de koeling moet hier de vraag worden gesteld of er een onderscheid moet worden gemaakt tussen koelen via airconditioning en koelen/vriezen. Betere gegevens uit deze sector zijn nodig. De MAP-gegevens lijken het meest compleet en zijn daarom gekozen voor verdere berekeningen.

Tabel 2.5 *Aandeel energiefuncties in de groothandel*

Groothandel	<i>MAP</i>	ICARUS
Gas:		
Verwarming	0,80	1,00
Warm tapwater	0,10	
Overig	0,10	
Elektriciteit:		
Verlichting	0,50	0,55
Ventilatie	0,05	0,05
Verwarming	0,10	
Pompen	0,05	0,05
Koeling	0,10	0,15
Overig	0,20	0,20

Horeca

In de 'Brancheprofilen' komt een hoofdstuk 'Horeca' voor waarin de aandelen gegeven zijn als 20-80 range van uitkomsten. Het is duidelijk dat er nogal wat onderlinge verschillen zijn hetgeen samenhangt met de heterogeniteit van de sector. Dit blijkt ook uit gegevens van een viertal zeer verschillende bedrijven die zijn gepresenteerd in de sectorstudie van NEEDIS over de horeca (NEEDIS, 1997). Het is duidelijk dat voor deze sector meer specifieke gegevens nodig zijn van de onderdelen (drankverstrekkers, spijsverstrekkers, maaltijdverstrekkers en logiesverstrekkers) om gemiddelde schattingen te kunnen maken. Bovendien is een duidelijker inzicht noodzakelijk t.a.v. het begrip 'koeling'. In de sectorrapportage Horeca van NEEDIS en de 'Brancheprofilen' wordt expliciet onderscheid gemaakt tussen het verbruik van elektriciteit voor koel- en vriesapparatuur en ruimtekoeling.

Het is moeilijk een keuze te maken voor de verdere berekeningen. Aangenomen is dat de uitkomsten van de 'Brancheprofilen' gebaseerd zijn op een relatief groot aantal gegevens, daarom zijn 'gemiddelde waarden' gebruikt van de gegeven rangewaarden.

Tabel 2.6 *Aandeel energiefuncties in de horeca*

Horeca	NEEDIS	<i>Profielen</i> ¹	MAP	ICARUS
Gas:				
Ruimteverwarming	0,77 - 0,88	0,60 - 0,90	0,60	0,70
Warm tapwater	0,09 - 0,10	0,08 - 0,13	0,15	0,10
Koken	0,02 - 0,09		0,15	0,20
Overig	0 - 0,05	0,02 - 0,32	0,10	
Elektriciteit:				
Verlichting	0,14 - 0,22	0,15 - 0,40	0,30	0,50
Ventilatie	0,13 - 0,20		0,10	0,10
Klimatiseren		0,05 - 0,50		
Warmte		0,05	0,10	
Pompen			0,05	0,05
Ruimtekoeling	0 - 0,35			
Koeling	0,09 - 0,22	0,10 - 0,20	0,35	0,15
Apparatuur	0,20 - 0,56	0,20		
Rest	0 - 0,05		0,10	0,20

¹ Brancheprofilen.

Kantoorgebouwen

In Tabel 2.2 is een overzicht gegeven van de sectoren die in dit rapport worden onderscheiden. In een aantal sectoren wordt het gebouwenbestand in hoofdzaak gevormd door kantoren. Dit geldt in de eerste plaats voor de sectoren 'Vervoer, opslag en communicatie', 'Financiële instellingen' en 'Verhuur en zakelijke diensten'. Daarnaast zijn er nog een aantal gebouwen in de gezondheidszorg die als kantoren kunnen worden aangemerkt, hier genoemd 'Overige gezondheidszorg' en gebouwen in de 'Overige dienstverlening'. Binnen MAP en ICARUS is onderscheid gemaakt naar overheidsgebouwen en kantoren voor het bedrijfsleven. Het verbruik van elektriciteit zoals dat door het CBS wordt gegeven voor overheidsgebouwen bestaat voor ruim 35% uit elektriciteit voor openbare verlichting (in 1997, 1100 mln. kWh). Het is niet duidelijk hoe dit binnen de MAP is verwerkt. In SAVE was er oorspronkelijk een relatie opgenomen met het totaal aantal woningen om het verbruik door openbare verlichting te schatten, maar in de laatste versie is dit niet meer aanwezig. Daarentegen is het elektriciteitsverbruik per m² vloeroppervlak voor verlichting aanzienlijk hoger dan bij bedrijfsgebouwen (396 GJ/m² tegen 127 GJ/m²). Aangezien wel bekend is hoeveel elektriciteit naar de openbare verlichting gaat zal hiervoor worden gecorrigeerd.

In de uitgave van Novem 'Doelgroepenkennis' (Novem, 1997a) zijn enige waarden vermeld voor de aandelen van de verschillende energiefuncties in het elektriciteitsverbruik. Hierin is het aandeel voor apparatuur relatief groot, dit in tegenstelling tot MAP waarin een vrij laag aandeel voor 'Overig verbruik' is aangenomen. In ICARUS is dit aandeel wat meer in overeenstemming met de doelgroepengegevens.

Voor de verdere berekening zal worden uitgegaan van de ICARUS-gegevens.

Tabel 2.7 *Aandeel energiefuncties in kantoren*

Kantoren	Doelgroepen	Bedrijven		Overheid	
		MAP	ICARUS	MAP	ICARUS
Gas:					
Ruimteverwarming		0,90	0,95	0,90	0,95
Warm tapwater		0,08	0,05	0,05	0,05
Koken		0,01		0,01	
Overig		0,01		0,04	
Elektriciteit:					
Verlichting	0,30-0,50	0,50	0,35	0,60	0,51
Warmte		0,05		0,05	
Klimatiseren	0,21-0,33				
Ventilatie		0,10	0,07	0,10	0,14
Pompen		0,10	0,05	0,07	0,07
Koeling		0,10	0,07	0,06	0,06
Apparatuur werknemers	0,17-0,23		0,17		0,06
Apparatuur gebouw	0,10-0,19		0,29		0,16
Overig verbruik		0,15		0,12	

Onderwijs

Over het verbruik van energie voor de verschillende energiefuncties in het basisonderwijs zijn weinig gegevens beschikbaar, evenals over het verbruik bij het algemeen voortgezet onderwijs. Het potentieelonderzoek (DHV, 1995a) dat in het kader van de MJA-afspraken met de BVE-sector is uitgevoerd heeft echter goede gegevens opgeleverd. Daarnaast zijn van een aantal schoolgebouwen uit de HBO-sector (Temid, 1997) gegevens beschikbaar. T.b.v. van de MJA-afspraken met het universitair onderwijs is een rapport (Energy Experts, 1997) samengesteld over het besparingspotentieel in deel van het onderwijs. Hoewel dit rapport veel gegevens bevat over het totale energieverbruik bij de universiteiten, zijn er geen gegevens over het verbruik per energiefunctie opgenomen. Uitgaande van de beschikbare gegevens aangevuld met schattingen zijn (gewogen) gemiddelde aandelen per functie bepaald voor de totale sector onderwijs.

Opvallend, in vergelijking met de gegevens uit MAP en SAVE, is het hoge aandeel voor verlichting dat via Novem/MJA is gevonden met daarbij het lage aandeel voor klimatiseren. In ICARUS is het overig verbruik aanzienlijk hoger. Het is duidelijk dat ook deze sector nogal heterogeen is t.a.v. de functies die binnen de onderdelen een rol spelen. Het maken van 'gemiddelde' aandelen blijft dan ook een moeilijke zaak. Vooralsnog zal worden uitgegaan van de Novem/MJA-benadering

Tabel 2.8 *Aandeel energiefuncties in het onderwijs*

Onderwijs	Novem/ MJA	MAP	ICARUS
Gas:			
Verwarming	0,97	0,90	0,95
Warm tapwater	0,02	0,07	0,05
Overig	0,01	0,03	0,03
Elektriciteit:			
Verlichting	0,80	0,57	0,51
Ventilatie	0,01	0,05	0,14
Warmte		0,05	
Warm tapwater	0,01		
Pompen	0,04	0,10	0,07
Koeling		0,08	0,06
Apparatuur werknemers			0,06
Apparatuur gebouwen			0,16
Overig	0,14	0,15	

Gezondheidszorg

Voor de intramurale gezondheidszorg bestaat een MJA. In eerste instantie hebben alle deelnemende ziekenhuizen een BedrijfsEnergiePlan (BEP) moeten maken. In dit plan is doorgaans aangegeven wat het aandeel van het energieverbruik voor de verschillende energiefuncties van het betreffende ziekenhuis is. Deze gegevens zijn door Novem in een database vastgelegd en hieruit zijn gemiddelde aandelen bepaald. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen Algemene ziekenhuizen en de rest. Tot de rest behoren ook de Verpleeghuizen waardoor een hoger aandeel voor warm tapwater verklaarbaar is. Waarom het aandeel voor apparatuur in deze ziekenhuizen hoger is dan bij de Algemene ziekenhuizen is niet te verklaren. Mogelijk dat de speciale ziekenhuizen toch weer meer specifieke apparatuur gebruiken. De inzet voor aardgas t.b.v. 'koelen' en 'bevochtigen' is aanzienlijk en de vraag is dan ook of dit kan. Gasgestookte apparatuur schijnt in dit verband erg weinig voor te komen. MAP en ICARUS vertonen onderling aanzienlijke verschillen zowel bij verwarming als t.a.v. ventilatie.

Aangezien de gegevens uit de MJA betrekking hebben op een groot aantal waarnemingen zal voor verdere berekeningen hiervan worden uitgegaan. Voor verpleeg- en bejaardenhuizen worden de gegevens van de Overige ziekenhuizen gebruikt.

Tabel 2.9 *Aandeel energiefuncties in de gezondheidszorg*

Gezondheidszorg	Novem/MJA		MAP	ICARUS
	<i>Algemene ziekenhuizen</i>	<i>Overige ziekenhuizen</i>		
Gas:				
Verwarming	0,67	0,79	0,63	0,76
Warm tapwater	0,10	0,13	0,24	0,18
Koken			0,13	0,06
Koelen	0,04	0		
Bevochtigen	0,09	0,02		
Apparatuur	0,10	0,06		
Elektriciteit:				
Verlichting	0,50	0,52	0,50	0,30
Bevochtigen	0	0,03		
Ventilatie			0,10	0,20
Warmte			0,10	
Warm tapwater	0,01	0,01		
Pompen	0,08	0,10	0,05	0,10
Koeling	0,12	0,03	0,05	0,10
Apparatuur	0,28	0,31	0,20	0,30

Sport en recreatie

In het SAVE-model wordt deze sector niet apart onderscheiden maar maakt deel uit van 'Rest niet commercieel' waarvan het gebruik wordt geschat op basis van het aantal werknemers. In het werkgroeprapport van EnergieNed (MAP, 1995) worden voor deze sector cijfers gegeven over de verdeling van het verbruik naar functies.

Voor de huidige situatie bevat de uitgave van Novem (Doelgroepenkennis 5) betreffende sport en recreatie (Novem, 1997a) het energieverbruik in sporthallen, zwembaden e.d. in 1994. Daarbij wordt uitgebreid ingegaan op de aandelen voor de diverse functies. Probleem hierbij is het vaststellen of een functie al of niet gebouwgebonden is, met name is dat het geval t.a.v. het verwarmen van het zwembadwater in zwembaden.

In het EP Variantenboek Sportgebouwen (Novem, 1997b) is een aantal voorbeelden gegeven waarmee het verbruik in de nieuwgebouwde accommodaties kan worden geschat. Via de beschikbare gegevens kan worden nagegaan welk deel van het energieverbruik, genoemd in de CBS-statistieken voor de sector Sport en Recreatie, specifiek de sector sport betreft.

Het energieverbruik van de diverse typen accommodatie kan via de beschikbare gegevens worden bepaald, het gaat om gymnastieklokalen, sporthallen, zwembaden, ijsbanen en zogenaamde clubaccommodaties. Voor deze studie zijn alleen Sporthallen en Zwembaden beschouwd

Het is duidelijk dat gezien de grote diversiteit in type gebouwen het bepalen van het (toekomstig) energieverbruik per functie een meer uitgebreide studie vergt.

Om met het SAVE-model een eerste schatting te maken van het functieverbruik in de sector 'sport en recreatie' zijn de gegevens uit de MAP-studie gebruikt. Voor een meer specifieke schatting voor zwembaden en sporthallen is gebruik gemaakt van de gegevens uit de Doelgroepenkennis

Tabel 2.10 *Aandeel energiefuncties in sport en recreatie*

Sport en recreatie	Novem ¹ sporthallen	Novem ¹ zwembaden	van Hoek ² zalen	van Hoek ² zwembaden	EP-varianten	MAP
Gas:						
Verwarming	0,83	0,48	0,80		0,37-0,76	0,40
Warm tapwater	0,07	0,05	0,20		0,03-0,24	0,15
Koken						0,15
Overig	0,10	0,47				0,30
Elektriciteit:						
Verlichting	0,54	0,15	0,40-0,60	0,25	0,40-0,90	0,45
Klimaatapparatuur						
Ventilatie	0,06	0,26			0,00-0,53	0,35
Warmte						0,05
Warm tapwater		0,05		0,33		
Pompen	0,06	0,15	0,50		0,06-0,10	0,05
Koeling						0,10
Restverbruik	0,34	0,39		0,42		0

¹ Doelgroepenkennis.

² Persoonlijke mededeling (Hoek, 1999).

2.4 Huidig energieverbruik per energiefunctie naar subsector

In Paragraaf 2.3 zijn de gegevens gepresenteerd van de verdelingen volgens een aantal bronnen. Uitgaande van deze gegevens kan worden berekend welk deel van het primaire energieverbruik kan worden toegerekend aan de diverse functies. De berekening is uitgevoerd met die gegevens waarvan de kop van de betreffende tabel cursief is gedrukt. De motivatie is in het betreffende hoofdstuk te vinden. Het resultaat voor het aardgasverbruik is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2.11 *Aardgasverbruik in 1997 naar functie volgens individuele gegevens [mln. m³]*

	Totaal	w.v. Verwarmen	Warm tapwater	Koelen	Bevochtigen	Overig
Detailhandel en reparatie	661	532	66			63
Handel en reparatie van auto's	216	208	8			
Groothandel	627	502	63			63
Horeca	608	506	59			43
Vervoer, opslag en comm.	307	292	15			
Financiële instellingen	80	76	4			
Verhuur en zakelijke diensten	378	359	19			
Openbaar bestuur	415	394	21			
Onderwijs	445	430	10			4
Ziekenhuizen	435	318	48	9	26	35
Verpleeghuizen	106	77	12	2	6	8
Bejaardenoorden	196	179	17			
Overig gezondheidszorg	231	219	12			
Cultuur	70	69	1			
Sport en recreatie	216	186	30			
Andere diensten	277	263	14			
Totaal	5268	4611	396	11	32	216
Primair [PJ]	167	146	13	0	1	7
[%]	100	87	8	0	1	4

Opmerking: 1 m³ aardgas = 31,65 MJ

Het blijkt dat 87% van het verbruik bestemd is voor verwarming en 8% voor warm tapwater. In ziekenhuizen en verpleeghuizen wordt aardgas ingezet voor koelen en bevochtigen. Het 'Overig' verbruik (niet gebouw gebonden) bedraagt 4%. Dat is met name terug te vinden in de sectoren waar keukens aanwezig zijn. Bij kantoorgebouwen is er geen overig gebruik. De vraag kan worden gesteld of de bedrijfsrestaurants zo'n beperkt verbruik hebben dat dit in het totaal niet is terug te vinden.

Voor elektriciteit zijn de uitkomsten vastgelegd in Tabel 2.12.

Tabel 2.12 *Verbruik van elektriciteit naar functie [mln. kWh]*

	Totaal	w.v.:							
		Verlichting	Ventileren	Koelen	Bevochtigen	Pompen	Warm water	Verwarming	Overig
Detailhandel en reparatie	3536	1536	286				70	59	1578
Handel en reparatie van auto's	792	475	24				16	24	253
Groothandel	1637	819	82	164		82		164	327
Horeca	2058	617	556	309			0	103	473
Vervoer, opslag en communicatie	1867	653	131	131		93		93	859
Financiële instellingen	792	277	55	55		40			364
Verhuur en zakelijke diensten	2255	789	158	158		113			1037
Openbaar bestuur ¹	2980	658	132	132		94			865
Onderwijs	824	661	8	1		29	9		115
Ziekenhuizen	880	449		79	9	79	9		255
Verpleeghuizen	232	118		21	2	21	2		67
Bejaardenoorden	330	281	23			9	9		17
Overig gezondheidszorg	296	104	21	21		15			136
Cultuur	254	140	102			13			0
Sport en recreatie	467	295	132			41			0
Andere diensten	1283	449	90	90		64			590
Totaal	20483	8321	1798	1160	11	683	115	349	6938
Primair ³ [PJ]	174,4 ²	74,9	16,2	10,4	0,1	6,2	1,0	3,1	62,4
[%]	100	43	9	6	0	4	1	2	36

¹ De totale hoeveelheid bevat 1100 mln. kWh voor openbare verlichting. Deze is verder buiten beschouwing gebleven.

² Exclusief 9,9 PJ voor openbare verlichting.

³ 1 kWh = $3,6 \times 2,5$ PJ_{primair}.

Het grootste deel gaat naar verlichting (43%), terwijl ventileren en koelen tezamen 26% vraagt. Onder ‘overig’ valt alle niet gebouwgebonden verbruik en bedraagt 36%. Wat onder ‘overig’ is vermeld betreft het verbruik voor informatie en telecommunicatie (37 PJ_{primaire}), koeling van producten en voorwerpen (11 PJ_{primaire}) en het verbruik voor apparaten (14 PJ_{primaire}), waaronder ook liften, automaten etc. Dit is een schatting gebaseerd op gegevens die in de verschillende bronnen betreffende de diverse sectoren zijn genoemd t.a.v. de niet gebouwgebonden functies.

Om de uitkomsten van bovenstaande (‘gecombineerde’ d.w.z. van uiteenlopende bronnen gebruik makende) berekening te toetsen is dezelfde berekening gemaakt met alleen de aandelen genoemd in MAP en een berekening met alleen aandelen uit SAVE. Indien voor een sector gegevens ontbraken zijn de ‘individuele gegevens’ gebruikt. In Tabel 2.13 zijn de resultaten voor het gasverbruik vermeld.

Tabel 2.13 *Vergelijking aardgasverbruik naar functie in 1997 [PJ]*

	Totaal w.v.:		Warm			
		Verwarmen	tapwater	Koeling	Bevochtigen	Overig
Gecombineerd	167	146	13	0	1	7
Alleen ICARUS	167	158	8			1
Alleen MAP	167	136	18			13

Het blijkt dat in ICARUS het aandeel voor warm tapwater vaak als nihil is ingeschat, in tegenstelling tot MAP waarin het blijkbaar een veel hoger aandeel heeft. Ook voor overig verbruik is in ICARUS een laag percentage opgenomen. Het gevolg is dat in ICARUS het aandeel voor verwarming het hoogst is.

Voor elektriciteit is dezelfde werkwijze gevolgd, de resultaten hiervan zijn vermeld in Tabel 2.14.

Tabel 2.14 *Vergelijking elektriciteitsverbruik naar functie in 1997 [PJ_{primaire}]*

	Totaal w.v.:							
		Verlichting	Ventileren	Koelen	Pompen	Warm water	Verwarming	Overig
Gecombineerd	174	75	16	10	6	1	3	62
Alleen ICARUS	174	92	19	6	11			47
Alleen MAP	174	89	16	9	13	0	12	36

Uit bovenstaande tabel blijkt in ICARUS en MAP relatief veel aan ‘verlichting’ wordt toegevoegd. De uitkomsten van de berekening met de aandelen uit een combinatie van bronnen geeft een laag aandeel voor verlichting maar een veel hoger aandeel voor niet gebouwgebonden functies. Verder wordt volgens de MAP-studie veel warmte opgewekt met elektriciteit.

Over de huidige gegevens kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- In de bronnen worden energiefuncties soms aangeduid met benamingen waarvan onvoldoende duidelijk is wat wel en wat niet wordt meegenomen, een voorbeeld hiervan is ‘koeling’.
- Representatieve aandelen voor een sector die erg heterogeen is t.a.v. de energiefuncties in de subsectoren zijn vaak onnauwkeurig omdat doorgaans maar voor een beperkt aantal subsectoren redelijke gegevens beschikbaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn detailhandel, horeca en onderwijs.
- Over het functieverbruik in bestaande gebouwen uit de sector cultuur is weinig bekend.
- Voor kantoorgebouwen is onduidelijk welk deel van het energieverbruik aan functies zoals informatie, (tele)communicatie, liften, koken (aanwezigheid van kantines) moet worden toegeschreven.

2.5 Huidig energieverbruik per energiefunctie naar bouwcategorie

Voor de verdeling van het energieverbruik naar bouwcategorie volgens de indeling zoals die in het bouwbesluit wordt gehanteerd is in principe uitgegaan van de gegevens zoals vermeld in Paragraaf 2.3. In Tabellen 2.11 en 2.12 is voor de relevante sectoren het aardgasverbruik, respectievelijk het elektriciteitsverbruik, over 1997 gegeven. Hieruit zijn de matrices van het verbruik voor de energiefuncties van de onderscheiden bouwcategorieën afgeleid en wel op de wijze zoals hieronder beschreven.

Kantoren

In een aantal sectoren vinden de werkzaamheden bijna volledig in kantoren plaats. Een voorbeeld hiervan is de sector 'Financiële instellingen'. Ook zijn er sectoren waarin kantoorwerkzaamheden wel belangrijk zijn maar de hoofdzaak van de werkzaamheden uitgevoerd wordt in ruimten die niet als kantoor kunnen worden aangemerkt. Navraag bij betreffende brancheorganisaties heeft niets opgeleverd. Daarom is in voorkomende gevallen uitgegaan van het aantal werkzame personen in een sector die in de Enquête Beroepsbevolking (CBS, 1998a) het beroepsniveau 'hoog' hebben en van de grove aanname dat het energieverbruik per kantoorbaan gelijk is aan het energieverbruik van de andere functies. In het hiernavolgende is per relevante sector het één en ander verantwoord.

- *Financiële instellingen*
Hiervan is aangenomen dat alle werkzaamheden plaats vinden in kantoorruimten.
- *Verhuur en zakelijke dienstverlening*
Ook hiervan is aangenomen dat alle werkzaamheden plaats vinden in kantoorruimten. Opgemerkt moet worden dat tot deze sector ook Researchinstellingen behoren waarvan een gedeelte van het werk in laboratoria en werkplaatsen plaats vindt. Er is niet gecorrigeerd omdat geen voldoende onderbouwde schatting kan worden gegeven. Het energieverbruik bedraagt iets meer dan 10% van het totaal van deze sector.
- *Openbaar bestuur*
Onder openbaar bestuur valt ook defensie. Een belangrijk deel van het energieverbruik vindt daar plaats in kazernes en werkplaatsen. Aangenomen is dat, na een correctie op basis van werkzame personen bij defensie, een redelijke schatting is verkregen van het verbruik in kantoren bij de overheid.
- *Groothandel*
Het overgrote deel van de werkzaamheden vindt plaats in magazijnen, opslag- en werkplaatsen. Toch zal de administratieve afhandeling in belangrijke mate 'op kantoor' plaatsvinden. Bij het Verbond van de Nederlandse Groothandel is niet bekend welk deel van het personeel in de groothandel kantoorwerk verricht. Ook navraag bij het EIM leverde niets op. Uit de EBB97 (CBS, 1998a) blijkt dat 22% van het personeel het beroepsniveau 'hoog' heeft, daarom is aangenomen dat 22% van het gebouwgebonden verbruik in kantoren plaats vindt. Dit percentage komt redelijk overeen met de uitkomsten van een (kleine) enquête die in 1995 is gehouden in het kader van een NEEDIS-onderzoek (NEEDIS, 1998).
- *Vervoer, opslag en communicatie*
Voor deze sector geldt hetzelfde als voor de Groothandel. Het grootste deel van de werkzaamheden vindt plaats in andere ruimten dan kantoren, toch is er wel degelijk een kantoorfunctie. Ook hier is een schatting gemaakt van het kantoordeel van het energieverbruik door het aandeel te bepalen van het aantal werkzame personen met een hoog beroepsniveau. Het gevonden percentage bedraagt 23%.

- *Overige gezondheidszorg*

Naast de ziekenhuizen, verpleeg- en bejaardenhuizen omvat de gezondheidszorg nog diverse andere activiteiten waarvan de werkzaamheden in hoofdzaak in kleine gebouwen worden uitgevoerd. Toch zijn er nog een aantal organisaties zoals de thuiszorg, die aanzienlijke kantoren hebben. Verondersteld is dat werknemers met een hoger beroepsniveau over een kantoorplek beschikken. In dit geval gaat het om 16% van alle personen die werkzaam zijn in de overige gezondheidszorg.

- *Andere diensten*

Het gaat hier om Reinigen van kleding en textiel; Kappers en schoonheidsverzorging; Uitvaart, crematoria, mortuaria, Sauna's en nog een rest Overig. Het aandeel van kantoorwerkzaamheden in deze sector is gering en daarom buiten beschouwing gelaten.

Opmerking

Het is waarschijnlijk dat een groot deel van de kantoren kleiner is dan 500 m² BVO (bruto vloer oppervlak). Dewulf en Guyt (Dewulf, 1995) schatten de voorraad hiervan in 1994 op 6,7 miljoen m² BVO. De voorraad grotere kantoren wordt geschat op 27,9 miljoen m² BVO. In de betreffende studie is ook de ontwikkeling tot 2000 geschat. De verwachting is dat vanaf 1994 tot 2000 er 4 miljoen m² zal worden bijgebouwd. Verder zouden de gemeenten nog plannen hebben voor circa 7 miljoen m². In het betreffende rapport wordt eveneens opgemerkt dat er onvoldoende aandacht wordt gegeven aan de kleinere kantoren. Wanneer de aannames die hierboven zijn gedaan m.b.t. Groothandel en Vervoer, opslag en communicatie worden vertaald naar aantal werknemers dan gaat het om 175.000 werknemers die 7 miljoen m² (40 m² per werknemer voor kleine kantoren) kantooroppervlak vragen. Deze opmerking is alleen maar om de problemen t.a.v. de definitie van kantoren te illustreren. In de schattingen zijn geen kantoren in bedrijfsgebouwen meegenomen.

Ziekenhuizen

Over ziekenhuizen zijn voldoende gegevens beschikbaar via het jaarverslag van de MJA (Novem, 1998b).

Bejaarden- en Verpleeghuizen

Ook over deze categorie is voldoende bekend.

Winkels

In de Detailhandel zijn alle winkels opgenomen. Deze sector bevat geen garagebedrijven. De showrooms van garages kunnen worden gezien als winkel en worden toegevoegd aan de detailhandel. Er is echter niets bekend over het oppervlak dat in Nederland aanwezig is, ook BOVAG/RAI heeft hierover geen gegevens, daarom is voor aardgas verondersteld dat 20% van het gasverbruik wordt aangewend om de showrooms te verwarmen. Voor verlichting van deze ruimten is 30% van het totale elektriciteitsverbruik verondersteld.

Sportgebouwen

Het totale gebruik van elektriciteit en aardgas is gegeven. Verder bevat Doelgroepenkennis nr. 5 over Sport en recreatie (Novem, 1997a) gegevens over het verbruik door de diverse onderdelen en bijbehorende energiefuncties. De categorie Sportgebouwen betreft in dit geval sporthallen, sportzalen en gymzalen. Clubaccommodaties (bijvoorbeeld kleedkamers op de velden) zijn hierin niet opgenomen.

Zwembaden

In bovengenoemde publicatie (Novem, 1997a) wordt ook uitgebreid ingegaan op het energieverbruik door zwembaden. In de matrix betreft het alle zwembaden, zowel overdekt als combi's, maar ook open zwembaden. Punt hierbij is de energie die nodig is om het water te verwarmen. Het verwarmen van het zwemwater is niet als gebouwgebonden functie gezien.

Bijeenkomstgebouwen

Over bijeenkomstgebouwen blijken geen gegevens beschikbaar. Aangenomen is dat de sector Cultuur alle bijeenkomstgebouwen bevat.

Onderwijs

Over onderwijs wordt regelmatig het energieverbruik in detail gepubliceerd. Over de verdeling naar energiefuncties is veel minder bekend. Dit is wel van belang gezien de grote verschillen die hierin mogen worden verwacht bijvoorbeeld tussen basisschool en universiteit.

Horeca (incl. en excl. Logiesgebouwen)

Voor de gehele Horeca wordt het verbruik door het CBS gegeven. Voor Logiesgebouwen is op grond van de beschikbare gegevens o.a. uit 'Horeca in Cijfers' van het bedrijfsschap Horeca en Catering en de 'Brancheprofielen' een schatting gemaakt.

De Tabellen 2.15 en 2.16 vermelden het verbruik aan aardgas en elektriciteit verkregen na berekeningen op basis van bovengenoemde indeling in categorieën.

Tabel 2.15 Aardgasverbruik in 1997 naar gebouwgebonden functie per bouwcategorie [PJ]

Functie Sector	Totaal	Verwarmen	Warm tapwater	Koelen	Bevochtigen	Overig
Kantoren	31,7	29,9	1,8			0
Ziekenhuizen	13,8	10,1	1,5	0,3	0,8	1,1
Bejaarden/ Verpleeghuizen	9,6	8,1	0,9	0,1	0,2	0,3
Winkels	22,3	18,2	2,1			2,0
Sportgebouwen	3,3	2,8	0,2			0,3
Zwembaden	1,9	0,8	0,3			0,8
Bijeenkomstgebouwen	2,2	2,2	0,0			
Onderwijs	14,1	13,6	0,3			0,1
Horeca	19,2	16,0	1,9			1,4
w.v. Logiesgebouwen	4,6	4,0	0,5			0,1
Totaal toegeedeeld	118,1	101,6	9,2	0,4	1,0	5,9
Niet toegeedeeld	48,7					
Totaal CBS	166,8					

Door de vertaling naar bouwcategorieën wordt het verbruik in de volgende subsectoren niet meegeteld:

- Openbaar bestuur; defensie (3,3 PJ).
- Groothandel: magazijnen; opslagplaatsen en werkplaatsen (15,9 PJ).
- Vervoer, opslag en communicatie; opslag- en werkplaatsen (7,5 PJ).
- Overige gezondheidszorg; (tand)artsenpraktijken, kleine oefenruimtes e.d. (6,1 PJ).
- Handel en reparatie van auto's: garages (5,5 PJ).
- Sport en recreatie; clubaccommodaties, recreatie en ijsbanen (1,6 PJ).
- Andere diensten; totaal (8,8 PJ).

Tabel 2.16 *Elektriciteitsverbruik in 1997 naar gebouwgebonden functie per bouwcategorie*
[PJ_{primair}]¹

Functie Sector	Totaal	Verlichting	Ventileren	Koelen	Bevochtigen	Pompen	Warm tapwater	Verwarming	Overig
Kantoren	47,6	16,7	3,3	3,3		2,4			21,9
Ziekenhuizen	7,9	4,0		0,7	0,1	0,7	0,1		2,3
Verpleeg/Bejaardenhuizen	5,1	3,6	0,2	0,2		0,3	0,1		0,7
Winkels	33,3	15,0	2,6				0,7	0,7	14,3
Sportgebouwen	1,5	0,8	0,1			0,1			0,5
Zwembaden	1,3	0,2	0,3			0,2		0,1	0,5
Bijeenkomstgebouwen	2,3	1,3	0,9			0,1			
Onderwijs	7,4	5,9	0,1			0,3	0,1		1,0
Horeca	18,6	5,6	5,0	2,8				0,9	4,3
w.v.									
Logiesgebouwen	3,6	0,5	0,6	1,3				0,0	1,2
Totaal toegedeeld	125,0	53,1	12,5	7,0	0,1	4,1	1,0	1,7	45,5
Niet toegedeeld	59,5								
Totaal CBS	184,5								

¹ Voor de omzetting naar primair is uitgegaan van een rendement van 40% voor opwekking van elektriciteit.

Door de vertaling naar bouwcategorieën wordt het verbruik in de volgende subsectoren niet meegeteld:

- Openbaar bestuur; defensie, openbare verlichting (resp. 4,2 en 9,9 PJ).
- Groothandel: magazijnen; opslagplaatsen en werkplaatsen (11,5 PJ).
- Vervoer, opslag en communicatie; opslag- en werkplaatsen (12,9 PJ).
- Overige gezondheidszorg; (tand)artsenpraktijken, kleine oefenruimtes e.d. (2,2 PJ).
- Handel en reparatie van auto's: garages (5,8 PJ).
- Sport en recreatie; clubaccommodaties, recreatie en ijsbanen (1,4 PJ).
- Andere diensten; totaal (11,5 PJ).

3. GEBOUWGEBONDEN ENERGIEVERBRUIK IN DE UTILITEITSBOUW IN 2010

3.1 Verwachte ontwikkelingen in de sectoren

De energievraag vóór besparing wordt bepaald door economische en fysieke ontwikkelingen in een sector. In dit hoofdstuk worden deze ontwikkelingen besproken per sector. Daarbij is uitgegaan van ontwikkelingen per bedrijfstak in het EC-scenario, zoals beschreven door het Centraal Planbureau (CPB) in het kader van de Lange Termijn Verkenning 1995-2020 (CPB, 1996). Zie Bijlage A.

In het European Co-ordination (EC) scenario speelt beleidscoördinatie een belangrijke rol en wordt aan solidariteit en sociale cohesie groot belang gehecht. Er treedt een verdergaande Europese integratie op, maar mondiaal is er een zeker isolationisme tussen de grote blokken in de wereld. De economische groei voor Nederland (BBP) is $2\frac{3}{4}$ % per jaar. Het EC-scenario ligt qua karakteristieken en economische groei zo'n beetje tussen de andere twee scenario's in.

Op basis van deze informatie kan een vertaling worden gemaakt naar de ontwikkeling van fysieke grootheden als werknemers en vloeroppervlak, die bepalend zijn voor de energievraag. Uiteindelijk moet dit hoofdstuk de input leveren waarmee in SAVE de energievraag voor besparing kan worden berekend.

Voor typische overheidssectoren, zoals gezondheidszorg en onderwijs is daarbij gebruik gemaakt van informatie van de verantwoordelijke ministeries.

Detailhandel

De productie van de detailhandel groeit minder sterk dan die van de groothandel. Over het algemeen groeien producentendiensten harder dan consumentendiensten. De schaalvergroting van bedrijven zet verder door. Er zijn echter wel kansen voor gespecialiseerde detailhandel. Elektronisch winkelen en besteldiensten komen enigszins op, maar nemen geen grote vlucht. De werkgelegenheid groeit weinig. Door technologische ontwikkeling en schaalvergroting neemt de arbeidsproductiviteit toe, en de werkgelegenheid af. Extra serviceverlening zorgt wel voor een toename van de werkgelegenheid. Het BVO groeit sneller dan het aantal werknemers door de schaalvergroting.

Groothandel

De groothandelsbedrijven die aan de detailhandelsbedrijven leveren krijgen het moeilijk. De Europese eenwording maakt hun intermediaire functie minder belangrijk. De tendens tot schaalvergroting speelt ook in de groothandel, mede vanwege de schaalvergroting in de detailhandel. Opslag en ruimtebeslag nemen af, door just-in-time leveranties. Door een betere logistieke planning neemt de efficiency toe.

Horeca

De horeca is vrijwel geheel afhankelijk van de particuliere consumptie. De toeristenindustrie wordt een mondiale aangelegenheid waarbij kwaliteitsverlies direct tot verlies van marktaandeel leidt. De vergrijzing van de bevolking bevordert de groei van cultuurvakanties. Deze meer koopkrachtige toeristen zullen steeds hogere eisen stellen aan de accommodaties in de steden. Kwaliteitsverhoging betekent dat het BVO minder hard zal groeien dan de Toegevoegde Waarde (TW). De groei van het BVO zal iets groter zijn dan de groei van de werkgelegenheid door een toenemende arbeidsproductiviteit.

Zakelijke dienstverlening

In SAVE wordt onder zakelijke dienstverlening verstaan de SBI codes 72 en 74. Dat zijn computerservicebureau's e.d., juridische en economische dienstverlening, architecten- en ingenieursbureaus reclamebureaus schoonmaakbedrijven, uitzendbureaus etc. De werkgelegenheid en de toegevoegde waarde in de zakelijke diensten stijgt sterk. Zowel de productie van bedrijven als de externalisatie van activiteiten en bedrijfsprocessen naar zakelijke diensten, evenals het gebruik van flexibele arbeid (o.a. uitzendarbeid en oproepkrachten) stijgt fors. Bovendien specialiseren bestaande bedrijven in de industrie en dienstverlening zich op hun kerncompetentie, waardoor er behoefte komt aan diverse specialistische diensten.

Bank- en verzekeringswezen

Transacties in het bank- en verzekeringswezen zoals het betalingsverkeer door de banken, het afsluiten van standaardpolissen door verzekeraars en de administratie van pensioenfondsen, worden vrijwel uitsluitend elektronisch afgezet en afgehandeld. Voor de werkgelegenheid betekent dit sanering van de bestaande overcapaciteit. Terwijl in een marktgericht scenario de financieringen steeds vaker via de geld- en kapitaalmarkt worden aangetrokken, zullen in het EC-scenario de grote banken en verzekeraars zich ontwikkelen tot personal financial consultants. Dat leidt tot een positievere ontwikkeling van de werkgelegenheid.

Ziekenhuizen

In ziekenhuizen was het aantal bedden per 1 januari 1998 55.434. De norm voor het aantal bedden per 1000 inwoners wordt 2,8 (Staatscourant, 1995). In 1995 was het aantal bedden per 1000 inwoners 3,9. Dit aantal daalt slechts met 0,1 per jaar, ofwel met 3%. Deze daling is aangenomen voor de hele periode 1995-2010. Dit betekent dus ook dat het BVO in de ziekenhuizen met 3% per jaar zal dalen.

Het aantal verpleegdagen daalt met ongeveer 2% per jaar. Het aantal dagbehandelingen stijgt met ca. 2% per jaar en het aantal poliklinische behandelingen stijgt licht met ca. 0,5% per jaar. Aangenomen is dat dit betekent dat het aantal werknemers afhangt van de ontwikkelingen van het totaal van verpleegdagen, en het aantal dagbehandelingen en poliklinische behandelingen en dus stijgt met 0,5% per jaar.

Verpleeg- en bejaardentehuizen

Op basis van het Jaaroverzicht Zorg 1999 van het Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport, valt het volgende te zeggen over verpleeghuizen (VWS, 1999). Per 1 januari 1998 was het aantal bedden/plaatsen in verpleeghuizen 56.200. In 1997, 1998 en 1999 groeide het aantal plaatsen met ca. 700 per jaar (dat is dus ruim 1%). In 2000 is de verwachte groei zelfs meer dan 1000 plaatsen. Na 2000 wordt nauwelijks nog groei verwacht. Een groot deel van het budget van het ministerie is bestemd voor de realisering van verpleegunits in verzorgingshuizen. Een kleiner deel van het budget wordt gebruikt voor privacyverbetering in verpleeghuizen: het doel is in 2000 alle nog resterende vijf- en zes-bedskamers te doen verdwijnen.

Een adviesrapport van het College voor Ziekenhuisvoorzieningen schat in dat er in 2005 een verzorgingscapaciteit in verzorgingshuizen van 110.000 moet zijn. In 1995 wonen 125.500 ouderen in verzorgingshuizen. In 2001 is een capaciteit gepland van 107.000 plaatsen (intramuraal). Er vindt dus een aanzienlijke daling van de capaciteit van verzorgingshuizen plaats. Daarbij wordt de kwaliteit van de woonruimte in ruimtelijke zin vergroot. Het aantal ouderen neemt wel toe. De toename van de zorgbehoefte als gevolg van de groei van het aantal ouderen komt voornamelijk ten laste van de thuiszorg. Het betekent dat de dagverzorging, dagopvang, dagbehandelingen en de realisatie van woonzorgcentra groeit. Verwacht wordt dat de grenzen van wat aan extramuraal verzorging mogelijk is, wel in zicht komen, zodat na 2000 het aantal ouderen dat in verzorgingshuizen woont weer zal toenemen.

Dit leidt tot de veronderstellingen over de jaarlijkse toename van het aantal plaatsen/ouderen en het BVO in de totale sector verpleeg- en bejaardentehuizen zoals weergegeven in Tabel 3.1. Het aantal werknemers volgt de ontwikkeling van het aantal plaatsen.

Tabel 3.1 *Gegevens over verpleeg- en verzorgingshuizen [%]*

	Aantallen		Verandering per jaar			Aantallen		
	1995	1995-2000 [%]	2000-2005 [%]	2005-2010 [%]	2000	2005	2010	1996-2010 [% per jaar]
<i>Verpleeghuizen</i>								
Bedden/plaatsen	54100	1,0	0,75	0,5	56860	59024	60515	
BVO × 1000 m ²	2530	2,0	1,00	0,5	2793	2936	3010	
<i>Verzorgingshuizen</i>								
Plaatsen	125500	-3,0	0,50	0,5	107771	110492	113283	
BVO × 1000 m ²	8333	0,5	1,00	1,0	8543	8979	9437	
<i>Totaal</i>								
Plaatsen	179600						173797	-0,2
BVO × 1000 m ²	10863						12447	0,9

Onderwijs

Voor de totale onderwijssector was het leerlingenaantal in 1995, 3.196.000 en wordt in de periode 1996-2010 een stijging verwacht van ca. 0,5% per jaar. (zie Tabel 3.2)

Verbetering van de kwaliteit van het onderwijs is in het EC-scenario een voorwaarde voor een soepele werking van een steeds kennisintensievere maatschappij. Deze niveauverbetering komt tot uiting in een daling van de pupil/teacherratio (in EC met een ½% per jaar). Dat betekent dat het aantal werknemers in het onderwijs stijgt met 1% per jaar.

Tabel 3.2 *Gegevens onderwijs*

	Leerlingen × 1000		Procentuele stijgingen per jaar			Leerlingen × 1000			
	1995	2002-2003	1995-2000 [%]	2000-2005 [%]	2005-2010 [%]	2000	2005	2010	1996-2010 [% per jaar]
		prognose							
Basis	1462	1550	0,75	0,75	0,75	1517	1575	1635	
Speciaal	118	128	1,20	1,20	1,20	125	133	141	
Voortgezet	850	876	0,00	0,60	0,60	850	876	902	
MBO/BVE	350		-0,25	-0,25	-0,25	346	341	337	
HBO	250		2,00	-0,50	1,50	276	269	290	
Universiteiten	166,0	150	-2,00	0,00	0,00	150	150	150	
Totaal	3196					3264	3344	3456	0,5

Basis

Volgens de Rijksbegroting van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OC&W, 1998) is het aantal ingeschreven leerlingen in het basisonderwijs in 1998 ca. 1.524.500. In 1995 was dat 1.462.000. Op basis van demografische ontwikkelingen is de prognose voor 2003, 1.550.000 leerlingen.

Speciaal

Volgens de Rijksbegroting van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OC&W, 1998) is het aantal ingeschreven leerlingen in het speciaal basisonderwijs in 1998 122500. In 1995 was dat 118.000. De prognose voor 2003 is 128.000 leerlingen.

Middelbaar Beroeps Onderwijs/Beroeps en Volwassenen Educatie

Volgens het CBS Statistisch jaarboek (CBS, 1998b) is het totaal aantal leerlingen in het MBO in 97/98 286.000. De prognose voor 2000/2003 is circa 282.000 leerlingen. Dit is een daling van slechts 1,4% in 6 jaar tijd dus ongeveer een daling van 0,25% per jaar. Samen met het BVE gaat het in 1995 om 350.000 leerlingen (omgerekend naar voltijds).

Hoger Beroeps Onderwijs

Uit de Rijksbegroting van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OC&W, 1998) blijkt dat het HBO de afgelopen jaren een groeiende instroom van studenten heeft opgevangen (van 235.000 in 1990 naar 269.000 in 1997). Ook voor de komende jaren wordt een voortgang van die groei voorzien. In de periode na 2000 wordt eerst een daling voorzien. In 2003 wordt een gelijk aantal leerlingen verwacht als in 1998. Na 2003 stijgt het leerlingenaantal verder.

Universiteiten

In de toelichting op de begroting (OC&W, 1998) staan de studentenaantallen. In 1997 zijn er ca. 158.000 studenten. De prognose is dat het aantal studenten zich vanaf het jaar 2000 zal stabiliseren op ca. 150.000.

Openbaar bestuur

De werkgelegenheid neemt toe met de bevolkingsgroei.

Samenvattend is een overzicht van de geschetste ontwikkelingen per sector voor toegevoegde waarde (TW), werknemers en BVO gegeven in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Ontwikkelingen per sector*

Sectoren	TW ²	EC	Werknemers ²	EC	BVO	BVO ⁴
	1995	scenario ³ 1996-2010 mutatie/jr	1995	scenario ² 1996-2010 mutatie/jr	1995	1996-2010 mutatie/jr
in SAVE	[mln gld]	[%]	[arbeidsjaren × 1000]	[%]	[mln m ²]	[%]
Groothandel	41592	3,2	337	1,3	9,4	1,0
Detailhandel en reparatie	25480	2,0	339	0,7	32,0	1,0
Horeca	11980	2,6	110	1,3	20,4	2,0
Handel en reparatie van auto's	10042	2,6	101	0,7	9,8	0,7
Verhuur en zakelijke diensten	49676	3,8	573	2,9	17,2	2,9
Financiële instellingen	32067	2,6	178	0,6	5,3	0,6
Rest commercieel	113418	3,6	382	0,6		0,6
Ziekenhuizen	14422	2,1	100	0,5	11,6	-3,0
Verpleeg- en bejaardenhuizen	14930	2,1	118	-0,2	16,3	0,9
Openbaar Bestuur	38338	1,0	428	0,4	12,8	0,4
Onderwijs	24085	1,0	239	1,0	28,1	0,5
Rest niet commercieel	40897	2,1	467	1,5		1,5

Uit bovenstaande tabel blijkt de hoge groei in de zakelijke dienstverlening, die dus vooral betrekking heeft op kantoren. Ook de horeca zal aanzienlijk groeien evenals de 'Rest niet commercieel'. Deze laatste sector behoort slechts voor een zeer beperkt deel tot de utiliteit.

² CBS, 1998: Nationale rekeningen.

³ CPB, 1996: Omgevingsscenario's Lange Termijn Verkenningen 1995-2020.

⁴ Inschatting ECN.

3.2 Bepaling energievraag voor besparing

De gegevens over de ontwikkeling van TW, werknemers en BVO zoals vermeld in het overzicht in Paragraaf 3.1 zijn ingevoerd in SAVE. De vraag voor besparing wordt bepaald door de fysieke grootheden, zoals werknemers en BVO.

Voor iedere sector wordt in SAVE per energiefunctie ingevoerd welke fysieke grootheid bepalend is voor de ontwikkeling van het energieverbruik van die energiefunctie. Voor typisch gebouwgebonden energiefuncties, zoals ruimteverwarming, verlichting, koeling, bevochtiging, ventilatie, pompen en apparatuur gebouw (liften, etc.) is dat altijd het BVO. Voor de energiefuncties koken, warm tapwater en apparatuur werknemers of overig elektriciteitsverbruik is dat in het algemeen het aantal werknemers, voor bejaarden- en verpleeghuizen het aantal bejaarden c.q. plaatsen, en in het onderwijs het aantal leerlingen. In de ziekenhuizen wordt het energieverbruik voor koken en warm tapwater bepaald door het aantal dagbehandelingen en verpleegdagen en het overig elektriciteitsverbruik door dagbehandelingen, verpleegdagen en poliklinische behandelingen. Voor de restsectoren (Rest commercieel en Rest niet commercieel) zijn alleen gegevens over het aantal werknemers bekend en wordt de ontwikkeling van het energieverbruik van alle functies bepaald door het aantal werknemers.

Als het BVO in een sector stijgt met 1,0% per jaar, dan stijgt in principe ook het energieverbruik voor ruimteverwarming in die sector met 1,0% per jaar. Deze aanname wordt t.a.v. het gasverbruik in het SAVE-model gehanteerd. Uit monitoring van het elektriciteitsverbruik is echter gebleken dat in de meeste sectoren de toename van het elektriciteitsverbruik een factor 1,05 hoger ligt dan de toename van het aantal werknemers. Dit is te verklaren uit het feit dat de TW harder groeit dan het aantal werknemers. Deze verklaring suggereert dat deze extra groei van het elektriciteitsverbruik toegerekend moet worden aan uitsluitend apparaten, en dus niet aan gebouwgebonden functies. Dat is echter niet hard te onderbouwen. In het SAVE-model wordt daarom van oudsher die extra groei van het elektriciteitsverbruik naar evenredigheid over alle functies verdeeld. De waarheid ligt waarschijnlijk ergens in het midden. In de berekeningen in Paragraaf 3.4 worden beide extremen gepresenteerd, zodat duidelijk wordt welke invloed aannames hieromtrent hebben op de verdeling van het totale elektriciteitsverbruik.

3.3 Het besparingseffect

Het besparingseffect wordt bepaald door de penetratie van energiebesparingsmaatregelen op basis van hun rentabiliteit.

Voor de bepaling van de rentabiliteit van besparingsmaatregelen zijn gegevens over ontwikkelingen van energieprijzen nodig. De energieprijzen worden ontleend aan een recente scenario-studie voor EZ omtrent het potentieel voor duurzame energie (Ybema, 1999). In lijn met recente ontwikkelingen zijn deze energieprijzen lager dan in eerdere scenariostudies van ECN zoals de Nationale Energieverkenningen (Kroon, 1998). De binnenlandse energieprijzen worden bepaald door ontwikkeling van de wereldenergieprijzen, ontwikkeling van de koers van de dollar en heffingen. Verondersteld wordt dat de olieprijs op een niveau van 15\$/vat komt en daar tot 2020 op blijft⁵. Daarbij is een constante dollarkoers verondersteld van 2 gulden per dollar. Voor het bepalen van de eindgebruikerprijzen wordt gerekend met de huidige tariefstructuur voor gas en elektriciteit. Voor het bepalen van de eindgebruikerprijzen is de in het Regeerakkoord voorgenomen verhoging van de REB alvast meegenomen.

⁵ De meningen over de toekomstige olieprijs lopen sterk uiteen. De meest gehoorde verwachting is dat de olieprijs de komende 25 jaar niet veel zal stijgen. Op die mening is de gebruikte aanname gebaseerd. Er zijn echter ook experts die een forse stijging van olieprijs verwachten als gevolg van optredende schaarste (over 10 tot 20 jaar).

Fiscale faciliteiten zoals VAMIL en EIA worden als een subsidie op de meerinvestering van besparingsmaatregelen meegenomen.

Het besparingseffect wordt tevens beïnvloed door beleid als de EPN. In de ‘basisvariant’ is uitgegaan van een aanscherping van de EPC-eisen met 15% in 2000 t.o.v. 1995 en geen verdere aanscherping tot en met 2010. In de ‘EPN-variant’ worden de EPC-eisen verder aangescherpt in 2005 en in 2010 steeds met 15%.

3.4 De vraag na besparing

De vraag na besparing is gelijk aan de vraag voor besparing minus het besparingseffect. Voor drie varianten zijn berekeningen uitgevoerd.

1. De basisvariant, waarin de toename van het elektriciteitsverbruik door verhoging van de arbeidsproductiviteit geheel is toegerekend aan apparaten (niet gebouwgebonden functies), met alleen een EPN-aanscherping in 2000, genoemd ‘Basisvariant 2010’.
2. De basisvariant waarin de verhoging van de arbeidsproductiviteit geheel is toegerekend aan apparaten (niet gebouwgebonden functies) en een verdere EPN-aanscherping die plaats vindt in 2000, 2005 en 2010, steeds met 15%, aangeduid met ‘EPN-variant 2010’.
3. De ‘evenredige toedelings’ variant, waarin de toename van het elektriciteitsverbruik door verhoging van de arbeidsproductiviteit evenredig wordt verdeeld over alle functies, met alleen EPN-aanscherping in 2000, vermeld als ‘Toedelingsvariant 2010’.

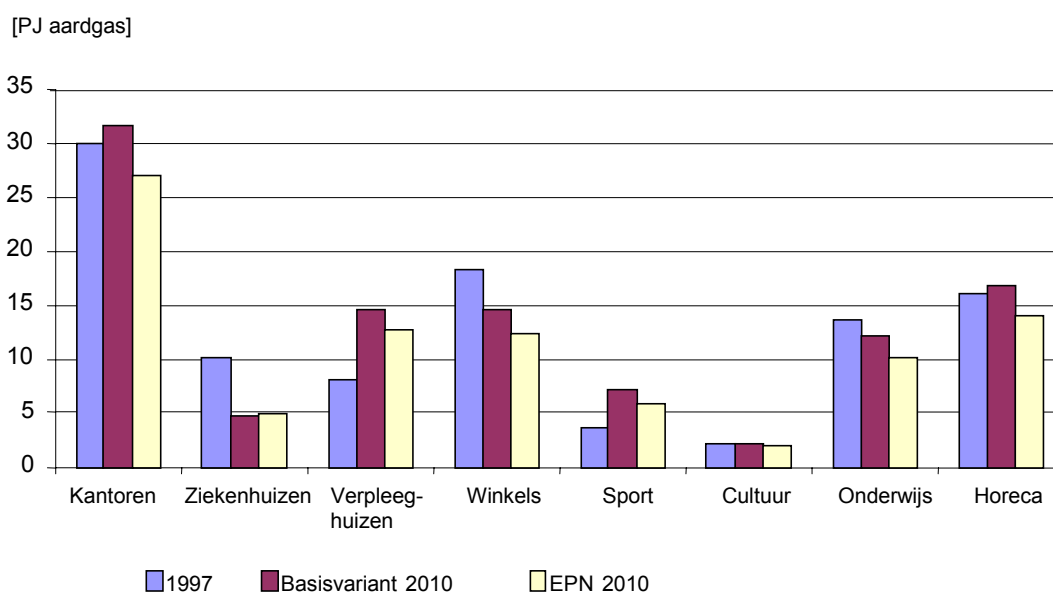
Op het totale energieverbruik van de Utiliteit verschuiven de aandelen van de verschillende sectoren nauwelijks. Een sector die hard groeit, kent ook een groter besparingspotentieel, m.a.w. laat een hoge vraag voor besparing, maar ook een groot besparingspotentieel zien. Per saldo verandert het aandeel in het totale energieverbruik niet substantieel.

Voor het basisscenario zijn de resultaten voor het gasverbruik vermeld in onderstaande tabel

Tabel 3.4 *Aardgasverbruik 1997 vergeleken met uitkomsten van scenarioberekeningen [PJ]*

Funcie Sector	Totaal	Verwarmen	Warm tapwater	Koelen	Bevochtigen	Overig
1997	118,1	101,6	9,2	0,4	1,0	5,9
Basisvariant 2010	118,2	100,7	9,0	0,3	1,2	7,0
EPN-variant 2010	103,1	85,8	8,8	0,3	1,2	7,0

In het basisvariant komt het gasverbruik circa 2 PJ hoger uit dan in 1997. Duidelijk blijkt de invloed van de extra EPN, met name op de functie ‘verwarmen’. Hoeveel energie deze functie vraagt in de diverse gebouwcategorieën is gegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Verbruik van aardgas naar bouwcategorie per scenariovariant

Duidelijk is zichtbaar waar de veranderingen in het aardgasverbruik voor ruimteverwarming worden verwacht en in welke mate.

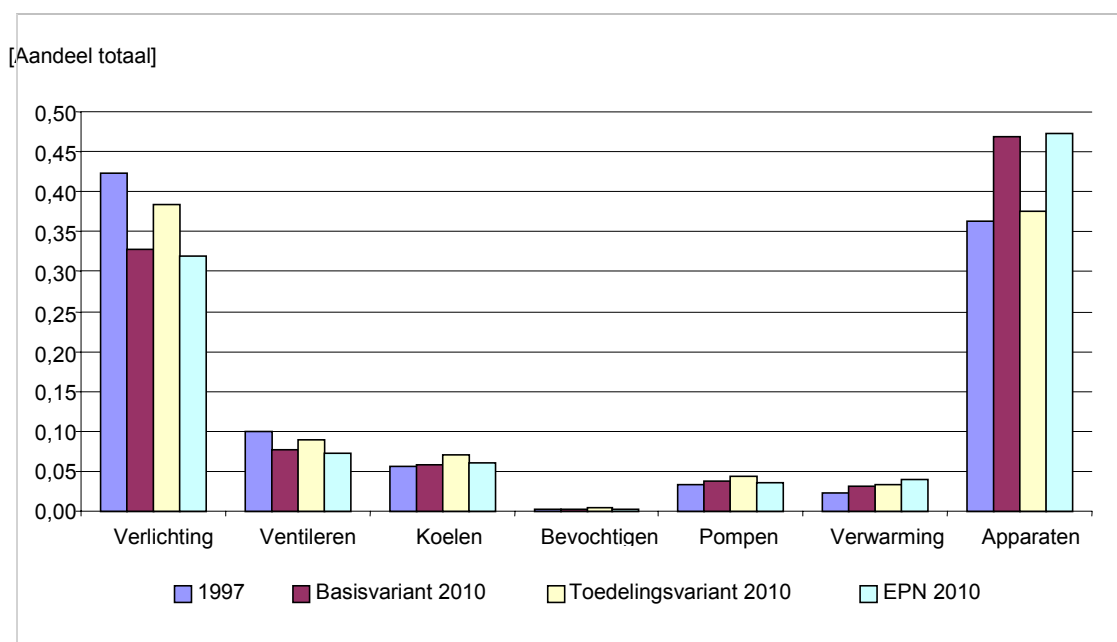
Voor het elektriciteitsverbruik kunnen de gegevens eveneens voor de verschillende scenario's worden vergeleken. Wel moet daarbij het primaire verbruik van 1997 worden herberekend naar de verwachte efficiency van 2010 (45%). In Tabel 3.5 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 3.5 Vergelijking elektriciteitsverbruik in verschillende scenarios met 1997 [PJ_{primaire}]

Functie Sector	Totaal	Verlichting	Ventileren	Koelen	Bevochtigen	Pompen	Warm tapwater	Verwarming	Apparaten
1997 (eff.= 0,40)	124,8	52,9	12,5	7,0	0,1	4,0	0,9	1,7	45,6
(eff.= 0,45)	110,9	47,0	11,1	6,2	0,1	3,6	0,8	1,5	40,5
Basisvariant 2010	104,2	33,9	8,0	6,0	0,2	3,9	0	2,9	49,3
Toedelingsvariant 2010	103,5	39,6	9,3	7,1	0,3	4,4	0	3,2	39,6
EPN-variant 2010	103,3	32,8	7,7	6,0	0,2	3,7	0	3,6	49,3

Duidelijk is dat het verbruik voor verlichting in alle gevallen lager uitkomt, evenals het verbruik voor ventilatie. Daarentegen zullen koelen, bevochtigen en pompen hetzelfde of meer elektriciteit vragen. De genoemde hoeveelheid voor verwarming kan eventueel ook aan gas worden toegerekend.

Bij de EPN-variant bedraagt de totale investering voor het besparen op het verbruik van elektriciteit voor verlichting 1530 miljoen gulden. De totale besparing op verlichting wordt geschat op 11,1 PJ_e (het verschil tussen de vraag voor en na besparing in de periode tussen 1995 en 2010), hetgeen neerkomt op bijna 138 gulden/ GJ_e . Het gaat hierbij om allerlei soorten maatregelen.



Figuur 3.2 *Elektriciteitsverbruik naar energiefunctie*

In Figuur 3.2 is getoond op welke wijze de aandelen van het verbruik van elektriciteit veranderen tussen de verschillende scenario's. Duidelijk is de uitwisseling te zien tussen de elektriciteit voor gebouwgebonden functies en de overige apparatuur in het geval van het basisscenario en de situatie waarin extra groei van het elektriciteitsverbruik evenredig aan alle functies wordt toegerekend.

Het is vooral van belang hoe het verbruik zal zijn per bouwcategorie per functie. In onderstaande Tabel 3.6 tot en met Tabel 3.9 is dit opgenomen. Opgemerkt dient te worden dat SAVE berekeningen maakt voor alle tertiaire sectoren. Bij vertaling naar bouwcategorieën blijft dus een gedeelte van het energieverbruik buiten beschouwing. Onder iedere tabel is aangegeven over welk deel het gaat.

Voor de verschillende scenario's is nu per bouwcategorie en energiefunctie berekend hoeveel aardgas- respectievelijk elektriciteit er in 2010 zal worden verbruikt.

Om voor sportgebouwen (sporthallen en gymzalen) en zwembaden het toekomstige functieverbruik te kunnen schatten is bepaald welk deel van het verbruik voor de sector 'sport en recreatie' aan 'sport' kan worden toegeschreven. Hiervoor is de gevonden verhouding in 1994 gebruikt. Hiervan uitgaande is op basis van gegevens uit Doelgroepenkennis (Novem, 1997 a) het verbruik van de diverse energiefuncties bepaald.

Tabel 3.6 *Aardgasverbruik naar functie per bouwcategorie [PJ], Basisvariant 2010*

Functie Sector	Totaal	Ver-warmen	Warm tapwater	Koelen	Bevochtigen	Overig
Kantoren	33,9	31,7	1,8			0,4
Ziekenhuizen	7,7	4,7	1,0	0,3	0,7	1,0
Bejaarden/ Verpleeghuizen	18,1	14,7	1,9	0,0	0,5	1,0
Winkels	18,3	14,5	2,1			1,7
Sportgebouwen	3,2	2,7	0,2			0,3
Zwembaden	2,3	1,1	0,1			1,1
Bijeenkomstgebouwen	2,4	2,3	0,1			0,0
Onderwijs	12,5	12,2	0,2			0,1
Horeca	19,8	16,8	1,6			1,4
w.v. Logiesgebouwen	4,7	4,0	0,4			0,1
Totaal toegedeeld	118,2	100,7	9,0	0,3	1,2	7,0
Niet toegedeeld	52,1					
Totaal CBS	170,3					

Door de vertaling naar bouwcategorieën wordt het verbruik in de volgende subsectoren niet meegeteld:

- Openbaar bestuur; defensie (3,6 PJ).
- Groothandel: magazijnen; opslagplaatsen en werkplaatsen (16,8 PJ).
- Vervoer, opslag en communicatie; opslag- en werkplaatsen (7,0 PJ).
- Overige gezondheidszorg; (tand)artsenpraktijken, kleine oefenruimtes e.d. (9,4 PJ).
- Handel en reparatie van auto's: garages (5,1 PJ).
- Sport en recreatie; clubaccommodaties, ijsbanen en recreatie (2,1 PJ).
- Andere diensten; totaal (8,1 PJ).

Het elektriciteitsverbruik komt primair op ruim 104 PJ en is dus aanzienlijk minder dan in 1997. Gedeeltelijk moet dit worden toegeschreven aan de veronderstelde verhoging van de efficiency van de elektriciteitsopwekking (40% nu naar 45% in 2010) zodat ruim 11% van de verlaging hieraan moet worden toegeschreven (zie ook Tabel 3.5).

Tabel 3.7 *Elektriciteitsgebruik per functie naar bouwcategorie [PJ_{primair}], Basisvariant 2010*

Functie Sector	Totaal	Ver- lichting	Venti- leren	Koelen	Bevoch- tigen	Pompen	Warm tapwater	Verwar- ming	Overig
Kantoren	39,2	12,7	2,8	2,3		2,3		0,8	18,3
Ziekenhuizen	5,5	1,8	0	0,4	0,0	0,4	0		2,9
Verpleeg/ Bejaardenhuizen	5,1	1,9	0,0	0,1	0,2	0,5	0	0,6	1,8
Winkels	26,8	9,8	2,0	0			0	0,4	14,6
Sportgebouwen	1,2	0,7	0,1			0,1		0	0,3
Zwembaden	1,2	0,2	0,3			0,2		0,0	0,5
Bijeenkomst- gebouwen	1,7	0,7	0,2	0,1		0,1		0,1	0,5
Onderwijs	7,1	4,3	0,0	0		0,3	0	0,4	2,1
Horeca	16,4	1,8	2,6	3,1				0,6	8,3
w.v.									
Logiesgebouwen	3,7	0,5	0,6	1,3				0,0	1,2
Totaal toegeedeeld	104,2	33,9	8,0	6,0	0,2	3,9	0	2,9	49,3
Niet toegeedeeld	37,1								
Totaal tertiair	141,3								

(Voor de omzetting naar primair is uitgegaan van een rendement van 45% voor opwekking van elektriciteit)

Door de vertaling naar bouwcategorieën wordt het verbruik in de volgende subsectoren niet meegeteld:

- Openbaar bestuur; defensie (2,7 PJ).
- Groothandel; magazijnen; opslagplaatsen en werkplaatsen (9,9 PJ).
- Vervoer, opslag en communicatie; opslag- en werkplaatsen (8,9 PJ).
- Overige gezondheidszorg; (tand)artsenpraktijken, kleine oefenruimtes e.d. (6,1 PJ).
- Handel en reparatie van auto's: garages (4,1 PJ).
- Sport en recreatie; clubaccommodaties, ijsbanen en recreatie (2,7 PJ).
- Andere diensten; totaal (2,7 PJ).

Een mogelijke beleidsaansturing die van grote invloed wordt geacht op het gebouwgebonden energieverbruik is de verdere aanscherping van de EPN na 2000. Berekeningen zijn uitgevoerd waarbij in 2005 en in 2010 de EPN met 15% wordt verlaagd. De resultaten van de berekeningen met deze aanscherping worden in de volgende twee tabellen getoond.

Tabel 3.8 *Aardgasverbruik naar functie per gebouwcategorie [PJ], EPN-variant 2010*

Functie Sector	Totaal	Verwarmen	Warm tapwater	Koelen	Bevochtigen	Overig
Kantoren	29,1	27,0	1,7			0,4
Ziekenhuizen	7,8	4,8	1,0	0,3	0,7	1,0
Bejaarden/ Verpleeghuizen	16,1	12,7	1,9	0,0	0,5	1,0
Winkels	16,0	12,3	2,0			1,7
Sportgebouwen	2,7	2,2	0,2			0,3
Zwembaden	1,9	0,7	0,1			1,1
Bijeenkomstgebouwen	2,0	1,9	0,1			0,0
Onderwijs	10,4	10,1	0,2			0,1
Horeca	17,1	14,1	1,6			1,4
w.v. Logiesgebouwen	4,1	3,4	0,4			0,1
Totaal toegeedeeld	103,1	85,8	8,8	0,3	1,2	7,0
Niet toegeedeeld	46,0					
Totaal tertiair	149,1					

Door de vertaling naar gebouwcategorieën wordt het verbruik in de volgende subsectoren niet meegeteld:

- Openbaar bestuur; defensie (3,2 PJ).
- Groothandel: magazijnen; opslagplaatsen en werkplaatsen (15,5 PJ).
- Vervoer, opslag en communicatie; opslag- en werkplaatsen (6,1 PJ).
- Overige gezondheidszorg; (tand)artsenpraktijken, kleine oefenruimtes e.d. (7,9 PJ).
- Handel en reparatie van auto's: garages (4,6 PJ).
- Sport en recreatie; clubaccommodaties, ijsbanen en recreatie (1,7 PJ).
- Andere diensten; totaal (7,0 PJ).

Tabel 3.9 *Elektriciteitsgebruik per functie naar gebouwcategorie [PJ_{primaar}], EPN-variant 2010¹*

Functie Sector	Totaal	Verlichting	Ventileren	Koelen	Bevochtigen	Pompen	Warm tapwater	Verwarming	Overig
Kantoren	38,7	12,2	2,7	2,3		2,2		1,0	18,3
Ziekenhuizen	5,6	1,9	0	0,4	0,0	0,4	0		2,9
Verpleeg/ Bejaardenhuizen	5,0	1,8	0,0	0,1	0,2	0,5	0	0,6	1,8
Winkels	26,8	9,6	2,0				0	0,6	14,6
Sportgebouwen	1,2	0,6	0,1			0,1			0,4
Zwembaden	1,2	0,3	0,3			0,2			0,4
Bijeenkomstgebouwen	1,6	0,6	0,2	0,1		0,1		0,1	0,5
Onderwijs	7,0	4,1	0,0			0,2	0	0,6	2,1
Horeca	16,2	1,7	2,4	3,1				0,7	8,3
w.v.									
Logiesgebouwen	3,7	0,5	0,6	1,3				0,0	1,2
Totaal toegeedeeld	103,3	32,8	7,7	6,0	0,2	3,7	0	3,6	49,3
Niet toegeedeeld	40,6								
Totaal tertiair	143,9								

¹ Voor de omzetting naar primair is uitgegaan van een rendement van 45% voor opwekking van elektriciteit.

Door de vertaling naar bouwcategorieën wordt het verbruik in de volgende subsectoren niet meegeteld:

- Openbaar bestuur; defensie (2,6 PJ).
- Groothandel: magazijnen; opslagplaatsen en werkplaatsen (9,8 PJ).
- Vervoer, opslag en communicatie; opslag- en werkplaatsen (8,8 PJ).
- Overige gezondheidszorg; (tand)artsenpraktijken, kleine oefenruimtes e.d. (5,9 PJ).
- Handel en reparatie van auto's: garages (4,0 PJ).
- Sport en recreatie; clubaccommodaties, ijsbanen en recreatie (2,7 PJ).
- Andere diensten; totaal (6,8 PJ).

3.5 Meningen van deskundigen

Inleiding

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van een peiling van de meningen van verschillende externe deskundigen over trends in het gebouwgebonden energieverbruik. Relevante partijen zijn projectontwikkelaars, architecten, adviseurs en installateurs. Van elke groep is een vertegenwoordiger geïnterviewd. Dit waren DTZ Zadelhoff, Groep 5 vd Ven Architecten te Ridderkerk, Adviesbureau G.Wickerhoff bv te Krimpen aan de IJssel, en GTI Installatietechniek te Nieuwegein.

Het moge duidelijk zijn dat het hier niet gaat om een statistisch verantwoorde representatieve steekproef, maar om niet meer dan een meningspeiling bij enkele vooraanstaande partijen. Doel van de meningspeiling is om een indruk te krijgen van de gevoeligheid van de veronderstelde ontwikkelingen. De uitkomsten van dit hoofdstuk zijn gebruikt om in Paragraaf 3.6 enige gevoeligheidsanalyses uit te voeren. Verder is niet aan de deskundigen gevraagd wat volgens hen aan besparingen mogelijk is, maar is er in de interviews getracht te achterhalen wat tegenwoordig gangbaar is in de bouwpraktijk.

Aan de deskundigen werden de volgende vragen voorgelegd:

- Welke trends ziet of verwacht u in de ontwikkeling van het gebouwgebonden energieverbruik (algemeen of voor specifieke sectoren)? Soms zijn trends belangrijker dan absolute getallen. Bijvoorbeeld als het opvalt dat een bepaald type installatie de laatste jaren veel vaker toegepast wordt dan voorheen.
- Wordt er geregeld gevraagd of er energiezuiniger opties zijn, of nemen adviseurs genoeg met standaardapparatuur?
- Weet u of ergens nog grote besparingen te behalen zijn die onbenut blijven? Waarom blijven die onbenut?
- Bij welke energiefuncties gaan de ontwikkelingen autonoom en snel, zodat geen extra aandacht van de overheid nodig is?
- Op welke energiefuncties zou volgens u de Nederlandse overheid haar aandacht moeten concentreren?

Uit de interviews zijn door ECN onderstaande conclusies getrokken die zijn gerangschikt in drie categorieën:

- Constateringen over energieverbruik.
- Trends in verbruiken voor energiefuncties.
- Aanbevelingen voor verdere energiebesparing.

Constateringen over energieverbruik

In deze paragraaf komen de meer algemene opmerkingen over energieverbruik en energiefuncties aan de orde, dit betreft zaken die min of meer onveranderlijk zijn.

De werkwijze die bij de ontwikkeling van een nieuw gebouw in het algemeen gevolgd wordt is: de opdrachtgever vormt zich een beeld van de wensen van de toekomstige gebruiker. De opdrachtgever kan zelf de toekomstige gebruiker zijn. Maar meestal wordt gebouwd voor 'de markt', zodat de toekomstige gebruiker nog niet bekend is. De opdrachtgever laat zich in het formuleren van de wensen vaak bijstaan door een vastgoedadviseur. Er wordt door een architect een gebouw ontworpen voor de betreffende locatie naar de wensen van de klant met standaard energiebesparende maatregelen. Het ontwerp van de architect wordt naar een adviseur voor bouwkunde en installaties gestuurd. Deze voert dan een EPC berekening uit, waarbij in eerste instantie wordt uitgegaan van een standaard eenvoudige installatie, veelal bestaand uit een VR ketel, balansventilatie en topkoeling. Het komt vrijwel nooit voor dat hiermee al aan de EPC eis voldaan wordt. Dan worden er eenvoudige wijzigingen aangebracht, zoals het toepassen van een HR ketel en dikkere dakisolatie. Vervolgens worden steeds verder gaande maatregelen toegepast totdat de EPN gehaald wordt. Als er echt te veel nodig is gaat men naar de architect terug om het bouwkundig ontwerp aan te laten passen. Dit komt weinig voor. Men probeert altijd het bouwkundig ontwerp in stand te houden. Of dit nog lukt wanneer de EPC aangescherpt wordt weet niemand. Men is er ook niet echt op voorbereid.

Algemeen wordt geconstateerd dat opdrachtgevers te weinig oog hebben voor exploitatielasten, en te veel gefocust zijn op verlaging van de investeringslasten. Wanneer de afweging meer rationeel plaats zou vinden, zou er vaker gekozen worden voor hogere investeringen, omdat de som van kapitaals- en exploitatielasten vaak lager uitvalt dan in de situatie met de laagste investeringen. Maar de meerderheid van de utiliteitsgebouwen wordt gebouwd voor projectontwikkelaars die 'voor de markt' bouwen, en die voornamelijk geïnteresseerd zijn in lage investeringen om zo met voldoende marge vastgoed tegen zo laag mogelijke huur- of koopprijzen te kunnen aanbieden. Helaas hebben huurders en kopers niet het inzicht om naar exploitatielasten te kijken. Een positieve uitzondering vormen de eigenaar/gebruikers die zowel met de kapitaals- als de exploitatielasten te maken hebben. Deze vragen vaak uit eigen beweging naar het effect van zuiniger opties.

In dit verband wordt ook geconstateerd dat de rol van de adviseur steeds verder wordt verkleind. De meeste opdrachtgevers zijn niet bereid 6% van de bouwsom aan bouwkundige en installatietechnische adviezen te besteden. De invulling van het ontwerp wordt steeds meer aan de aannemers en installateurs overgelaten. Dit werkt het teruggrijpen naar standaardoplossingen in de hand.

De respondenten zijn het er meest over eens dat verdergaande energiebesparing in de installaties gezocht moet worden. De isolatie van gebouwen is nu al zo dik dat er nog nauwelijks transmissieverlies is. Het energieverbruik voor verwarming wordt voornamelijk bepaald door de ventilatieverliezen.

Verlichting is een grote post in de berekening van de EPC. Er wordt echter betwijfeld of deze post werkelijk zo groot is. In berekeningen van bijvoorbeeld liften wordt gerekend met een bezettingsgraad van 75%, wat wil zeggen dat in een gemiddelde kantoor situatie 25% van het personeel niet aanwezig is door verlof, ziekte of werkzaamheden buiten het kantoor. Bij de berekening van de verlichting in de EPN wordt met deze gedeeltelijke aanwezigheid geen rekening gehouden. Het werkelijk energieverbruik voor verlichting zal dan ook lager kunnen zijn dan het berekende energieverbruik, al zal dit geen 25% zijn. Wanneer in de EPN met verminderde aanwezigheid rekening zou worden gehouden, was de nieuwe EPC eis makkelijker te halen geweest. Nu worden grote moeilijkheden voorzien.

Verder kan het gebeuren dat het besparende effect van het apart schakelen van de verlichting aan de raanzijde en de gangzijde van een ruimte in de EPN berekening buiten beeld blijft. De bepaling van daglichtzones wordt door de adviseurs als moeilijk en tijdrovend ervaren, terwijl het effect op de EPC klein is. Daarom ziet men vaak af van berekening van de daglichtzones, en rekent met uitsluitend kunstlichtzones. In de EPN ontbreekt een waardering voor aparte schakelbaarheid van verlichting in de *kunstlichtzones*. Het gevaar bestaat dat de lampen niet apart schakelbaar worden uitgevoerd, waardoor er te veel verlichting zal blijven branden. Dit probleem zou ondervangen kunnen worden indien in de EPN de mogelijkheid wordt geboden om *binnen kunstlichtzones* aparte schakelbaarheid te waarderen.

Er wordt geconstateerd dat er meestal naar standaardapparatuur gegrepen wordt. Gelukkig is de huidige standaardapparatuur al energiezuinig. Als standaard worden onder andere gezien: HR-ketel, HF verlichting met spiegelarmaturen, toerengeregelde pompen.

Trends in verbruiken voor energiefuncties

In deze paragraaf komen constatering van de geïnterviewden over de veranderingen van het energieverbruik aan de orde.

De meeste gebouwen worden tegenwoordig ontworpen met openslaande ramen en zonwerend glas zonder buitenzonwering, en een standaardspouwbreedte. Dit laatste wordt ook gedaan omdat er voor deze spouwbreedte veel standaarddetaileringen op de markt zijn, zoals aansluitmaterialen voor platte daken op metselwerk. Verder wordt standaard rekening gehouden met ruimte voor aan- en afvoerkanalen voor ventilatielucht. Geheel dichte ramen worden door de gebruikers niet meer geaccepteerd.

Een voor het energieverbruik belangrijke factor is dat kantoren steeds langer open zijn. Was het vroeger gebruikelijk dat de kantoren van 8 tot 17 uur in gebruik waren, tegenwoordig is openstelling van 7 tot 22 uur steeds meer gebruikelijk vanwege flexibilisering van werktijden en toename van overwerk. Op het energieverbruik voor verwarming heeft dit niet zo'n grote invloed vanwege de goede isolatie, maar het energieverbruik voor verlichting en ventilatie neemt er wel door toe.

Een andere trend in het gebruik van de gebouwen is de verdichting. Er is een trend gaande naar alternatieve en flexibele werkplekinrichting. Een voorbeeld hiervan is het bekende nieuwe gebouw van Interpolis. Het netto resultaat is dat er minder m^2 per werknemer nodig zijn. Was voorheen 10 m^2 per persoon gebruikelijk, op dit moment is dat 9 m^2 per werknemer. Gevolgen daarvan zijn onder andere dat de koellast en de ventilatie zodanig toenemen dat een standaardinstallatie niet meer voldoet. Er wordt betwijfeld of per saldo de huisvestingskosten van het bedrijf afnemen door deze verdichting.

Erg in het oog springt dat de geïnterviewden aangegeven dat vrijwel alle gebruikers tegenwoordig topkoeling vragen. Dit is niet zo verwonderlijk omdat toenemende automatisering en verdichting leiden tot een verhoging van de interne warmtelast. Verder wordt het welbevinden van de werknemers steeds belangrijker gevonden. Topkoeling wil zeggen dat er in de zomer een temperatuurverschil van ongeveer 4 Kelvin tussen buiten en binnen wordt gehandhaafd, en dat de lucht gedroogd wordt toegevoerd. Topkoeling heeft als voordeel boven volledige airconditioning dat mensen geen temperatuurschok ervaren wanneer ze het gebouw in- of uitgaan. Bij het dimensioneren van topkoeling wordt uitgegaan van de normen voor temperatuuroverschrijding zoals die door de Rijksgebouwendienst geformuleerd zijn en gehanteerd worden.

In tegenstelling tot topkoeling neemt het aandeel van de volledige airconditioning af. Volledige airconditioning, waarbij te allen tijde een temperatuur van 22°C kan worden gehandhaafd, wordt alleen nog toegepast in gebouwen waar vanwege geluidsbelasting de ramen gesloten moeten blijven. In het algemeen wordt het te duur gevonden, en gebouwen met volledige airconditioning gaven in het verleden vaak aanleiding tot sick building syndrome, hebben een hoog energieverbruik en worden niet als extra comfortabel ervaren. Het is belangrijker dat de lucht voldoende ontvochtigd is. Mensen verdragen vrij hoge temperaturen zolang ze zich maar niet bezweten voelen.

De penetratie van luchtbevochtiging zal hoog worden. Gebruikers die nieuwe huisvesting willen wordt door de vastgoedadviseurs aangeraden om altijd luchtbevochtiging te nemen. Een goede luchtvochtigheid zorgt dat werknemers zich prettiger voelen. Het leidt daardoor tot hogere productiviteit van de werkers en minder ziekteverzuim, en dat wordt belangrijker gevonden dan energiekosten.

Op het punt van ventilatie is de trend dat de ventilatievoud⁶ toenemen. Dit heeft deels met de verdichting (minder m² per werknemer) te maken, en deels met de wens vergaderruimtes van meer ventilatie te voorzien. Een manier om de stijgende energievraag die hier het gevolg van is te doen dalen is het regelbaar maken van de hoeveelheid lucht per uur in vergaderruimtes. Dit is vaak wel een wens van de gebruiker, maar wordt vanwege de hoge kosten momenteel alleen in de meest luxueuze kantoren gedaan.

De inschatting van de deskundigen is dat per saldo het elektriciteitsverbruik voor verlichting niet zo snel afneemt als de efficiëntie van verlichting toeneemt. De echte gebouwgebonden verlichting wordt steeds zuiniger doordat er bij nieuwbouw en vervanging eigenlijk niets anders meer wordt toegepast dan hoogfrequent TL verlichting met spiegelarmaturen. Daarentegen wil de gebruiker vaak iets persoonlijks toevoegen en sfeer creëren. Daartoe wordt vaak sfeerverlichting aangebracht, en dat is meestal halogeenverlichting. Niet alleen leidt dit tot een directe toename van het elektriciteitsverbruik voor verlichting, maar ook tot een toename van de koellast en dus een toename van het elektriciteitsverbruik voor koeling. Ook de langere openingstijden van gebouwen leiden tot een hoger verbruik.

Toenemende automatisering leidt tot een steeds hoger elektriciteitsverbruik en daarmee ook een verhoging van de interne warmtelast. Dat maakt extra koeling nodig. Het is echter mogelijk dat er in de loop van de komende jaren een verzadiging van kantoorapparatuur optreedt, waardoor het elektriciteitsverbruik stabiliseert. Ook de toenemende penetratie van platte LCD beeldschermen kan leiden tot een afname van de groei van het elektriciteitsverbruik. Steeds meer bedrijven zien hun gebouw als reclamezuil, en laten daartoe 's avonds (een deel van) de verlichting branden.

Het verbruik aan warm tapwater is een klein deel van het verbruik, dat iets toeneemt. Ten gevolge van mobiliteitsplannen neemt het gebruik van de fiets toe, en daarmee het douchegebruik. Douches zijn daarom in veel kantoren aanwezig.

Andere gebouwgebonden energieverbruikers zoals gebouwbeheersystemen en beveiligingsapparatuur nemen sterk in aantal toe en maken een steeds groter deel van de bouwkosten uit. Op zich geeft dit extra energieverbruik, al blijft het een klein deel van het totale verbruik. Maar een trend is dat de systemen steeds meer met elkaar geïntegreerd worden, zodat de absolute groei van het verbruik niet zo groot zal zijn.

⁶ Het ventilatievoud is het aantal malen per uur dat de lucht in een ruimte wordt ververst.

Als technische trends kunnen nog aangegeven worden:

- Toenemende penetratie van lage temperatuur verwarmingssystemen als overgedimensioneerde radiatoren, vloer- en wandverwarming.
- Een toename van hoge temperatuur koelsystemen zoals klimaatplafonds. Deze maken vrije koeling in de lente en de herfst mogelijk. Een nadeel van deze systemen is dat ze de lucht onvoldoende ontvochtigen, waardoor mensen zich ondanks de juiste temperatuur soms niet prettig voelen.
- Steeds meer wordt seizoensopslag van koude in de bodem onder het gebouw toegepast. Ook steeds vaker worden deze systemen gecombineerd met een warmtepomp voor verwarming in de winter.

Aanbevelingen voor verdere energiebesparing

In deze paragraaf komen de aanbevelingen aan de orde die de deskundigen tijdens de interviews gaven over de richting waarin toekomstige verdergaande energiebesparing zou kunnen worden gezocht. Voor zover mogelijk zijn ze per energiefunctie gerangschikt.

Ventilatie

Uit de interviews kwam naar voren dat de belangrijkste energiepost waaraan aandacht moet worden besteed de ventilatie is. Deze heeft op twee manieren invloed op het totale energieverbruik: warmteverliezen door afvoer naar de buitenlucht van warme lucht, en energieverbruik van ventilatoren door stromingsverliezen in de rotoren, aan- en afvoerkanalen, en omzettingsverliezen in de aandrijvingen. Dankzij de dikke isolatie zijn warmteverliezen door transmissie minimaal, en is het energieverbruik voor verwarming vrijwel geheel veroorzaakt door de ventilatieverliezen. Een hoog rendement warmteterugwinning is daarom met name in de winter en in de zomer nodig. In de tussenseizoenen is het gebouw meestal in staat op de interne warmtelast op temperatuur te blijven. Binnen een zeker bereik van de buitentemperatuur (ongeveer 12° tot 20°C) is het zelfs aan te bevelen de ventilatielucht om de warmteterugwinning heen te leiden, om zo onverwarmde lucht binnen te kunnen laten, en de drukval over de warmtewisselaars te elimineren zodat op ventilatorenergie wordt bespaard.

Verder zou het goed zijn dat de hoeveelheid ventilatielucht continu aangepast wordt aan de behoefte aan verse lucht. Dit zou kunnen door de kwaliteit van de lucht continu te meten, en met regelbare roosters de ventilatiehoeveelheid aan te passen. Vooral in vergaderruimtes die niet de gehele dag worden gebruikt kan zo op ventilatie worden bespaard.

Luchtaan- en -afvoerkanalen zouden ontworpen moeten worden op minimalisering van de drukverliezen. Aandrijvingen en ventilatoren worden steeds efficiënter, dus daar is weinig aandacht nodig. Het elektriciteitsverbruik voor ventilatie is volgens de berekeningen van de EPN een aanzienlijke post, vooral veroorzaakt door drukverliezen in de kanalen. Daar zou nog een winst van enkele tientallen procenten te behalen zijn.

Verwarming

Dikke dakisolatie is de eenvoudigste en goedkoopste manier om de transmissieverliezen te beperken. Toch wordt ook deze mogelijkheid te vaak niet toegepast. Eén van de redenen daarvoor is dat er in de bouw wereld vele detailleringen te koop zijn die horen bij een standaarddikte van de isolatie, maar die niet te koop zijn voor situaties met grotere isolatiediktes. Bij detailleringen kan men denken aan daklijsten of aansluitingen tussen puien en metselwerk. Bij grotere isolatiediktes moeten er op maat detailleringen speciaal gemaakt worden, wat weer te veel kost. Er zou dus een groter assortiment detailleringen voor grotere isolatiediktes moeten komen.

Verder is het van groot belang te letten op de uitvoeringsfase. Detailleringen die op het ontwerp voorkomen worden niet altijd (op de juiste wijze) gemonteerd. Het gevolg kan zijn een lek gebouw, met een veel hoger energieverbruik dan verwacht.

Het energieverbruik voor verwarming is ook te verlagen met lage temperatuur verwarmingssystemen zoals overgedimensioneerde radiatoren, vloer- en wandverwarming. Het voordeel is dat HR-ketels een lagere retourtemperatuur te zien krijgen, waardoor er meer condensatiewarmte gewonnen kan worden. De COP van warmtepompsystemen neemt aanzienlijk toe wanneer het verwarmingssysteem een lagere temperatuur heeft.

Er kan worden afgezien van nachtverlaging. Door de nachtverlaging moet 's ochtends met veel vermogen weinig warmte aangevuld worden. Dit leidt tot grote dure ketels met korte bedrijfstijd. Wanneer de nachtverlaging achterwege gelaten wordt kan voor minder geld een kleinere ketel worden aangeschaft met een hoger rendement. Verder worden de temperaturen van het verwarmingssysteem lager. De voordelen daarvan zijn in de vorige alinea besproken. 's Nachts kan de ventilatie afgezet worden, dan is het warmteverlies door de goede isolatie minimaal.

Koeling

De koelbehoefte in zomer en tussenseizoenen kan beperkt worden door buitenzonwering. Het effect is maximaal wanneer de aansturing van de zonwering centraal geregeld kan worden.

In koelsystemen kan met name in de tussenseizoenen winst behaald worden door het toepassen van hoge temperatuur koelsystemen. De verwachting is dat dan koeling nodig wordt die voorheen niet nodig was. Omdat dan de buitentemperaturen tussen de 10° en 20°C zijn is het toepassen van vrije koeling mogelijk als er een hoog temperatuur koelsysteem is. Hierbij kan gedacht worden aan klimaatplafonds. Vrije koeling wil zeggen dat de warmte vanuit de te koelen ruimtes zonder tussenkomst van een koelmachine naar de omgeving wordt afgevoerd. Het nadeel van hoge temperatuur koelsystemen is dat ze niet of nauwelijks ontvochtigen. Het gevaar bestaat dan dat de lucht klam gaat aanvoelen. Het is dan dus nodig dat de ventilatielucht die wordt aangevoerd voldoende droog is.

Verlichting

Op het punt verlichting is een eenvoudiger EPN berekening van daglichtopbrengst gewenst. De huidige berekening is erg ingewikkeld. Omdat de EPC verlaging van de berekening vrij laag is, wordt de berekening van daglichtzone vaak achterwege gelaten, en wordt met volledig kunstlichtzone gerekend. Omdat er in de kunstlichtzone berekening geen waardering voor het apart schakelen van een raam- en gangzone, is bestaat de kans dat zo'n schakeling achterwege blijft. Hetzelfde geldt voor dakoverstekken en vergrote ramen op het zuiden en verkleinde ramen op het noorden.

Overige aanbevelingen

- Warmtekrachtkoppeling in kantoren is nauwelijks rendabel.
- Belangrijke besparing is te behalen door het opnieuw inregelen van oudere installaties.
- Besteedt meer aandacht aan lichte industrie. Dit is een tak waar adviseurs weinig ingangen hebben, en waar ook weinig regelgeving is.

3.6 Gevoeligheidsanalyse

In het voorgaande is reeds de gevoeligheid van de resultaten bestudeerd t.a.v. de verscherping van de EPN en de veronderstellingen over de relatie tussen stijging van de arbeidsproductiviteit en groei van het elektriciteitsverbruik. De uitkomsten hiervan zijn als scenarioresultaten verwerkt, waarbij te zien is met welke orde van grootte het energieverbruik van de gebouwgebonden energiefuncties kan oplopen.

Een andere factor die met name van belang is voor de mate waarin besparingen zullen plaats vinden is de prijs van aardgas en van elektriciteit. Er zijn twee berekeningen gemaakt één met hogere prijzen dan in het basisscenario en één met lagere prijzen dan in het basisscenario. Bij de hoge prijs is uitgegaan van een olieprijs van 27\$/vat tegenover 10\$/vat voor het lage prijsscenario (zie Paragraaf 3.1). Bij een hogere gasprijs blijkt het verbruik voor verwarming bijna 7% lager dan in het basisscenario en wordt er bijna 3% minder gebruikt voor warm tapwater. Bij een lagere prijs is het verbruik voor verwarming bijna 7% hoger terwijl er nauwelijks meer wordt verbruikt voor warm tapwater. Het verbruik voor de andere functies wordt niet merkbaar beïnvloed. Een lagere prijs voor elektriciteit leidt tot een iets hoger totaalverbruik maar het verbruik voor de functies verandert nagenoeg niet. Een hogere prijs dan in het basisscenario geeft een iets lager totaalverbruik maar is nauwelijks terug te vinden in verbruiken door de verschillende functies.

Uit de interviews is gebleken dat mogelijk vanaf heden geen kantoren meer zullen worden gebouwd zonder koeling en bevochtiging. Daarom is uitgaande van het basisscenario berekend in welke mate het verbruik voor deze twee functies zal veranderen indien dit werkelijk zo zou zijn. De uitbreiding en vervanging van kantoorgebouwen is bekend. Door nu voor de nieuwbouw de penetratiegraad op 100% te stellen is berekend dat t.o.v. het basisscenario ruim 0,4 PJ_{primair} meer elektriciteit nodig is voor koelen en ruim 1 PJ_{primair} meer aan energie voor bevochtigen.

De opmerkingen over verlichting impliceren dat er bij kantoren minder bespaard zal worden dan op grond van de aannames in het basisscenario wordt verondersteld. Een globale schatting (45% nieuwbouw, verbruik per m² circa 10% hoger) betekent voor het verbruik een verhoging van meer dan 4 á 5% hetgeen absoluut gezien neerkomt op bijna 0,6 PJ_{primair}.

Een ander punt is de ventilatie. Uit de interviews blijkt dat in de nieuwbouw van kantoren het ventilatievoud mogelijk 2 tot 5 keer zo hoog zal worden. Daarentegen wordt een verdichting van het aantal kantoorplaatsen verwacht. De volgende berekening kan worden gemaakt. Van kantoren is 45% nieuwbouw. Grofweg kan worden gesteld dat van de 2,7 PJ van het totaal ruim 1,2 PJ_{primair} aan elektriciteit voor ventilatie van deze nieuwe gebouwen wordt verbruikt. Bij verdubbeling zou dat dan tot 1,2 PJ_{primair} extra verbruik aan elektriciteit leiden.

4. WONINGGEBONDEN ENERGIEVERBRUIK HUISHOUDENS

In het totale energieverbruik binnen de huishoudsector kan een onderscheid worden gemaakt naar het woninggebonden energieverbruik en het apparaatgebonden energieverbruik. Het woninggebonden energieverbruik beslaat grofweg dat deel van het energieverbruik dat ook door de EPN wordt bestreken (ruimteverwarming en ventilatie, bereiding van warm tapwater, en in zekere zin ook verlichting⁷). Het apparaatgebonden energieverbruik heeft betrekking op het onder meer het energieverbruik voor reiniging, het koelen en bereiden van voedsel en audio/video/telecommunicatie. Een analyse van de ontwikkeling van het apparaatgebonden energieverbruik is te vinden in (Jeeninga et al, 1999). In deze studie wordt alleen ingegaan op de ontwikkeling van het woninggebonden energieverbruik.

Allereerst wordt ingegaan op het huidige en toekomstige beleid op het gebied van het woninggebonden energieverbruik. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van de ontwikkeling en opbouw van de bevolking en het woningbestand. Tot slot worden de verbruiksentwikkelingen voor de energiefuncties ruimteverwarming en ventilatie, warm tapwater en verlichting beschreven en verklaard. De ontwikkeling van het energieverbruik per energiefunctie is berekend met het model SAVE-Huishoudens (Boonekamp, 1995). De in deze analyse gebruikte scenario's zijn ontwikkeld onder verantwoording van het CPB (CPB, 1997).

De ontwikkeling van het woninggebonden energieverbruik wordt sterk bepaald door de aannames omtrent zogeheten structureffecten zoals toename van het aantal inwoners, bevolkingsopbouw, sloop- en nieuwbouwtempo, gemiddelde woninggrootte, stooktemperatuur, verlichtingsbehoefte en tapwatervraag. Omdat deze structureffecten per scenario sterk uiteen kunnen lopen, is de ontwikkeling van het woninggebonden energieverbruik zowel voor het GC-, EC- als het DE-scenario gegeven.

4.1 Huidig en toekomstige energiebeleid woninggebonden energieverbruik

In 1995 is voor nieuwbouwwoningen de Energie Prestatie Norm (EPN) van kracht geworden (NNI, 1994). Het woninggebonden energieverbruik wordt hiermee integraal benaderd. Er worden geen aparte eisen meer gesteld aan individuele besparingsmaatregelen, zoals bijvoorbeeld de RC-waarde voor glasisolatie. Het totale verbruik voor de energiefuncties ruimteverwarming en ventilatie, warm tapwater, verlichting en koeling (van de woning) wordt door middel van deze norm gelimiteerd. Doordat er nu geen eisen worden gesteld voor de afzonderlijke functies, kan de gewenste besparing op de meest kosteneffectieve manier worden bereikt. Door middel van de in de EPN beschreven methodiek kan de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) worden berekend. Het totale woninggebonden energieverbruik nu kan worden beschreven door middel van één waarde. Dit maakt het verder terugdringen van het (norm)verbruik voor nieuwbouwwoningen eenvoudig doordat slechts de EPC-waarde naar beneden bijgesteld hoeft te worden. In 1995 gold een EPC van 1,4. Deze is per 1 januari 1998 aangescherpt naar 1,2. In de scenario's is ervan uitgegaan dat in de periode 2000 - 2010 de EPC een waarde van 1,0 heeft. Eind 1998 is de berekeningsmethodiek in de EPN aangepast. Deze nieuwe norm zal waarschijnlijk per 1 januari 2000 ingaan. De verschillen tussen de oude en nieuwe norm hebben met name betrekking op het rendement van het centrale elektriciteitspark, warmtepompen en warmtedistributie.

⁷ Verlichting wordt binnen de EPN-methodiek gezien als een forfaitaire post. Het verbruik voor verlichting wordt deels bepaald door de het ontwerp van de woning en deels door de leefstijl van de bewoner van de woning. Het verbruik voor verlichting kan daarom zowel worden gezien als woninggebonden als ook 'apparaatgebonden'. De leefstijl van de bewoner wordt echter als de belangrijkste verklarende factor voor het verbruik voor verlichting beschouwd.

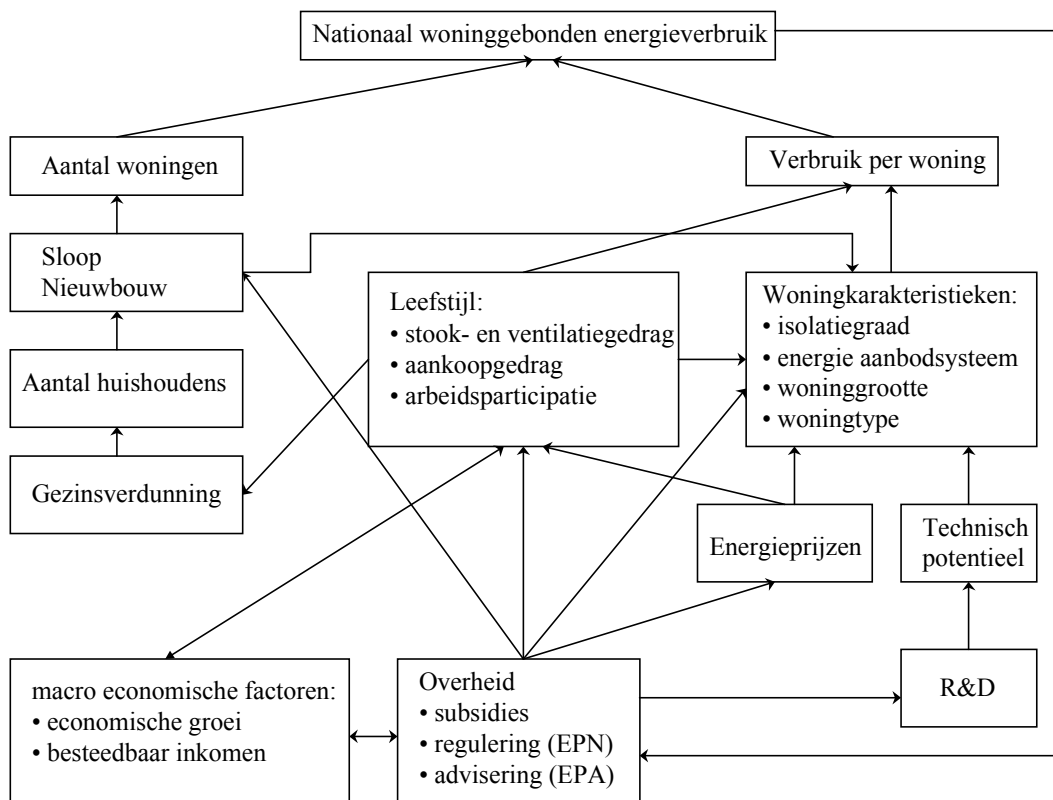
Doordat het woninggebonden energieverbruik door middel van de EPN-methodiek integraal wordt bekeken, is het toepassen van duurzame besparingsopties zoals de zonneboiler of zonnegascombi een maatregel die toegepast kan worden om aan de eis voor de EPC-waarde te voldoen. Dit is een positieve prikkel voor duurzame opties. Echter, de keerzijde van het verhaal is dat deze opties door de integrale afweging nu moeten concurreren met besparingsopties die bij andere energiefuncties toegepast kunnen worden (bijvoorbeeld muur- of glasisolatie). Een verdere toename van de kosteneffectiviteit (voor de eindverbruiker) van duurzame opties is derhalve van groot belang.

In de Energiebesparingsnota wordt het voornemen gepresenteerd om te komen tot een met de EPN vergelijkbaar instrument voor bestaande woningen: de Energie Prestatie Keur (EPK) (EZ, 1998). In het Actieprogramma Energiebesparing 1999 - 2002 wordt dit voornemen verder uitgewerkt (EZ, 1999). De EPK wordt in een afgezwakte vorm als Energie Prestatie Advies ingevoerd. Het effect van het EPA op de ontwikkeling van de besparing in de bestaande bouw is moeilijk in te schatten. Het EPA heeft een vrijwillig karakter, maar het is mogelijk dat op den duur een EPA voorwaarde stellend nodig is om in aanmerking te komen voor de energiebesparende maatregelen die in de Energiepremie zijn opgenomen. In 2001 - 2002 wordt tijdens de evaluatie van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid bezien of met EPA de doelstellingen van de uitvoeringsnota worden gehaald, dan wel of een beleidsintensivering noodzakelijk is. Een EPA bestaat onder meer uit de volgende onderdelen: het huidige energieverbruik, geadviseerde maatregelen en hieraan gekoppelde energiebesparing, kosten, baten en subsidiemogelijkheden. Het EPA kan een positieve invloed hebben op de penetratie van besparingsmogelijkheden, doordat huishoudens gewezen worden op de besparingsmogelijkheden en de hieraan gekoppelde financiële voordelen. Echter, een objectief advies kan er ook toe leiden dat niet of matig rendabele besparingsmaatregelen, zoals bijvoorbeeld de zonneboiler, minder vaak toegepast worden, doordat de consument nu bewust geconfronteerd wordt met de (matige) economische rentabiliteit van zijn investering.

Middels het convenant Duurzaam Bouwen heeft de sociale huursector zich ten doel gesteld om in de periode 1998 - 2001 15% energiebesparing te behalen ten opzichte van het jaar 1995 (VROM, 1997). Er is verondersteld dat dit convenant geen extra besparing levert ten opzichte van de in de scenario's geschetste basispaden. Een instrument wat gebruikt kan worden in verband met het toekennen van subsidies in de sociale huursector is de in opdracht van EnergieNed ontwikkelde Energie Prestatie Bestaand Bouw (EPB) (EnergieNed, 1998). De EPB volgt in hoofdlijnen de berekeningsmethodiek van de EPN. Deze EPB is echter, vanwege de relatief grote tijdsinspanning voor de berekening, ongeschikt voor gebruik in de particuliere koopsector. Het vereenvoudigen van de EPB zodat deze gebruikt kon worden als hulpmiddel binnen het EPA is tot dusverre niet haalbaar gebleken.

4.2 Bevolkingsontwikkeling en ontwikkeling van het woningbestand

De ontwikkeling van het totale woninggebonden energieverbruik (op nationale schaal) wordt bepaald door een groot aantal factoren die onderling met elkaar samenhangen. In Figuur 4.1 is de samenhang tussen deze factoren schematisch weergegeven. Het woninggebonden verbruik op nationale schaal wordt bepaald door het verbruik per woning en het totaal aantal woningen. De ontwikkeling van het totale aantal woningen is op haar beurt een functie van het aantal inwoners in Nederland en de gemiddelde gezinsgrootte.



Figuur 4.1 *Verklarende factoren voor de ontwikkeling van het woninggebonden energieverbruik op nationaal niveau.*

In Tabel 4.1 is de ontwikkeling van de bevolkingsopbouw gegeven voor verschillende scenario's. Het specifieke verbruik per woning wordt ondermeer bepaald door de gemiddelde isolatiegraad van de woning en de leefstijl van de bewoners (stook- en ventilatiegedrag, aanwezigheidsgraad). Een aantal factoren zijn van invloed op de gemiddelde isolatiegraad. Door de sloop van oude minder goed geïsoleerde woningen en nieuwbouw van energiezuinige woningen neemt de gemiddelde isolatiegraad toe. Ook het aanbrengen van energiebesparingsmaatregelen in bestaande woningen is hierop van invloed.

Tabel 4.1 *Ontwikkeling van totale bevolking, aantal huishoudens en gemiddelde gezinsgrootte*

	GC			EC		DE	
	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Inwoners Nederland [mln.]	15,5	15,9	16,5	16,0	16,9	15,8	16,1
Aantal Huishoudens [$\times 1000$]	6529	6897	7580	6846	7358	6846	7268
Personen/particulier hh.	2,33	2,27	2,15	2,29	2,27	2,27	2,18
Aandeel 1-persoons hh. [%]	32	34	37	33	34	33	36
Aandeel 2-persoons hh. [%]	30	30	32	30	30	30	31
Aandeel meerpersoons hh. [%]	38	36	31	37	36	36	33

In alle scenario's neemt de gemiddelde gezinsgrootte af. Hierdoor stijgt het aantal huishoudens en ook de hieraan gekoppelde woningbehoefte sneller dan het aantal inwoners. In Tabel 4.2 is de ontwikkeling van het aantal woningen per type gegeven. In de scenario's is uitgegaan van een sloop tempo van ruim 20.000 woningen per jaar (GC en EC) en 13.000 voor DE. Opgemerkt dient te worden dat dit fors hoger is dan het in het verleden gerealiseerde sloop tempo van circa 10.000 woningen per jaar (VROM, 1998). Als gevolg van dit sloop tempo en de toename van het aantal huishoudens neemt het aantal woningen in de periode 2000 - 2010 toe met circa 140.000 woningen per jaar in GC, 120.000 woningen in EC en 93.500 woningen in DE. In GC en EC neemt met name het aandeel (semi-)vrijstaande woningen toe (circa 23% van alle nieuwbouw). In DE is het aandeel van de nieuwbouw meergezinswoningen hoog (40%).

Tabel 4.2 *Ontwikkeling van het woningbestand per woningtype [aantal woningen × 1000]*

			GC		EC		DE	
	1990	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Oud appartement (cv)	856	924	975	1034	974	1022	964	1005
Oud appartement (lv)	481	396	325	183	325	195	339	251
Oud hoek-rijtje (cv)	1474	1594	1668	1709	1627	1635	1613	1632
Oud hoek-rijtje (lv)	545	399	294	129	333	202	354	266
Oud vrijstaand (cv)	584	612	632	631	624	611	619	624
Oud vrijstaand (lv)	146	108	78	33	85	53	92	62
Recente flats (cv)	460	460	460	460	460	460	460	460
Recent hoek-rijtje (cv)	1112	1112	1112	1112	1112	1112	1112	1112
Recent vrijstaand (cv)	190	190	190	190	190	190	190	190
Nieuwe flats (cv)	0	111	227	508	218	412	211	372
Nieuw hoek-rijtje (cv)	0	290	567	1011	545	972	548	871
Nieuw vrijstaand (cv)	0	45	114	325	108	264	84	138
Bijz. woonruimten (lv)	22	24	22	22	22	22	22	22
Bijz. woonruimten (cv)	188	212	208	228	208	208	208	238
Totaal (incl. leegstand)	6058	6476	6872	7574	6830	7358	6815	7244

Het aandeel van blok-, wijk- en stadsverwarming bedraagt volgens (BAK, 1998) circa 10%. Volgens (KWR 1998) bedraagt het aandeel collectieve verwarmingssystemen 11% in 1995, waarvan 2,6% stadsverwarming en 8,4% blokverwarming. (Novem, 1995) gaat uit van 11% aan collectieve systemen, waarvan 9,0% op blokverwarming en 0,3% op wijkverwarming en 2,0% op stadsverwarming. Omdat in (Novem, 1995) noch het basisjaar noch de bron vermeld wordt, wordt het KWR als meest betrouwbare bron beschouwd.

In de scenario's is aangenomen dat het aandeel van stads- en wijkverwarming in nieuwbouwwoningen minimaal is. Door het dalen van de warmtevraag neemt de rentabiliteit van de investering af. Voor nieuwbouwwoningen zal het stookseizoen korter worden naarmate de woning beter geïsoleerd is. Als de nieuwbouwwoning tevens voorzien is van een zonneboiler, dan is ook zomers de warmtevraag minimaal. Echter, aangezien er ook zomers op bepaalde momenten een warmtevraag kan ontstaan, dient er het gehele jaar door warmte gedistribueerd te worden. Door de afname van de totale warmtevraag en de verschuiving van het vraagpatroon neemt zowel de rentabiliteit van de investering als ook de energiebesparing sterk af. In een liberale energiemarkt zijn energiedistributiebedrijven terughoudender bij het investeren in projecten met hoge investeringskosten en lange terugverdiertijden. Door toepassing van het 'niet meer dan anders principe' draaien de distributiebedrijven voor onvoorziene kosten op, omdat deze niet meer aan de klant doorberekend kunnen worden.

Een significant deel van de nieuw te bouwen woningen zal op VINEX locaties worden gerealiseerd. In principe biedt dit nieuwe kansen voor wijk- of stadsverwarming, mede doordat de gemiddelde woningdichtheid op VINEX locaties vrij hoog is. Staatssecretaris Remkes heeft echter onlangs aangegeven dat hij minder rigide om wil gaan met de richtlijnen met betrekking tot woningdichtheid, woningtype (vrijstaand of rijtjeswoning) en eigenaar (koop of huur). Er dient meer marktgericht te worden gebouwd. Indien dit betekent dat er meer vraag is naar relatief grote vrijstaande woningen op dan dient de mogelijkheid aanwezig te zijn om deze woningen ook te bouwen (SEV, 1999). De rol die stadsverwarming kan spelen op deze VINEX locaties wordt echter negatief beïnvloed door ervaringen uit het verleden. Kernenergie, de kolenvergasser in Buggenum alsmede ook enkele stadsverwarmingsprojecten worden als ‘bakstenen’ van de Nederlands energieproductie - en distributiesector gezien.

4.3 Ruimteverwarming en ventilatie

In Tabel 4.3 en Tabel 4.4 is de gemiddeld warmtevraag voor besparing gegeven per woningtype en leeftijdsklasse. Te zien valt dat de gemiddelde warmtevraag voor besparing sterk afhankelijk is van het type woning (vrijstaand, rijtje, flat) en het type ruimteverwarmingssysteem (lokale verwarming⁸, centrale verwarming).

Tabel 4.3 *Energieverbruik voor besparing in de bestaande bouw [GJ_{th}]*

Oud appartement (cv)	43
Oud appartement (lv)	27
Oud hoek-rijtje (cv)	60
Oud hoek-rijtje (lv)	37
Oud vrijstaand (cv)	85
Oud vrijstaand (lv)	40
Recente flats (cv)	30
Recent hoek-rijtje (cv)	65
Recent vrijstaand (cv)	100
Bijz. woonruimten (lv)	25
Bijz. woonruimten (cv)	35

Tabel 4.4 *Ontwikkeling warmtevraag voor besparing in nieuwbouwwoningen [GJ_{th}]*

	GC			EC		DE	
	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Nieuw vrijstaand (cv)	100,0	105,0	120,0	102,0	107,0	100,0	100,0
Nieuwe flats (cv)	30,0	31,0	33,0	30,5	31,5	30,0	30,0
Nieuw hoek-rijtje (cv)	60,0	60,7	62,0	60,7	62,0	60,7	61,3
Gemiddeld nieuwbouw	56,5	58,8	64,2	58,3	61,6	56,9	56,8

In Tabel 4.5 is de ontwikkeling van de gemiddeld warmtevraag per leeftijdsklasse gegeven. Het betreft hier de warmtevraag na besparing, echter exclusief energie-aanbodsystemen. Het gemiddelde verbruik voor besparing daalt van in 40 GJ_{th} in 1990 naar 38,4 GJ_{th} in 1995 tot 31 GJ_{th} in 2010 in het DE-scenario en circa 34 GJ_{th}. De verschillen tussen deze scenario's worden met name veroorzaakt door verschillen in woningtype en woninggrootte (nieuwbouw) en energieprijzen. De gemiddelde nieuwbouwwoning is in 2010 circa 30% zuiniger dan de nieuwbouwwoning in 1995.

⁸ Gaskachels.

Tabel 4.5 *Ontwikkeling van de gemiddelde warmtevraag per leeftijdsklasse [GJ_{th}]*

	1990	1995	2000	GC		EC		DE	
				2010	2000	2010	2000	2010	
Gemiddeld oudbouw ⁹	42,2	40,6	39,0	37,5	38,7	37,6	38,1	34,4	
Gemiddeld recente bouw ⁹	36,5	36,0	35,5	35,6	35,5	36,1	35,1	33,4	
Gemiddeld bestaande bouw ⁹	40,5	39,2	38,0	36,9	37,7	37,1	37,2	34,1	
Gemiddeld nieuwbouw	n.v.t.	33,8	27,3	26,0	27,1	25,3	26,4	23,0	
Gemiddeld alle woonvormen	40,0	38,4	36,1	33,8	35,9	34,0	35,4	31,5	

In Tabel 4.6 is de opbouw van het ketelbestand gegeven voor bestaande woningen, dat wil zeggen woningen gebouwd in of voor 1995, die voorzien zijn van een individuele centrale verwarming (dus exclusief woningen met gaskachels en collectieve systemen). (KWR, 1998) komt tot een andere verdeling van het ketelbestand in 1995 dan BAK. Volgens (KWR, 1998) is de verdeling 36% voor de conventionele ketel, 46% voor de VR-ketel en 19% voor de HR-ketel. BAK komt tot 62% voor de conventionele ketel, 22% voor de VR-ketel en 16% voor de HR-ketel. In deze studie wordt uitgegaan van (KWR 1998), vanwege de opzet van deze studie (inspectie vs. enquête) en de omvang van de steekproef (15.000 bij KWR en circa 3.000 bij BAK).

In (Jeeninga 1999) is op basis van de KWR-cijfers een de ontwikkeling van de penetratie van de HR-ketel in de bestaande bouw gesimuleerd. Hierbij is aangenomen dat bij vervanging van een conventionele ketel of VR-ketel in 60% van de gevallen voor een HR-ketel wordt gekozen. Bij vervanging van de HR-ketel wordt opnieuw voor een HR-ketel gekozen. Er is rekening gehouden met het gegeven dat een deel van de meergezinswoningen slechts tegen hoge kosten van een HR-ketel voorzien kan worden, dit in verband met de (kostbare) aanpassing van het rookkanaal. Verondersteld is dat de conventionele ketel niet meer beschikbaar is. Uitgaande van deze aannames, stijgt de penetratie van de HR-ketel in de bestaande bouw tot 65% in 2010 (circa 3 miljoen ketels), zie Tabel 4.6. Als hierbij tevens rekening wordt gehouden met HR-ketels in die in nieuwbouw geplaatst worden, dat stijgt volgens deze berekeningen de totale penetratie van de HR-ketel tot boven de 70% in 2010.

Tabel 4.6 *Simulatie van ontwikkeling van ketelaandelen in bestaande bouw (Jeeninga, 1999)*

[%]	1995	2000	2010
<i>Sociale huur</i>			
ST	37	12	0
VR	50	52	39
HR	13	36	61
<i>Particulier huur</i>			
ST	43	14	0
VR	46	50	39
HR	11	35	61
<i>Particulier koop</i>			
ST	33	11	0
VR	42	43	31
HR	24	46	69
<i>Totaal</i>			
ST	36	12	0
VR	45	47	35
HR	19	41	65

⁹ Exclusief bijzondere woonvormen.

De penetratie van de warmtepomp is tot 2010 vrijwel verwaarloosbaar (Scheepers, 1999). Hiervoor zijn een aantal redenen aan te wijzen. De investeringskosten van de warmtepomp blijven tot 2010 nog hoog in vergelijking tot de concurrerende technieken. In de scenario's is aangenomen dat de EPC-waarde niet verder aangescherpt wordt en op 1,0 blijft staan gedurende de periode 2000 - 2010 (geen aanvullend beleid). Deze norm is door middel van inzet van 'conventionele' technieken', zoals optimale isolatie in combinatie met bijvoorbeeld een zonneboiler of zonnegascombi, realiseerbaar. Momenteel is de warmtepomp in de woningbouw nog in een proefstadium en wordt slechts incidenteel toegepast in voorbeeldwoningen. In nieuwbouw wordt de HR-ketel als referentietechniek beschouwd.

De ontwikkeling van het nationale energieverbruik, het product van het totaal aantal woningen en het verbruik per woning, is gegeven in Tabel 4.7. In alle scenario's daalt het gasverbruik. Deze daling is het sterkste in het DE-scenario en het minst sterk in het GC scenario. De toename in het aantal woningen wordt derhalve meer dan gecompenseerd door het dalen van de gemiddelde energievraag voor ruimteverwarming per woning. Het aandeel van olieproducten is rond 2010 vrijwel verwaarloosbaar. Het elektriciteitsverbruik neemt in 2010 iets toe doordat in nieuwbouwwoningen vaker gebruik gemaakt wordt van mechanische ventilatie gecombineerd met (gebalanceerde) warmteterugwinning. Een tweede factor die hierbij een rol speelt is de geleidelijke toename van de penetratie van de airconditioning. Echter, verwacht mag worden dat nieuwbouwwoningen bij oplevering niet voorzien zullen worden van aircosystemen, omdat het aanbrengen van deze apparatuur een negatieve invloed heeft op de EPC-waarde. Hierdoor zullen compenserende (en kostbare) maatregelen moeten worden genomen die deze stijging in de EPC-waarde weer compenseren. Bij de EPC-waarde van 1,0 zijn er voldoende mogelijkheden om een woning te bouwen die ook 's zomers voldoende bescherming biedt tegen oververhitting. Verwacht wordt dan ook dat de penetratie van aircosystemen die in de muur van de woning geïntegreerd zijn vrijwel verwaarloosbaar zal blijven. Een (geringe) toename van het aantal mobiele aircosystemen (type 'bouwmarkt') mag echter verwacht worden. Het gebruik van deze systemen blijft echter beperkt tot (zeer) warme dagen.

Tabel 4.7 *Ontwikkeling van het verbruik voor ruimteverwarming op nationale schaal*

				GC		EC		DE	
		1990	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Aardgas	[PJ]	304	300	280	276	273	265	271	245
Elektriciteit	[PJ _e]	5,7	5,9	6,2	7,2	6,1	7,1	6,0	6,5
Warmte	[PJ _{th}]	5,7	6,7	8,1	10,2	8,6	12,9	8,5	11,6
Olieproducten	[PJ]	4,9	3,5	2,7	1,4	2,7	1,5	2,7	1,5

4.4 Warm tapwater

De ontwikkeling van het energieverbruik voor warm tapwater wordt, naast het type en rendement van het energie-aanbodstelsel, bepaald door de tapwatervraag. In Tabel 4.8 is de prognose van de ontwikkeling van de tapwatervraag gegeven voor de verschillende scenario's. In alle scenario's is een stijging te zien ten opzicht van 1995. De stijging van de tapwatervraag per persoon is, door afname van de gemiddelde gezinsgrootte, nog sterker. Het effect van hot fill apparatuur op de ontwikkeling van de vraag naar warm tapwater is tot 2010 vrijwel verwaarloosbaar.

Tabel 4.8 *Ontwikkeling vraag naar warm tapwater (liter per dag per woning)*

				GC		EC		DE				
		1990	1995	2000	2005	2010	2000	2005	2010			
Tapwater vraag	l/dag	76	88	94	100	106	94	98	102	93	95	97

In Tabel 4.9 is de ontwikkeling van de penetratie per tapwatersysteem gegeven. Het aandeel van de combiketel neemt sterk toe ten koste van het aandeel van de gasgeiser en de (grote) elektrische hoofdboiler. De warmtepompboiler vervangt een deel van de elektrische hoofdboilers en bereikt in 2010 een penetratie van circa 1%. Er dient echter wel bedacht te worden dat de separate elektrische warmtepompboiler slechts in een zeer beperkt marktsegment ingezet kan worden (vervanging elektrische boiler). Het overgrote deel van de markt wordt bestreken door de combitoestellen. De warmtepompcombi (in plaats van de warmtepompboiler) is in dit geval de concurrerende techniek. De penetratie van de warmtepompcombi kan echter nooit hoger zijn dan de penetratie van de warmtepomp voor ruimteverwarming.

Tabel 4.9 *Ontwikkeling van de penetratie van tapwatersystemen [%]*

	1990	1995	GC		EC		DE	
			2000	2010	2000	2010	2000	2010
Gasgeiser/-boiler	59	40	23	12	23	18	23	18
Combiketel	25	47	66	79	64	70	65	72
Elektr. hoofdboiler	12	10	7	4	8	5	7	3
Warmtepompboiler	0	0	0	1	0	1	0	0
Collectief	3	3	4	5	4	6	4	6
Close in	5	12	26	39	22	31	23	29

Verwacht mag worden dat de penetratie van de close in aanrechtboiler verder zal toenemen, zie ook (Perrels, 1998; Jeeninga, 1998). Door toepassing van een kleine aanrechtboiler neemt de wachttijd voor warm tapwater af en neemt het comfort toe, hetgeen goed aansluit bij de (veranderende) behoeften en wensen van de consument.

In de huidige SAVE-versie worden de aandelen van de zonneboiler en zonnegascombi separaat berekend. De hieraan gekoppelde energiebesparing wordt naderhand op het totale verbruik in mindering gebracht. Ten behoeve van (Ybema, 1999) zijn berekeningen uitgevoerd voor het EC-scenario. De resultaten voor de zonneboiler en de zonnegascombi zijn gegeven in Tabel 4.11.

Tabel 4.10 *Ontwikkeling van de penetratie van en energiebesparing door de zonneboiler en zonnegascombi in het EC-scenario (Ybema, 1999)*

		1995	2000	2005	2010
<i>Zonnegas combi</i>					
Aantal	[× 1000]	1	12	37	50
Besparing warmte	[PJ _{th}]	0,0	0,1	0,2	0,3
Besparing aardgas	[PJ]	0,0	0,1	0,3	0,4
<i>Zonneboilers</i>					
Aantal	[× 1000]	6	25	56	57
Besparing warmte	[PJ _{th}]	0,0	0,1	0,3	0,3
Besparing aardgas	[PJ]	0,0	0,2	0,4	0,4
<i>Zonneboiler + zonnegas combi</i>					
Totaal aantal	[× 1000]	6	38	93	106
Totaal besparing warmte	[PJ _{th}]	0,0	0,2	0,5	0,6
Totaal besparing aardgas	[PJ]	0,1	0,3	0,7	0,8

Het totaal aantal zonneboilers en zonnegascombi's neemt toe van circa 6000 in 1995 tot ruim 100.000 in 2010. Hierdoor wordt circa 0,8 PJ aan aardgas bespaard. De zonnegascombi wordt met name toegepast in de nieuwbouw, de zonneboiler met name in de bestaande bouw.

De ontwikkeling van het totale energieverbruik voor tapwater (nationaal niveau) is gegeven in Tabel 4.11. Het aardgasverbruik neemt in het GC-scenario nog licht toe door de stijging van de tapwatervraag en de toename van het aandeel van gasgestookte toestellen. In de overige scenario's worden deze effecten gecompenseerd door een stijging van het rendement van de tapwatertoestellen. Ondanks de sterke afname van de penetratie van de elektrische hoofdboiler neemt het elektriciteitsverbruik in GC en EC toe. Dit wordt veroorzaakt door de sterke stijging in penetratie van de close in boiler.

Tabel 4.11 *Ontwikkeling van de totale energievraag voor tapwater*

		GC				EC		DE	
		1990	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Aardgas	[PJ]	66	79	83	85	81	80	82	78
Elektriciteit	[PJ _e]	5,4	6,3	7,5	8,7	7,5	8,0	6,8	5,9
Warmte	[PJ _{th}]	1,1	1,5	2,1	3,5	2,3	4,1	2,3	3,8
Olieproducten	[PJ]	1,6	1,6	1,3	1,2	1,3	1,1	1,3	1,0

4.5 Verlichting

Verlichting wordt binnen de EPN-methodiek voor woningen gezien als forfaitaire post. Dit betekent dat er geen rekening gehouden wordt met veranderingen in consumentenbehoeften en consumentenvoorkeuren. In de modelberekeningen worden deze effecten wel meegenomen. In Tabel 4.12 is de ontwikkeling van de gemiddelde verlichtingsbehoefte per type huishouden gegeven als index. In vergelijking tot 1995, is de vraag naar verlichting (in lumen) in 2010 circa 15–20% groter.

Tabel 4.12 *Verlichtingsbehoefte per huishoudtype (index, 1990 = 100).*

	1995	GC		DE		EC	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010
1-pers.	110	122	149	116	122	119	138
2-pers.	108	116	135	113	119	113	125
meerpers.	108	113	125	113	119	113	125

De penetratie van spaarlampen (inclusief TL) wordt berekend op basis van de kosten/baten verhouding. Deze kosten/baten verhouding wordt bepaald door de meerinvestering, het aantal branduren per jaar en de levensduur (totaal aantal branduren). In Tabel 4.13 is de ontwikkeling van het aantal spaarlampen per branduurklasse gegeven. Het totaal aan spaarlampen stijgt licht van gemiddeld 5,8 lampen in 1995 tot 7,0 lampen in EC en 7,7 lampen in GC. Het merendeel van de spaarlampen wordt toegepast bij verlichtingspunten met een branduur groter dan 400 uur.

Tabel 4.13 *Ontwikkeling van het aantal spaarlampen per huishouden per branduurklasse*

	1990	1995	GC			DE			EC		
			2000	2005	2010	2000	2005	2010	2000	2005	2010
> 1000 uur	1,8	2,3	2,3	2,5	2,8	2,3	2,5	2,5	2,3	2,5	2,5
400 - 1000 uur	1,3	2,8	2,9	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0
150 - 400 uur	0,5	0,6	1,0	1,5	1,7	1,0	1,4	1,8	0,8	1,1	1,5
< 150 uur	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
Totaal	3,6	5,8	6,2	7,1	7,7	6,2	7,0	7,4	6,0	6,7	7,0

Opgemerkt dient te worden dat de penetratie van de spaarlamp sterk beïnvloed wordt door een aantal andere (niet economische) factoren. Niet alle armaturen zijn geschikt voor een spaarlamp. Ook wordt door de lichtkleur van de spaarlamp door een groep consumenten als minder sfeervol ervaren. Ook is de initiële investering hoog ten opzichte van de referentietechniek (gloeilamp), hetgeen toch een barrière kan vormen bij de aanschaf, ook al is de investering over de levensduur rendabel.

In Tabel 4.14 is de totale energievraag (nationaal niveau) na besparing gegeven. Het totale verbruik stijgt in alle scenario's. De stijging in toename van de penetratie van energiezuinige verlichting is derhalve onvoldoende om de stijging in het verbruik door de toename van het aantal huishoudens en de toename van de verlichtingsbehoefte te compenseren. De stijging in het verbruik wordt met name veroorzaakt door een stijging van het verbruik door de lampen in de branduurklasse van 400 uur en meer.

Tabel 4.14 *Ontwikkeling totale energievraag voor verlichting na besparing [PJ_e]*

	GC				DE		EC	
	1990	1995	2000	2010	2000	2010	2000	2010
> 1000 uur	3,8	3,7	4,2	5,2	4,1	4,5	4,1	4,9
400 - 1000 uur	2,9	2,6	2,9	3,6	2,8	3,1	2,8	3,4
150 - 400 uur	2,2	2,4	2,6	3,0	2,6	2,6	2,6	2,9
< 150 uur	1,9	2,2	2,4	2,9	2,4	2,5	2,4	2,8
Totaal	10,7	10,9	12,1	14,7	11,8	12,7	11,9	14,0

5. DISCUSSIE

Beschikbaarheid gegevens

Het huidige energieverbruik van de diverse energiefuncties is over het algemeen slecht bekend. Voor verwarming en verlichting is het doorgaans wel te geven maar voor luchtbehandeling (koelen, bevochtigen en ventilatie) is het moeilijker te geven. Bovendien is het van belang om het een en ander goed te definiëren. DWA spreekt in het rapport 'Bevochtigen' (DWA, 1998) over een LBK (LuchtBehandelingsKast) waarvoor aangegeven wordt welke energie nodig is voor het verwarmen, bevochtigen en koelen van een standaardhoeveelheid lucht per jaar. Verder speelt een rol dat er binnen een categorie grote verschillen tussen typen gebouwen kunnen zijn. Te denken valt aan de diversiteit aan gebouwen in sectoren als winkels, onderwijsgebouwen, horecagelegenheden en sportaccommodaties.

Sectorindeling

Voor het doen van modelberekeningen voor het toekomstig energieverbruik is een benadering die uitgaat van een sectorindeling volgens de CBS-opzet het beste omdat daarmee de consistentie wordt gewaarborgd en het basisjaar regelmatig kan worden bijgesteld op basis van de jaarlijks gepubliceerde gegevens. Bovendien worden toekomstige sociaal economische veranderingen ook per CPB/CBS sector bepaald zodat dit goed op elkaar aansluit. Bij Novem worden gebouwcategorieën volgens het bouwbesluit gehanteerd hetgeen tot gevolg heeft dat schattingen van het toekomstig energieverbruik moeten worden afgeleid uit schattingen van sectoren waartoe de gebouwcategorie behoort. Dit houdt in dat er extra onzekerheid wordt geïntroduceerd. In de voorliggende studie is dat op een aantal plaatsen gebeurd, met name t.a.v. de categorie kantoren.

Groei van de sectoren

Wat betreft de ontwikkeling van de sectoren geldt dus hetgeen eerder over de sectorindelingen is gezegd. Bovendien wordt in de modelbenadering uitgegaan van BVO en het aantal werknemers als voornaamste factoren in het bepalen van het toekomstig energieverbruik. De moeilijkheid is dat door de zeer geringe inspanning op het gebied van de monitoring in de utiliteit weinig bekend is over de factoren die het energieverbruik van de functies bepalen en de mate waarin. Onderzoek hiernaar wordt nagenoeg niet gedaan mede als gevolg van de grote diversiteit en dus de hoge kosten die dit met zich meebrengt (CEA, 1997). Bovendien is het waarnemen (of afleiden) van het energieverbruik voor een bepaalde functie dermate gecompliceerd dat zeker niet kan worden volstaan met een eenvoudige schriftelijke enquête, maar deskundigen zullen ter plekke waarnemingen moeten doen.

BIJLAGE A SCENARIO'S

De drie scenario's

Door het CPB zijn drie scenario's voor Nederland uitgewerkt. In het Divided Europe (DE) scenario beperken nationalistische belangen de economische groei binnen Europa. In European Coordination (EC) komt de Europese integratie juist wel goed op gang wat tot een sterke economische groei leidt én een Europees milieubeleid. In Global Competition (GC) vallen belemmeringen in de wereldhandel weg wat tot een hoge economische groei en felle concurrentie leidt. De belangrijkste kenmerken van de scenario's zijn weergegeven in Tabel A.1.

Tabel A.1 *Kenmerken omgevingsscenario's*

Scenario	Divided Europe (DE)	European Co-ordination (EC)	Global Competition (GC)
Meer marktwerking	beperkt	gereguleerd vrijgegeven	vanuit de markt opengebrouwen
Ontwikkeling EU	trage verdere integratie	Europa van meer snelheden	Europa à la carte
Technische ontwikkeling	trage groei, traditioneel gericht	sterke groei kennispotentieel, maatschappelijk gericht	sterke groei kennispotentieel, marktgericht
Sociaal culturele ontwikkeling	nationalistisch gericht	Europese burger, gemeenschapszin, solidariteit	wereldburger, individualistisch
Bevolking in 2020	16,2 mln.	17,7 mln.	16,9 mln.
Economie	sterke BBP-groei in N-Amerika en Azië. Europa blijft achter	tamelijk sterke BBP-groei in Europa en Azië. N-Amerika blijft achter	wereldwijd sterke BBP-groei.
BBP-groei Nederland	1½ %/jaar	2¾ %/jaar	3¼ %/jaar
Groei particuliere consumptie	zwak	vrij sterke, maar meer maatschappelijk- en milieubewust	sterk, veel differentiatie in producten
Productie structuur	relatief weinig verandering	minder scherpe internationale concurrentie, internationaal milieubeleid	dynamisch, bepaald door comparatieve voordelen, gericht op hoogwaardige activiteiten
Werkloosheid	relatief hoog	daalt, minder dynamiek	laag, wel baanonzekerheid

REFERENTIES

- Bedrijfsschap Horeca (1998): *Horeca in cijfers 1998*. Bedrijfsschap Horeca en Catering, Zoetermeer, Nederland, 1998.
- Beeldman et al (1995): *SAVE-module Utiliteitsbouw. De modellering van energieverbruiksontwikkelingen*. ECN-I--94-044, Petten, Nederland, 1995.
- Boonekamp, P.G.M. (1995): *De SAVE-Module Huishoudens. De modellering van energieverbruiksontwikkelingen*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-I--95-045, Petten, Nederland, 1995.
- BAK (1998): *Basisonderzoek Aardgasverbruik Kleinverbruikers*. EnergieNed, Arnhem, Nederland, diverse jaren.
- CBS (1998): *Nederlandse Energie Huishouding 1997*. CBS, Nederland, 1998, deel I.
- CBS (1998a): *Enquête beroepsbevolking 1997*. CBS, Nederland, 1998.
- CBS (1998b): *Statistisch Jaarboek*. CBS, Nederland, 1998.
- CBS (1999): *Nederlandse Energie Huishouding 1997*. CBS, Nederland, 1999, deel II.
- CEA (1997): *Informatiesysteem: Energiegebruik in Utiliteitsgebouwen*. CEA, Nederland, 1997, in opdracht van EnergieNed, Gasunie, SEP en Ministerie van EZ.
- CPB (1996): *Omgevingsscenario's Lange Termijn Verkenningen 1995-2020*. Centraal Planbureau (CPB), Den Haag, Nederland, 1996.
- CPB (1997): *Economie en fysieke omgeving; beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995 - 2020*. Centraal Planbureau (CPB), Den Haag, Nederland 1997.
- Dewulf et al. (1995): *Ontwikkeling van het kantorenaanbod in Nederland: terugblik en verkenning*. TU-Delft, Nederland, 1995.
- DHV (1995a): *Onderwijsinstellingen in het BE-veld kunnen rendabel energie besparen*. DHV, Nederland, 1995, in opdracht van Novem.
- DHV (1995b): *De intramurale gezondheidszorg kan energie besparen*. Nederland, 1995, in opdracht van Novem.
- DWA (1998): *Bevochtiging in de utiliteitsbouw, Techniekinventarisatie en de ontwikkelingen op de middellange en lange termijn*. DWA, Nederland, 1998, in opdracht van Novem.
- Energy Experts (1997): *Energiebesparingspotentieelonderzoek wetenschappelijk onderwijs*. Energy Experts, Nederland, 1997 (concept).
- EZ (1998): *Energiebesparingsnota 1998*. Ministerie van Economische Zaken (EZ), Den Haag, Nederland, 1998.
- EZ (1999): *Actieprogramma Energiebesparing 1999 - 2002*. Ministerie van Economische Zaken (EZ), Den Haag, 1999.
- Hoek, K.Th. van (1999): *Persoonlijke mededeling*, Novem, Nederland, 1999.
- Jeeninga, H. en O. van Hilten (1998): *Bepaling bandbreedte in de ontwikkeling van het huishoudelijk elektriciteitsverbruik. Vervolgonderzoek naar aanleiding van de studie 'Nieuwe Apparaten en Leefstijl'*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--98-049, Petten, Nederland, 1998.

- Jeeninga, H. en G.J. Ruijg (1999): *Effectiviteit van de HR-ketel als energiebesparingsmaatregel. Berekening van de milieuwinst en kosteneffectiviteit*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--99-041, Petten, Nederland, 1999.
- Kroon et al.(1998): *Nationale Energie Verkenningen 1995-2010*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--97-081, Petten, Nederland, 1998.
- KWR (1998): *Bijlagen KWR '94 - '96 Energie en Water*. Damen Consultants, kenmerk 980079by/eh, Rotterdam, Nederland, 1998.
- MAP (1995): *Werkgroeprapport Uitgangspunten-MAP II voor Utiliteit*. EnergieNed, Nederland, 1995.
- NEEDIS (1996): *Sectorstudie Kantoorhoudende dienstverlening*. NEEDIS, Nederland, 1996.
- NEEDIS (1997): *Sectorstudie Logies-, Maaltijden- en Drankenverstrekking*. NEEDIS, Nederland, 1997.
- NEEDIS (1998): *Verklarende energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen*. NEEDIS, Nederland, 1998.
- NNI (1994): *Energieprestatie van woningen en woongebouwen. Bepalingsmethode. NEN 5128*. Nederlands Normalisatie Instituut (NNI), UDC 697.1:628.81, Delft, Nederland, 1994.
- Novem (1995): *Warmtekosten, ieder z'n deel. Energiebesparing door warmtemeting bij collectieve cv-installaties*. Novem. ISBN 90-72130-99-5, Sittard, Nederland, 1995.
- Novem (1997a): *Doelgroepenkennis Sport en recreatie*. Novem, Nederland, 1997.
- Novem(1997b): *EP Variantenboek Sportgebouwen*. Novem, Nederland, 1997.
- Novem (1998a): *Handboek Horeca en Detailhandel*. Baars Management Adviesgroep bv, Nederland, 1998, in opdracht van Novem.
- Novem (1998b): *Jaarverslag 1997, Meerjarenafspraak met de intramurale gezondheidszorg*. Novem, Nederland, 1998.
- NW&S (1994): *ICARUS-3, The potential of Energy Efficiency Improvement in the Netherlands services*. NW&S, Utrecht, Nederland, 1994.
- OC&W (1998): *Rijksbegroting 1999*. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, Nederland, 1998.
- Perrels, A.H., H. Jeeninga, P.J.S. Siderius en M.I. Groot (1998): *Nieuwe Apparaten en Leefstijl. Gevolgen voor het Huishoudelijk Elektriciteitsverbruik in 2010*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--98-011, Petten, Nederland, 1998.
- Scheepers, M.J.J.: *Persoonlijke mededelingen*, 1999.
- SEV (1999): *Panorama VINEX. Consumentgericht bouwen*. Congres, Amsterdam RAI, Nederland, 1999.
- Staatscourant (1995): *Wijzigingen besluit bouwmaatstaven Wet ziekenhuisvoorzieningen*. Staatscourant 1995, nr. 116.
- Temid (1997): *BedrijfsEnergiePlan Hogeschool Alkmaar*. Nederland, 1997
- VROM (1997): *Convenant: Duurzaam Bouwen*. Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VROM), Den Haag, 1997.
- VROM (1998): *Volkshuisvesting in Cijfers 98*. Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VROM), rapport nr. vrom 98432-01/h/12-98 13504 1717, Den Haag, 1998.

VWS (1999): *Jaaroverzicht Zorg 1999*. Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport, Den Haag, Nederland, 1999.

Ybema, J.R., P. Kroon, T.J. de Lange en G.J. Ruijg (1999): *De bijdrage van Duurzame Energie in Nederland tot 2020*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), finaal concept 1 oktober 1999, rapport nr. ECN-C--99-053, Petten, Nederland, in druk.