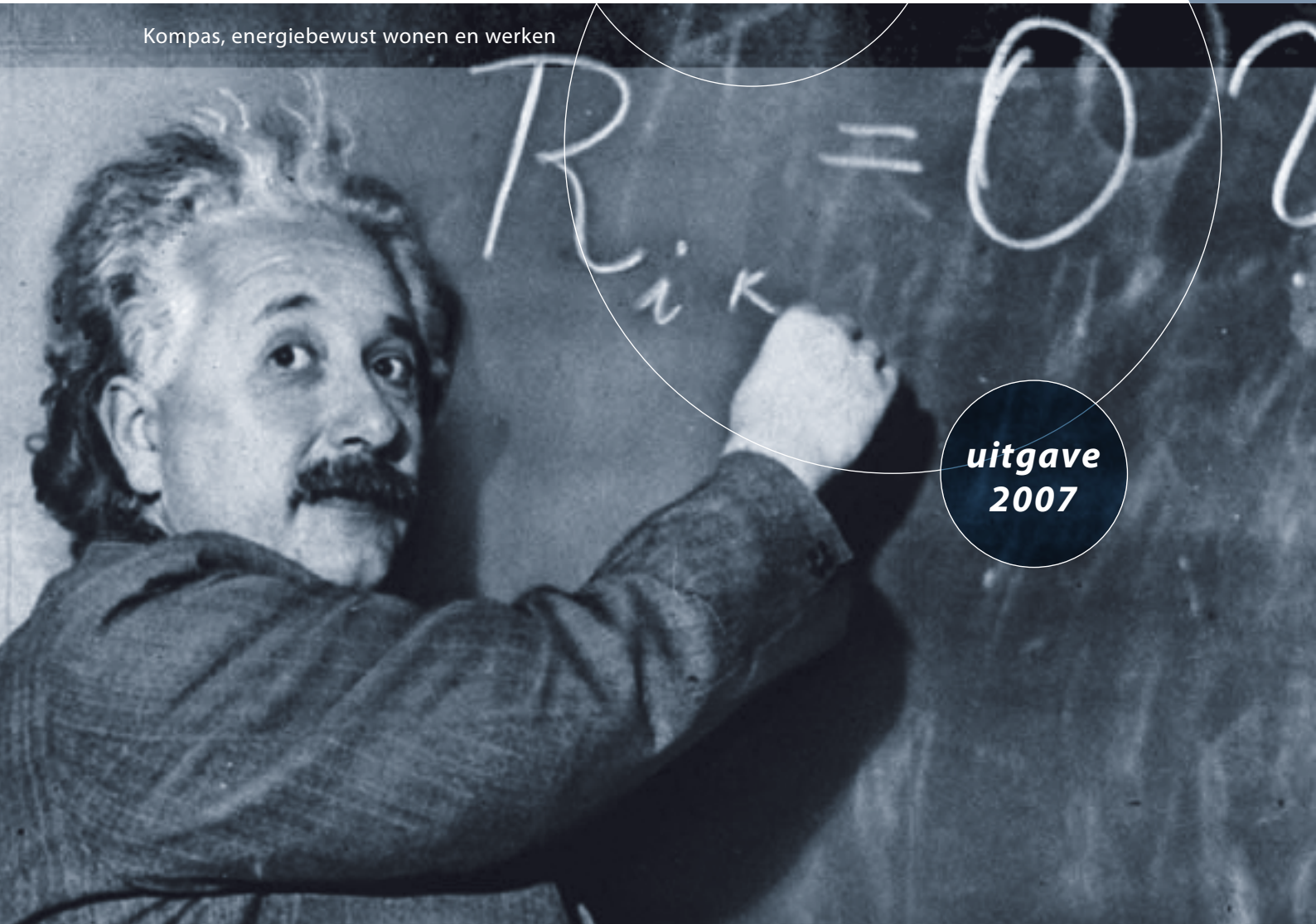


Kompas, energiebewust wonen en werken



**uitgave
2007**

Cijfers en tabellen 2007

in opdracht van

Voorwoord

Winst op vele fronten!

Klimaatverandering staat volop in de belangstelling. Dat zorgt voor toenemende aandacht voor de mogelijkheden van energiebesparing en schone energie. Ook de stijgende energieprijzen zijn een reden om efficiënt om te gaan met energie. En binnenkort moet een energielabel aanwezig zijn bij bouw, verkoop of verhuur in woningbouw en utiliteitsbouw. Energiebesparing levert dus op veel fronten winst op! Hoeveel precies, dat kunt u opzoeken in deze uitgave van Cijfers & Tabellen.

Met de gegevens uit deze Cijfers & Tabellen kunt u voor uw klanten en doelgroepen inzichtelijk maken wat het (milieu)rendement van verschillende maatregelen is. In 2006 verscheen de ingrijpend geactualiseerde versie van Cijfers & Tabellen. In deze uitgave van 2007 hebben we waar nodig de cijfers geactualiseerd.

Met deze uitgave pretenderen we geen volledigheid. Maar dit naslagwerk zorgt wel voor een snelle en goede indruk van de stand van de techniek en op welke terreinen er verbeteringen mogelijk zijn. Dat vormt de basis voor maatwerk bij uw klanten en doelgroepen.

In deze uitgave vindt u energieverbruikgetallen en kengetallen met betrekking tot besparingen, prijsinformatie en maatregelen per doelgroep. Zowel adviesbureaus op het gebied van energie, milieu, techniek en innovaties, als milieudiensten/gemeenten, energiebedrijven en installatiebedrijven kunnen Cijfers & Tabellen gebruiken als naslagwerk bij adviesgesprekken. Ook helpen de gegevens uit dit naslagwerk bij het kiezen van de juiste maatregelen om de score van het energielabel te verbeteren. Verder kunnen bijvoorbeeld milieuambtenaren die betrokken zijn bij vergunningverlening en –handhaving, aan de hand van Cijfers & Tabellen beoordelen of bedrijven voldoen aan de stand der techniek. De informatie uit dit naslagwerk helpt verder bij het beoordelen van energierapporten of bedrijfsenergieplannen.

Studenten die in hun opleiding aandacht besteden aan energie kunnen deze uitgave gebruiken als naslagwerk.

Op verzoek van de huidige gebruikers van Cijfers & Tabellen is deze uitgave op papier. Wel zo gemakkelijk om mee te nemen bij uw adviesgesprekken. Op www.senternovem.nl/kompas kunt u dit naslagwerk gratis downloaden en/of bestellen in hardcopy als u behoefte heeft aan meerdere exemplaren.

We wensen u veel (milieu)winst!

SenterNovem, april 2007

Inhoud

Voorwoord

1 Kengetallen

Verbruikskentallen per sector	9
Verbruikskentallen MJA deelnemers	9
Verbruikskentallen zwembaden	10
Verbruikskentallen beweegbare bruggen	10
Gasverbruik woningen	11
Electriciteitsverbruik woningen	11
Verbruikskentallen poldergemalen	11
Verbruikskentallen rioolgemalen	12
Verbruikskentallen rioolwaterzuiverinstallaties (RWZI)	12
Energieverbruik Schutsluizen	13
Energieverbruik verkeersregelinstallaties	13

2 Verdeling energieverbruik

Electriciteitsverbruik keukenapparatuur	14
Electriciteitsverbruik koel-, vries- en kookapparatuur	14
Electriciteitsverbruik verwarming, warm water en reiniging	15
Electriciteitsverbruik hobby en audio/video/communicatie	15
Electriciteitsverbruik persoonlijke verzorging	15

3 Graaddagen

Keuze weerstation op basis van postcode	16
Totalen graaddagen (1984 t/m 2006)	16
Totalen graaddagen (1972 t/m 2006)	16
Graaddagen per maand (1998)	17
Graaddagen per maand (1999)	17
Graaddagen per maand (2000)	17
Graaddagen per maand (2001)	17
Graaddagen per maand (2002)	17
Graaddagen per maand (2003)	17
Graaddagen per maand (2004)	18
Graaddagen per maand (2005)	18
Graaddagen per maand (2006)	18
Gemiddelde buitentemperatuur	18
Jaarverloop gemiddelde zoninstraling per maand	18

4 Brandstofprijzen

Ontwikkeling totale kosten energie huishoudens (inclusief EB, BTW en heffingskortingen)	19
Prijzen (ct €) aardgas per m ³ en elektriciteit per kWh huishoudens	19
Ontwikkeling energieprijzen huishoudens in indexcijfers, 2000 = 100	19
Bijdrage van de componenten aan de totale energie-kostenontwikkeling	20
Aandeel van de diverse tariefcomponenten in de electriciteitsrekening 2005 voor huishoudens	20
Aandeel van de diverse tariefcomponenten in de aardgas-rekening 2005 voor huishoudens	20

5 Omrekenfactoren brandstoffen

Emissies per eenheid brandstof	21
Omrekenfactoren brandstoffen	21
Voorvoegsels	21
Afgeleide eenheden	21
Nederlandse energiedragers en standaard CO ₂ Emissiefactoren	22
Grootheden	23
Omrekeningstabel voor energie-eenheden: J - kWh - tep	23

6 Statistieken

Gemiddeld aardgas en elektriciteitsverbruik woningen 1997 - 2004	24
Ontwikkeling gasverbruik in periode 2000 - 2004, in m ³ per woning	24
Ontwikkelingen in verwarmingstypen (in %) woningen	25
Plaatsingsperiode CV woningen	25
Leeftijd bewoners	25
Ontwikkeling gemiddelde leeftijd 2000 - 2005	25
Trends in penetratiegraden isolatievormen woningen	25
Electriciteitsverbruik in kWh voor de jaren 2002, 2003 en 2004 utiliteitsbouw	26
Gasverbruik in m ³ voor de jaren 2002, 2003 en 2004 utiliteitsbouw	26
Aantal gebouwen naar segment (2005)	26
Gemiddelde verbruiken naar segment 2006	26
Penetratiegraad maatregelen Utiliteitsbouw	27
Relatie tussen energiebesparende - en ziekteverzuim verlagende maatregelen.	28

7 Financieel

Beoordeling m.b.v. variabele TVT methode	30
Beoordeling m.b.v. Netto Contante Waarde	31
Interne rentevoet van besparingsmaatregelen	31

8 Analyse van techniek warmteopwekking

Ketelvermogen op basis van gebouwinhoud	32
Vollasturen op basis van ketelvermogen	32
Gecorrigeerde benuttingsgraad op basis van ketelvermogen	32
Richtprijzen verwarmingsketels	33
Richtprijzen geisers	33
Richtprijzen weersafhankelijke regelaars	33
Richtprijzen zonneboilersystemen	33
Richtprijzen cascaderregelaars	33
Richtprijzen cv-boilers	34
Richtprijzen totale vervanging regelapparatuur van middelgrote verwarmingssystemen	34
Richtprijzen isolatie van appendages	34
Richtprijzen van frequentieregelaars	34
Waterzijdig vollastrendement van ketels op onderwaarde	34
Richtprijzen frequentieregelde cv-pomp versus gewone cv-pomp	34
Rendementsverbetering door vervanging van ketels	35
Stilstandverliezen ketels	35
Toeslagen voor warmteverliesberekeningen	35
Effect van waterzijdig afsluiten buiten gebruiksuren ketel	35
Besparingen op elektriciteitsverbruik van pompen in cv-installaties ten opzichte van continu bedrijf	35
Warmteverlies door leidingen	36
Maatregelen in ketelhuis van scholen	36
Maatregelen kantoorgebouwen door gebouwbeheersysteem	36
Maatregelen besparingen cv-systeem	37

9 Duurzame energie

Duurzame energie uit binnenlandse bronnen en vermeden CO ₂ -emissies	38
Binnenlandse duurzame elektriciteitsproductie en elektriciteitsverbruik	39

10 Warmtepompen en aquifers

Positieve invloedsfactoren op de rentabiliteit van een warmtepompinstallatie	40
Toepassingsmogelijkheden warmtepomp	40
Mogelijke warmtebronnen	40
Kentallen van warmtepompen	41
Indicatieve kostprijs elektrisch aangedreven warmtepompen	41
Opwekkingsrendement (COP) elektrische warmtepompen utiliteitsbouw	41
Indicatieve kostprijs bronsystemen	41
Eigenschappen aquifers	42

Systemen bodemgebruik als energiebron en -buffer	42
Uitgangspunten voor een verticale bodemwarmtewisselaar	42
Aandachtspunten ontwerp bodemwarmtewisselaar	43
Keuze bron t.b.v. warmtepompsysteem per marktsegment	44

11 WKK

Eigenschappen van een viertal warmtekrachtinstallaties	45
Prijsindicaties van warmtekracht installaties	45
Keuzecriteria WKK	45

12 Zon

Rendement zonne-energie systeem, oriëntatie en hellingshoek	46
Gemiddelde opbrengst zonnecollectoren	46
Globale kostprijs thermische zonnepanelen	47
Warmteproducties (MJ/m ² /jr) van overige actieve thermische zonne-energiesystemen	47
Extra eigen energieverbruik kWh/m ² /jr van overige actieve thermische zonne-energiesystemen ten opzichte van conventionele systemen	47
Opwekkingsrendementen (% op onderwaarde) van de referentietechnologieën voor overige actieve thermische zonne-energiesystemen, per toepassing en per type collector	47
Zontoetredingsfactoren voor zonwering	48
Soorten PV-systemen	48

13 Wind

Criteria voor plaatsing van een windturbine	49
Gegevens van enkele windturbines	49
Kleinschalige windturbines	49

14 Biomassa

Calorische waarden en prijzen van soorten biomassa	50
Kosten voorbewerking biomassa	50
Investeringen en terugverdientijden biomassagestookte cv-installatie op houtpellets (geperste houtbrok)	51
Investeringen en terugverdientijden biomassagestookte cv-installatie op houtsnippers	51
Investeringen en terugverdientijden biomassagestookte luchtverhitter op houtpellets (geperste houtbrok)	52

15 Verlichting

Voorbeelden	53
Advies verlichtingssterktes	53
Eigenschappen lichtbronnen	54
Nood- en oriëntatieverlichting	55
Vermogensverliezen voorschakelapparaten	55
Branduren verlichting	55
Verlichting in sportgebouwen	56
Verlichting in het onderwijs	56
Geïnstalleerd verlichtingsvermogen in diverse onderwijsruimten	56

Verlichting in de zorgsector	57	Isolatie detailhandel	72
Verlichting in de horeca	57	Isolatiemateriaal gesorteerd op milieuvoorkeur	72
Richtwaarden aantal branduren	57		
Indicatie van het aantal branduren per jaar in diverse ruimten	57	21 Horeca	73
Ontwikkeling van het jaarlijks elektriciteitsverbruik door verlichting in kantoorgebouwen	58	Vermogens, gebruikstijden, benuttingsgraad en rendementen elektrische groot-keukenapparatuur	73
Eigenschappen van een aantal zonweringssystemen	58	Vermogens, gebruikstijden, benuttingsgraad en rendementen gasgestookte keukenapparatuur	74
Invloed van schakel- en regelsystemen op het aantal branduren	58	Elektrische vaatspoelmachines	74
Beslissingsschema lichtregelingsstrategie	59	Energiebesparende maatregelen horeca	74
Energiebesparende mogelijkheden verlichting	59	Koken op elektriciteit vs. gas	74
		Elektriciteitsverbruik naar horecatoepassing	75
16 Behaaglijkheid	60		
Ontwerp binnentemperaturen	60	22 Kantoorautomatisering	76
Behaaglijkheidsgrenzen kamertemperatuur in relatie met de buitentemperatuur	60	Elektriciteitsverbruik kantoorautomatisering	76
Toelaatbare lichtsnelheid	60	Opgesteld vermogen in computerruimten	76
Gewenste en acceptabele relatieve luchtvochtigheid	60	Noodstroomvoorzieningen computer	76
		Productie-uren kopieermachines	77
17 Ventilatie	61	Elektriciteitsverbruik van communicatiesystemen	77
Ventilatie-eisen voor diverse gebouwen (deel 1)	61	Besparingsmaatregelen computers	77
Ventilatie-eisen voor diverse gebouwen (deel 2)	62		
Ventilatie-eisen voor diverse ruimten in scholen	62	23 Overige gebouwapparatuur	78
Jaarlijks gasverbruik ten gevolge van het openen van deuren	63	Liften	78
Elektriciteitsverbruik ventilatoren in luchtbehandelingskasten	63	Elektrische verwarming in machinekamers van liften	78
Thermische rendementen warmtewisselaars	63	Elektriciteitsverbruik schrobmachines	79
Gasbesparing door warmtewisselaars	63	Elektriciteitsverbruik volautomatische wasmachines met warm-watervulling	79
Besparende maatregelen voor luchtbehandelingssystemen	64	Elektriciteitsverbruik volautomatische wasmachines	79
		Elektriciteitsverbruik wasdrogers	79
18 Bevochtiging	65	Besparende maatregelen wassen	79
Vochtafgifte van volwassenen personen	65		
Vochtafgifte van woonactiviteiten (gemiddeld gezin)	65	24 Koel- en vriesinstallaties	80
Luchtbevochtigingsinstallaties	66	Koel- en vriescombinaties	80
		Energiegebruik van koelkasten met energielabel	80
19 Water en warm tapwater	67	Gemiddeld energiegebruik van diepvriezers	80
Specifieke tapwaterverbruiken (warm en koud)	67	Gemiddeld energiegebruik van koel-vrieskasten	80
Waterverbruik naar woonactiviteit	67	Toelaatbare relatieve luchtvochtigheid diepvriezers	81
Verbruiksgegevens 150 liter boiler	68	Elektriciteitsverbruik van koel- en vriesapparaten in grootkeukens	81
Gegevens elektrische boiler	68	Elektriciteitsverbruik drankenautomaten	81
Gegevens elektrische warmtepompboiler	68	Elektriciteitsverbruik koelcompressor, ongeïsoleerde leidingen in koelsysteem	81
Normwaarden opwekkingsrendement warm-tapwaterinstallaties	68	Besparende maatregelen drankenautomaten	81
Energie- en waterbesparende maatregelen	99	Bier- en frisdrankkoelers met grote capaciteit	81
		Elektriciteitsverbruik bierkoelers	82
20 Isolatie	70	Energiebesparende maatregelen koel- en vriesinstallaties	82
Isolatie woningbouw	70	Energielabels koelmeubelen	82
Isolatie verzorgingshuizen	71	Uitgangspunten koelsystemen winkels	82
Isolatie ziekenhuizen	71	Typen koelsystemen winkels	83
Isolatie horeca	72	Besparingsopties supermarkten	84
Kosten van gebouwisolatie	72		

25 Perslucht	85
Soorten compressoren en hun capaciteit	85
Energiegebruiken van compressoren (alleen compressorblok)	85
Energieverlies door een lek	86
Energiegebruik persluchtpistool	86
Besparende maatregelen perslucht	86
Maximale flow door persluchtleidingen voor schatting verbruik	86

1 Kengetallen

Verbruikskentallen per sector

BIK'95	CLUSTER	GAS (M ³ /(M ² /JAAR))			ELEKTRICITEIT (kWh/(M ² /JAAR))			N	JAAR
		20%	50%	80%	20%	50%	80%		
WINKELS									
5212,523 t/m 525	winkels nonfood: 1-19 werknemers	4	18	33	29	81	134	18	2003
5212,523 t/m 525	winkel nonfood: > 19 werknemers	5	7	9	25	72	119	14	2003
	Supermarkten	10	16	24	360	467	540	2200	2003
ONDERWIJS									
801	Basisonderwijs	7	13	18	12	18	24	56	2003
8021	Middelbare scholen	7	14	21	12	33	58	54	2003
8022 en 80301	MBO + HBO	8	21	35	20	57	94	13	2003
80302	Universiteiten	5	12	19	31	85	141	11	2003
KANTOREN									
	Kantoor 200-500 m ²	6	21	37	35	109	182	44	2003
	Kantoor 500-10.000 m ²	6	13	20	32	85	138	37	2003
	Kantoor > 10.000 m ²	6	10	14	28	79	82	32	2003
	Verzekeringskantoren	6	15	24	14	129	160	54	2001
ZORGSECTOR									
85311, 85312	Verpleging + gehandicapten	11	24	38	11	66	121	25	2003
85313 t/m 85315	Verzorgingstehuizen	16	22	29	13	60	108	63	2003
85111-4	Ziekenhuizen	16	50	85	26	95	164	21	2003
85114	Zorg psych. ziekenhuizen	18	23	27	37	46	63	30	2000

Bron: SenterNovem kompasmonitoring 2004

Bovenstaande kengetallen kunnen sterk uiteenlopen, bij voorbeeld door verschillen in bouwjaar, gebruikstijden of reeds toegepaste maatregelen. Er is gekozen om per categorie steeds drie waarden aan te geven, namelijk de waarde die geldt voor respectievelijk de onderste 20% en de bovenste 20% van de waarnemingen. Ook is de mediaan (50%) weergegeven, omdat er sprake kan zijn van een scheve verdeling in de waarnemingen, waardoor de mediaan niet precies in het midden tussen 20% en 80% ligt.

Verbruikskentallen MJA deelnemers

SECTOR	GEMIDDELD KENGETAL GAS M ³ /TON PRODUCT	GEMIDDELD KENGETAL ELEKTRICITEIT kWh/TON PRODUCT	N	JAAR
Asfaltindustrie	8,0	4,4	43	2004
Groente en fruit industrie	28	78	29	2004
IJzergieterijen	82	981	18	2004
Vleesindustrie	175	26	79	2004
Rubber en kunststof-industrie	100	906	53	2004
Chemische industrie	85	191	38	2004
Fijnkeramische industrie	113	124	11	2004
Koffie-branderijen	41	219	7	2004
Koel en vrieshuizen	0,7	43	77	2004
Zuivelindustrie	65	77	68	2004

Bron: SenterNovem MJA 2004

Bovenstaande kengetallen zijn gebaseerd op gemiddelden per sector. Er is gekozen om per categorie één waarde aan te geven, namelijk het gemiddelde kengetal per sector. Deze kengetallen kunnen gebruikt worden als indicatie van energieverbruiken per ton product.

Verbruikskentallen zwembaden

ZWEMBAD NAAR WATEROPPERVLAKTE	SUPPLETIEWATER LITER PER BEZOEKER	GAS M ³ PER 1.000 BEZOEKERS	ELEKTRICITEIT kWh PER 1.000 BEZOEKERS	N
92611 OVERDEKT ZWEMBAD				
tot 250 m ²	43	910	1.710	6
250 - 500 m ²	67	990	1.310	37
500 - 750 m ²	59	1.160	1.910	19
>750 m ²	88	1.790	2.690	7
COMBIBAD				
tot 1.500 m ²	67	750	740	5
1.500 - 2.500 m ²	54	1.020	1.240	10
> 2.500 m ²	60	980	1.070	13

Bron: BIK, Senternovem 2005

Verbruikskentallen beweegbare bruggen

Energieverbruik en besparingsmogelijkheden referentiebrug

	REFERENTIEVERBRUIK IN kWh	% VAN TOTAAL	% MOGELIJKE BESPARING	VERBRUIK NIEUW ONTWERP IN kWh (BESTE GEBRUIK)
VARIABLE VERBRUIKERS				
Aandrijving en omvormers		1.600	7	
- Hydrauliek pomp	1.250		20	1.000
- Besturingsrelais	100		90	10
- Afsluitbomen	250		20	200
Signalering		4.500	19	
- Landverkeerseinen	1.000		80	200
- Scheepvaartseinen	3.500		86	500
VASTE VERBRUIKERS				
Beveiliging		1.500	6	
- TV-systeem	800		95	40
- Geluidsinstallatie	700		94	40
Verlichting	10.650		46	
- Terreinverlichting	10.650		44	6.000
Standby		2.350	10	
- Transformatoren	1.000		100	0
- Relais	1.000		50	500
- Lessenaar	350		66	120
Conditionering		2.600	11	
- Klimaatbeheersing	1.000		100	0
- Kastverwarming	800		100	0
- Olieverwarming	800		100	0
Totaal		23.200	100	8.610

De referentiebrug is een brug met een valoppervlak van 300 m², de brug wordt jaarlijks 2.000 keer geopend, met een gemiddelde openingsduur van 7,5 minuten (250 uur per jaar).

De componenten die in de tabel vet aangegeven zijn, zijn verwerkt in de kengetallen. De variëteit van de andere componenten loopt per brug loopt zover uiteen, dat hier geen kengetal voor opgesteld kan worden.

Gasverbruik woningen

Totaal gemiddeld gasverbruik (verwarming, warmwater, en koken) in centraal en lokaal verwarmde woningen, gesplitst naar woningtype, bouwperiode en eigendomsverhouding over 2004

HUURDER OF EIGENAAR	GASVERBRUIK 2004 IN M ³ PER WONING/JAAR
Huurder	1.440
Eigenaar	1.893

WONINGTYPE	GASVERBRUIK 2004 IN M ³ PER WONING/JAAR
Vrijstaand	2.624
2/1 Kap	1.920
Hoekwoning	1.836
Rijwoning	1.560
Etage-/flatwoning	1.173
Geschakeld	1.790

BOUWPERIODE VAN DE WONING	GASVERBRUIK 2004 IN M ³ PER WONING/JAAR
Voor 1945	1.946
1945 t/m 1965	1.752
1966 t/m 1975	1.868
1976 t/m 1981	1.651
1982 t/m 1985	1.474
1986 t/m 1990	1.466
1991 t/m 1995	1.458
1996 t/m 1999	1.375
2000 of later	1.485

Bron: SenterNovem kompasmonitoring 2004

Electriciteitsverbruik woningen

Gemiddeld electriciteitsverbruik in de Nederlandse woning over 2004

ELECTRICITEITSVERBRUIK 2004 IN kWh PER WONING/JAAR	
Gemiddelde woning	3.346

Bron: SenterNovem kompasmonitoring 2004

Verbruikskentallen poldergemalen

TYPEN GEMALEN	CAPACITEIT M ³ /MINUUT	RANGE ENERGIEVERBRUIK kWh/JAAR
Inlaatgemalen, oppervlaktegemalen en verversingsgemalen	1 - 10	100 - 20.000
Kleine poldergemalen	10 - 50	10.000 - 100.000
Middelgrote poldergemalen	50 - 500	50.000 - 1.000.000
Grote polder- of boezemgemalen	500 - 3.500	500.000 - 5.000.000

Toelichting: Deze kengetallen zijn onder andere gebaseerd op gegevens van het Waterschap Zuidzeeland.

Verbruikskenngetallen rioolgemaal

	CAPACITEIT M ³ /UUR	RANGE ENERGIEVERBRUIK kWh/JAAR	GEMIDDELDE ENERGIEVERBRUIK kWh/JAAR
RIOOLGEMALEN GEMEENTELIJK			
Rioleringspompen	10 - 30	200 - 600	500
Kleine rioolgemaal	20 - 50	500 - 15.000	1.000
Eind- of hoofdrioolgemaal	50 - 1.000	3.000 - 35.000	5.000
Grote rioolgemaal	500 - 4.000	15.000 - 150.000	50.000
RIOOLGEMALEN (WATERSCHAPPEN + PERSLEIDING)			
Rioolgemaal met persleiding	25 - 500	5.000 - 65.000	27.000
Grote rioolgemaal met persleiding	500 - 2.000	35.000 - 32.500	120.000

Gemeenten

Het aantal gemalen in beheer van gemeenten en de omvang van deze gemalen, is sterk afhankelijk van plaatselijke omstandigheden (aantal inwoners, lozingsgedrag van bedrijven, natuurlijke hoogteverschillen, uitgestrektheid van het gebied etc.).

Op basis van beschikbare gegevens is de volgende inschatting gemaakt:

- Een gemeente heeft ongeveer 200 drukrioleringspompen in beheer, met een capaciteit van ongeveer 20 tot 50 m³/uur;
- Een gemeente heeft ongeveer 25 kleine rioolgemaal in beheer, met een capaciteit van ongeveer 10 tot 30 m³/uur;
- De capaciteit van (gemeentelijke) eind- of hoofdrioolgemaal bedraagt 100 tot 1.000 m³/uur.

Waterschappen

De capaciteit van de rioolgemaal in beheer bij waterschappen varieert van 25 tot 4.000 m³/uur. Het energiegebruik is hier hoger omdat gebruik wordt gemaakt van persleidingen. Op basis van gegevens van Waterschap de Stichtse Rijnlanden (2004) zijn gemiddelde verbruiken en bandbreedtes berekend voor deze type rioolgemaal tot 2.000 m³/uur.

Bron: SenterNovem 2005

Verbruikskenngetallen Rioolwaterzuiverinstallaties (RWZI)

ENERGIEVERBRUIK 2002	EENHEID	GEMIDDELD ENERGIE- VERBRUIK IN kWh	RANGE ENERGIE- VERBRUIK IN kWh
Totaal RWZI	kWh/i.e. verwijderd	25,9	18,0 - 32,0
Beluchting	kWh/i.e. verwijderd	16,0	9,0 - 21,0
Ontwatering	kWh/kg ds	0,13	0,04 - 0,27
BANDBREEDTE BELANGRIJKE ENERGIEVERBRUIKERS			
Bellenbeluchting	g/Nm ³ .m		15,0 - 25,0
Puntbeluchting	kgO ₂ /kWh		1,8 - 2,2
Rotoren	kgO ₂ /kWh		1,4 - 1,6
Voorstuwing met bellenbeluchting	W/m ³		3,0 - 5,0
Voorstuwing met bellenbeluchting	W/m ³		1,0 - 2,5
MECHANISCHE SLIBONTWATERING			
Centrifuges*	kWh/tonDS		35,0 - 55,0
Zeefbandpersen*	kWh/tonDS		15,0 - 30,0
Filterpersen*	kWh/tonDS		40,0 - 55,0
GEMIDDELD ENERGIEVERBRUIK PER INWONERS EQUIVALENT (IE)			
Exclusief energiegebruik aan-, afvoer, afvalwater	kWh	25,9	
Inclusief energiegebruik aan-, afvoer, afvalwater	kWh	27,6	

* i.e.: Inwoners Equivalent (=136 gr Totaal Zuurstof en komt overeen met de gemiddelde vervuiling die per bewoner per dag wordt geproduceerd)

Bron: SenterNovem 2005

Energieverbruik Schutsluizen

	REFERENTIEVERBRUIK IN kWh	% VAN TOTAAL	% MOGELIJKE BESPARING	VERBRUIK NIEUW ONTWERP IN kWh (BESTE GEBRUIK)
VARIABLE VERBRUIKERS				
Aandrijving en omvormers		115.100	45	
- Hoofdmotoren deuren	100.000		3	97.000
- Rem	2.000		0	2.000
- Transformatoren	9.000		20	7.200
- Relais	1.500		50	750
- Schuiven	2.500		10	2.250
- Afsluitbomen	100		0	100
Signalering		22.100	9	
- Landverkeerseinen	3.500		86	500
- Scheepvaartseinen	17.500		88	2.100
- Relais	400		50	200
- Transformatoren	700		20	560
VASTE VERBRUIKERS				
Beveiliging		10.300	4	
- Geluidsinstallatie	300		90	30
- CCTV	10.000		40	6.000
Verlichting		42.800	17	
- Kolkverlichting	41.000		30	28.700
- Kelderverlichting	1.800		70	540
Noodstroomvoorziening		1.700	1	
- Batterij en voeding	1.500		50	750
- Noodstroom relais	200		50	100
Conditionering		52.500	20	
- Kastverwarming	15.000		50	7.500
- Stilstandsverwarming	15.000		50	7.500
- Railverwarming	7.500		0	7.500
- Klimaatbeheersing kelder	15.000		100	0
Stand-bye		13.000	5	
- PLC's	10.000		0	10.000
- PLC - relais	500		50	250
- Relais continu	1.500		50	750
- Relais	1.000		50	500

De referentiesluis bestaat uit een grote sluiscolk, met twee hefdeuren en schuiven voor nivelleren, seinen en terreinverlichting. Er is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van een bedieningsgebouw. De colk is 320 meter lang, 24 meter breed en 5 meter diep. De sluis wordt het gehele jaar bediend, 24 uur per dag. Er zijn 15.000 schuttingen per jaar. De gemiddelde schutting bedraagt een half uur. De terreinverlichting wordt 4.100 uur per jaar gebruikt en de verlichting in technische ruimten is 24 uur per dag aan voor service en onderhoud.

Bron: SenterNovem 2005

Energieverbruik verkeersregelinstallaties

Gemiddelde kengetallen matrixborden

LAMPTYPE	2 MATRIXBORDEN PER WEGHELFT	4 MATRIXBORDEN PER WEGHELFT
Halogeen	1.280	1.945
Led's (beste gebruik)	610	905

Bron: SenterNovem 2005

2 Verdeling energieverbruik

Elektriciteitsverbruik keukenapparatuur

TYPE APPARAAT		
Koffiezetapparaat	900	80,0
Frituurpan	850	10,0
Waterkoker	1.725	34,0
Kookplaatje	750	100,0
Espressomachine	1.200	7,0
Mixer	150	0,9
Staafmixer	100	0,6
Blender	150	1,0
Keukenmachine	450	2,7
Citruspers	300	1,8
Sapcentrifuge	300	1,8
Tosti-ijzer	500	3,0
Wafelijzer	500	3,0
Mes	50	0,3
Messenslijper	50	0,3
Snijmachine	300	1,8
Blikopener	30	0,2
Broodbakmachine	1.500	9,0
Broodrooster	750	4,5
IJsmachine	20	0,1
Eierkoker	350	2,1
Dompelaar	350	2,1
Flessenwarmer	350	2,1
Koffiemolen	100	1,0
Fonduepan	500	3,0
Gourmetstel	500	3,0
Steengrill	500	3,0
Rechaud	100	0,6

Bron: BEK, 2000

Elektriciteitsverbruik koel-, vries- en kookapparatuur

TYPE APPARAAT		
KOELVRIESAPPARATUUR		
Koelkast 2-deurs	-	429
Koelkast met vriesvak	-	225
Koelkast zonder vriesvak	-	198
Diepvrieskist/kast	-	350
KOOKAPPARATUUR		
Gietijzeren kookplaten	1.310	512
Keramische kookpl.	1.360	532
Spiraal/halogeon Inductie kookplaten	1.400	547
Solo magnetron	460	35
Combi-magnetron	1.100	96
Elektrische oven in fornuis	1.580	55
Grill (los)	700	21
Bakoven (los)	700	21
Grill/bakoven (los)	700	21
Gasfornuis met gasoven	-	8

Bron: BEK, 2000

Elektriciteitsverbruik verwarming, warm water en reiniging

TYPE APPARAAT		
---------------	--	--

VERWARMING EN WARMWATER		
Elektrische boiler <20 liter	1.000	719
Elektrische boiler >20 liter	1.350	1.903
Elektrische geiser	9.000	549
Centrale verwarming (individueel)	133	271
Elektrische badkachel	600	95
Elektrische straalkachel	250	26
Elektrische ventilatorkachel	600	126
Convactor (elektrische radiator)	600	126
Elektrische vloerverwarming	300	47
Elektrische warmtepompboiler, 270 liter*	2.050	700
REINIGING		
Vaatwasmachine	-	305
Losse centrifuge	300	15
Wasdroger	-	599
Wasmachine	-	231
Strijkijzer	600	24
Strijkmachine	500	20
Stofzuiger	900	54
Kruimeldief	2	15

* 0,55 kW warmtepomp en 1,5 kW elektrische bijverwarming
BronRedenko / Meijer E&M, 2005 (m.b.t. warmtepompboiler)
BEK, 2000 (m.b.t. overige)

Elektriciteitsverbruik persoonlijke verzorging

TYPE APPARAAT		
---------------	--	--

Zonnebank	1.600	32,0
Gezichtsolarium	900	18,0
Föhn	900	11,0
Scheerapparaat	3	0,2
Scheerstopcontact	2	18,0
Elektrische tandenborstel	1	5,0
Krulset/-tang	100	4,0
Whirlpool/jacuzzi	100	21,0
Sauna	2.000	416,0
Ladyshave	3	0,0

Bron: BEK, 2000

Elektriciteitsverbruik hobby en audio/video/communicatie

TYPE APPARAAT		
---------------	--	--

HOBBY		
Gitaar	100	16
Basgitaar	100	16
Ritmebox	100	16
Zanginstallatie	100	16
Aquarium met aquariumpomp	20	175
Fonteinpomp	3	8
Breimache	100	3
Schrijfmachine	40	1
AUDIO/VIDEO/COMMUNICATIE		
VCR/DVD recorder	20	108
TV (eerste toestel)	120	207
TV (tweede toestel)	80	51
TV (derde toestel)	80	25
losse radio	20	23
Tuner	10	12
Versterker	53	64
Cassette-deck	11	11
Platenspeler	50	3
CD-speler/DVD-speler	11	10
Micro-, midi-, full-size installatie	35	52
Computer (+ monitor)	130	135
Printer	35	5
Telefooninstallatie	6	34
Draadloze telefoon	0	26
Satellietontvanger	21	108
Antenneversterker	80	66
Set top box	15	131
Antwoordapparaat	3	26
Fax en/of modem, telefoon + fax	28	76

Bron BEK, 1997, 2000

3 Graaddagen

Keuze weerstation op basis van postcode

POSTCODE	WEERSTATION
1000 - 1099	De Kooy
1100 - 1119	De Bilt
1120 - 1179	De Kooy
1180 - 1439	De Bilt
1440 - 2169	De Kooy
2170 - 2179	De Bilt
2180 - 2199	De Kooy
2200 - 2269	De Bilt
2270 - 2299	Vlissingen
2300 - 2499	De Bilt
2500 - 2699	Vlissingen
2700 - 2979	De Bilt
2980 - 3349	Vlissingen
3350 - 4289	De Bilt
4300 - 4859	Vlissingen
4860 - 4869	Beek
4870 - 4999	Vlissingen
5000 - 5299	Beek
5300 - 5339	De Bilt
5340 - 6619	Beek
6620 - 6999	De Bilt
7000 - 7029	Eelde
7030 - 7049	De Bilt
7050 - 7069	Eelde
7070 - 7079	De Bilt
7080 - 7219	Eelde
7220 - 7229	De Bilt
7230 - 7299	Eelde
7300 - 7399	De Bilt
7400 - 8069	Eelde
8070 - 8099	De Bilt
8100 - 8159	Eelde
8160 - 8259	De Bilt
8260 - 8879	Eelde
8880 - 8899	De Kooy
8900 - 9159	Eelde
9160 - 9169	De Kooy
9170 - 9999	Eelde

Totalen graaddagen (1984 t/m 2006)

JAAR	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
1984	3.145	3.456	3.137	2.874	3.171
1985	3.410	3.649	3.458	3.202	3.432
1986	3.299	3.603	3.368	3.090	3.280
1987	3.312	3.665	3.388	3.083	3.343
1988	2.757	3.081	2.779	2.535	2.773
1989	2.672	2.998	2.626	2.415	2.662
1990	2.638	2.911	2.597	2.375	2.720
1991	3.106	3.374	3.072	2.846	3.114
1992	2.762	2.983	2.719	2.558	2.862
1993	3.014	3.385	3.086	2.712	2.977
1994	2.794	3.108	2.791	2.515	2.708
1995	2.862	3.195	2.861	2.522	2.833
1996	3.451	3.841	3.534	3.182	3.399
1997	2.877	3.187	2.952	2.653	2.852
1998	2.737	3.013	2.761	2.512	2.795
1999	2.618	2.860	2.560	2.353	2.651
2000	2.594	2.820	2.621	2.385	2.549
2001	2.815	3.088	2.765	2.533	2.808
2002	2.684	2.943	2.683	2.409	2.583
2003	2.876	3.108	2.754	2.541	2.780
2004	2.813	3.020	2.691	2.476	2.862
2005	2858	2883	2609	2482	2897
2006	2671	2864	2626	2500	2734
Gemiddeld	2903	3175	2889	2641	2904

Bron: Meteo Consult, HWS, bewerking Meijer E&M 2005, SenterNovem 2007

Totalen graaddagen (1972 t/m 2006)

MAAND	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	470	494	457	439	476
Februari	419	445	420	400	422
Maart	374	403	392	366	368
April	286	309	306	282	281
Mei	163	188	194	169	154
Juni	83	103	104	80	76
Juli	33	52	42	21	33
Augustus	31	48	28	11	31
September	106	128	91	63	105
Oktober	237	259	216	189	232
November	349	371	323	306	358
December	439	464	418	401	445
Totaal	2.990	3.264	2.991	2.726	2.983

Bron: Meteo Consult, HWS, bewerking Meijer E&M, 2007

Graaddagen per maand (1998)

MAAND	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	411	422	401	397	426
Februari	326	335	328	335	338
Maart	324	348	342	315	333
April	258	273	278	261	264
Mei	104	129	136	107	93
Juni	53	73	70	51	44
Juli	30	76	45	7	39
Augustus	50	69	43	15	44
September	75	108	71	42	82
Oktober	250	272	233	209	261
November	430	445	404	371	436
December	417	457	409	392	426
Totaal	2.728	3.007	2.760	2.502	2.786

Bron: Novem, 1998

Graaddagen per maand (2001)

MAAND	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	477	494	464	440	458
Februari	379	413	390	357	376
Maart	405	443	425	378	366
April	292	317	308	290	291
Mei	111	156	163	117	94
Juni	83	122	104	75	77
Juli	20	27	12	3	15
Augustus	13	24	3	0	9
September	129	152	106	89	149
Oktober	106	125	93	84	102
November	326	329	273	277	370
December	469	477	417	418	495
Totaal	2.810	3.079	2.758	2.528	2.802

Bron: Novem, 2001

Graaddagen per maand (1999)

MAAND	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	397	418	395	373	395
Februari	418	442	395	375	434
Maart	331	353	353	324	328
April	242	264	262	242	238
Mei	115	154	145	113	99
Juni	78	97	93	53	67
Juli	6	18	3	0	7
Augustus	26	47	15	3	27
September	22	33	9	0	22
Oktober	229	240	198	187	229
November	339	354	298	301	372
December	410	435	383	377	428
Totaal	2.613	2.855	2.549	2.348	2.646

Bron: Novem, 1999

Graaddagen per maand (2002)

MAAND	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	421	432	409	404	427
Februari	305	329	312	290	309
Maart	334	359	338	313	328
April	260	276	266	249	255
Mei	135	149	160	159	123
Juni	42	45	46	37	33
Juli	24	37	31	16	21
Augustus	0	0	0	0	0
September	108	110	70	55	117
Oktober	265	301	248	194	231
November	322	373	316	271	305
December	468	532	487	421	434
Totaal	2.684	2.843	2.683	2.409	2.583

Bron: Novem, 2002

Graaddagen per maand (2000)

MAAND	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	424	433	400	406	444
Februari	352	368	353	338	357
Maart	347	365	357	333	353
April	238	257	274	252	218
Mei	117	132	137	111	103
Juni	72	99	101	67	51
Juli	62	76	77	50	71
Augustus	17	38	3	0	0
September	40	76	36	9	48
Oktober	207	219	194	171	207
November	306	321	296	286	301
December	401	425	387	364	391
Totaal	2.583	2.809	2.615	2.387	2.544

Bron: Novem, 2000

Graaddagen per maand (2003)

MAAND	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	481	501	453	451	497
Februari	453	494	445	417	453
Maart	331	363	352	323	299
April	235	260	256	233	226
Mei	152	168	161	140	131
Juni	7	26	18	0	0
Juli	26	36	27	18	24
Augustus	13	18	9	6	13
September	117	118	65	37	87
Oktober	327	356	278	254	322
November	300	323	295	277	295
December	434	445	395	385	433
Totaal	2.876	3.108	2.754	2.541	2.780

Bron: Meteo Consult, HWS, bewerking Meijer E&M, 2005

Graaddagen per maand (2004)

JAAR	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	447	469	423	410	470
Februari	382	402	383	362	395
Maart	374	395	377	357	372
April	227	238	236	220	227
Mei	175	186	196	164	163
Juni	66	86	71	37	59
Juli	34	60	32	19	36
Augustus	18	30	12	0	19
September	76	95	57	37	81
Oktober	205	230	193	164	189
November	351	359	307	297	365
December	458	470	404	409	486
Totaal	2.813	3.020	2.691	2.476	2.862

Bron: Meteo Consult, HWS, bewerking Meijer E&M

Graaddagen per maand (2005)

JAAR	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	395	416	376	373	423
Februari	437	454	418	407	458
Maart	363	406	377	352	355
April	251	249	233	232	259
Mei	199	177	175	154	201
Juni	102	72	76	64	91
Juli	41	16	26	26	35
Augustus	82	43	62	62	63
September	88	107	59	44	68
Oktober	134	163	128	92	126
November	331	338	284	279	356
December	435	442	395	397	462
Totaal	2.858	2.883	2.609	2.482	2.897

Bron: Meijer E&M, 2005

Graaddagen per maand (2006)

JAAR	DE BILT	EELDE	DE KOOIJ	VLISSINGEN	BEEK
Januari	513	533	495	468	536
Februari	423	444	414	411	452
Maart	436	479	452	421	438
April	271	299	305	280	268
Mei	115	141	142	147	118
Juni	68	91	93	74	60
Juli	0	3	2	0	0
Augustus	59	66	35	25	68
September	27	36	18	9	27
Oktober	137	147	118	97	123
November	265	274	232	229	270
December	356	351	319	338	374
Totaal	2.671	2.864	2.626	2.500	2.734

Bron: www.kwa.nl, 2007

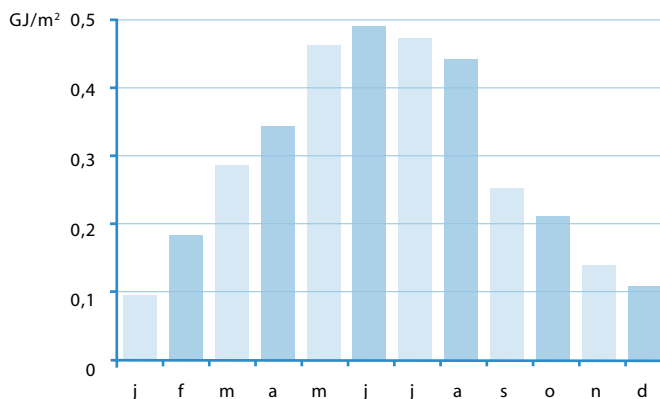
Gemiddelde buitentemperatuur*

PERIODE VAN DE DAG (UUR)	BUITENTEMPERatuur (°C)
00 - 01	4,9
01 - 02	4,7
02 - 03	4,5
03 - 04	4,4
04 - 05	4,3
05 - 06	4,4
06 - 07	4,8
07 - 08	5,6
08 - 09	6,8
09 - 10	8,0
10 - 11	8,8
11 - 12	9,3
12 - 13	9,4
13 - 14	9,3
14 - 15	9,3
15 - 16	69,2
16 - 17	8,8
17 - 18	8,3
18 - 19	7,8
19 - 20	7,1
20 - 21	6,4
21 - 22	5,7
22 - 23	5,1
23 - 24	4,9
Gemiddeld	6,8

* Tijdens het stookseizoen (september tot en met mei), verdeeld over de dag.

Bron: SenterNovem, Verkort referentiejaar ISSO-12, 2005

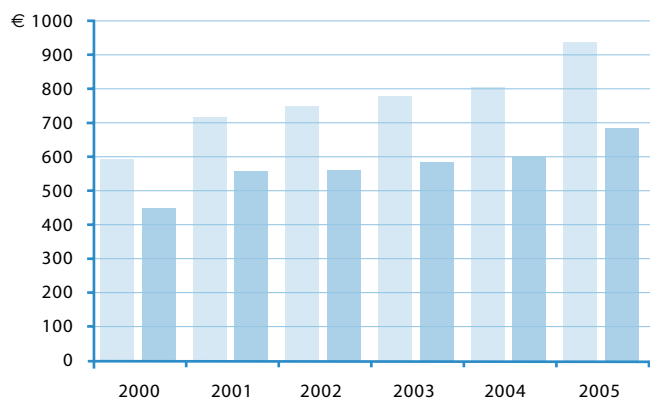
Jaarverloop gemiddelde zinstraling per maand



Bron: DWA 2004

4 Brandstofprijzen

Ontwikkeling totale kosten energie huishoudens (inclusief EB*, BTW en heffingskortingen)



* EB = Energiebelasting

Bron: EnergieNed, bewerkt door SenterNovem, 2005

■ Aardgas
■ Elektriciteit

Prijzen (ct €) aardgas per m³ en elektriciteit per kWh huishoudens

GAS*	LEVERING EN TRANSPORT	EB** EN BTW	TOTAAL
2000	21,54	8,85	30,39
2001	24,89	13,60	38,49
2002	26,84	14,42	41,25
2003	29,39	15,44	44,82
2004	29,47	17,16	46,64
2005	34,21	18,84	53,04

* Uitgaande van een aardgasverbruik van 2.100 m³ per jaar.

** EB = Energiebelasting

ELEKTRICITEIT*	LEVERING EN TRANSPORT	EB**, BTW EN MEP***	TOTAAL
2000	9,42	4,46	13,88
2001	9,64	7,24	16,88
2002	10,12	7,54	17,66
2003	10,13	8,00	18,13
2004	10,79	8,52	19,31
2005	10,17	9,13	19,30

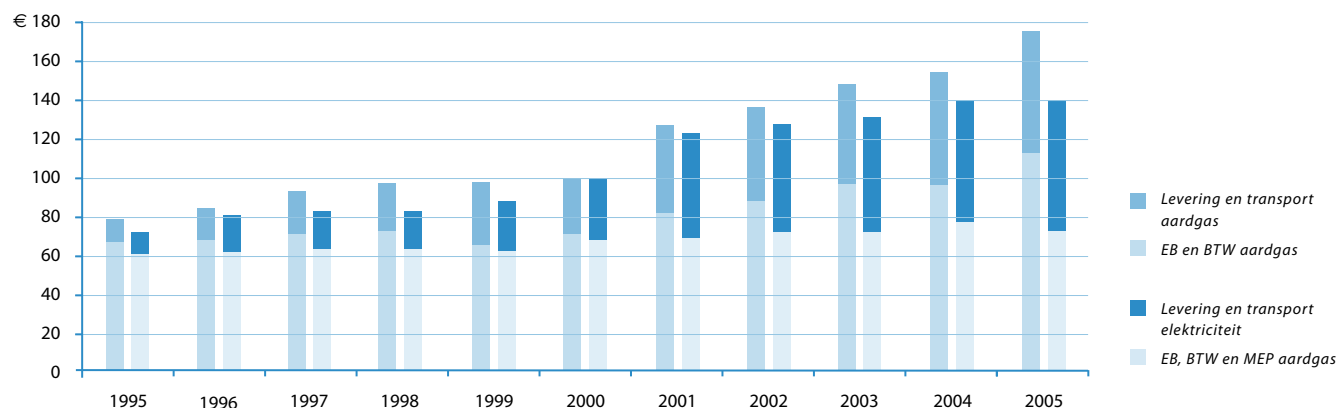
* Uitgaande van een elektriciteitsverbruik van 3000 kWh per jaar.

** EB = Energiebelasting

*** MEP = Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie

Bron: EnergieNed, 2005

Ontwikkeling energieprijzen huishoudens in indexcijfers, 2000 = 100



EB = Energiebelasting

MEP = Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie

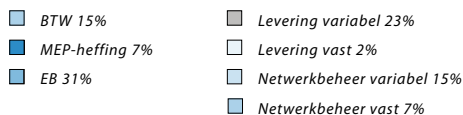
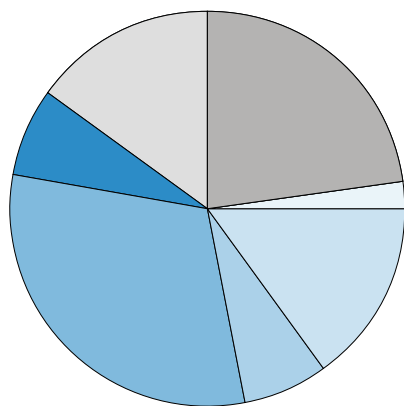
Bron: EnergieNed, 2005

Bijdrage van de componenten aan de totale energiekostenontwikkeling

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ELEKTRICITEIT	Verbruik elektriciteit in kWh	3.230,00	3.255,00	3.275,00	3.296,00	3.346,00	3397,00	3429,00
	Vastrecht per kWh in €	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Tarief per kWh in €	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10
	Heffingen per kWh (incl. rest) in €	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06
	BTW per kWh in €	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	Totaal per kWh in €	0,15	0,17	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22
GAS	Verbruik gas in m ³	1.967,50	1.881,00	1.817,10	1.758,00	1.736,30	1664,00	1.627,00
	Vastrecht per m ³ in €	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07	0,07
	Tarief/m ³ in €	0,19	0,23	0,24	0,26	0,25	0,28	0,39
	Heffing per m ³ (incl. rest) in €	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05
	BTW per m ³ in €	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,11
	Totaal per m ³ in €	0,31	0,38	0,40	0,43	0,44	0,50	0,55
Totaal elektriciteit in €	484,14	552,37	549,36	585,36	633,06	709,59	752,31	
Totaal aardgas in €	618,54	716,02	725,76	754,72	770,51	839,92	887,09	
Totaal kosten in €	1.102,68	1.268,39	1.275,12	1.340,08	1.403,57	1.549,51	1.639,40	
Totaal heffingen in €	200,72	274,28	280,15	294,52	324,95	348,13	359,04	
Totaal BTW in €	164,23	202,52	203,59	211,25	217,87	241,48	282,87	
Totaal vastrecht in €	90,33	91,67	97,31	128,29	151,79	195,84	200,00	
Totaal levering in €	647,39	699,92	694,07	706,03	708,96	778,97	984,75	

Bron: EnergieNed, bewerkt door SenterNovem, 2005

Aandeel van de diverse tariefcomponenten in de elektriciteitsrekening 2005 voor huishoudens



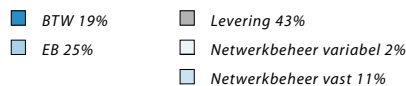
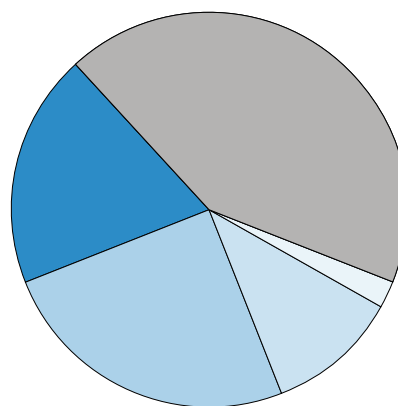
EB = Energiebelasting

MEP = Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie

* Op basis van levering via Nuon/Continuon.

Bron: ECN, 2005

Aandeel van de diverse tariefcomponenten in de aardgasrekening 2005 voor huishoudens



Opmerking: De vaste tariefcomponenten worden niet beïnvloed door de omvang van het verbruik, de variabele componenten wel.

Bron: ECN, 2005

5 Omrekenfactoren brandstoffen

Emissies per eenheid brandstof

BRANDSTOF/KETEL	EENHEID	CO ₂ (KG)	NO _x (G)	SO ₂ (G)	ZUUREENHEID (ZE)
Gas (conventioneel)	m ³	1,780	2,00	0,016	0,04450
Gas (low No _x)	m ³	1,780	0,55	0,016	0,01260
Huisbrandolie	liter	2,700	2,90	6,000	0,25000
Elektriciteit	kWh	0,566	0,15	0,425	0,01648

1 kg No_x/22 zuureenheden; 1 kg SO₂/31 zuureenheden; emissie elektriciteit gebaseerd op het totaal van Nederlandse centrales (SEP).

Bron: Intergas

Omrekenfactoren brandstoffen

BRANDSTOF	EENHEID	AARDGAS EQUIVALENT (M ³)
Elektrische energie (incl. verdiscontering verlies in de centrale)	kW	0,26
Huisbrandolie	liter	1,20
Stookolie	liter	1,30
Steenkool	kilogram	0,93
Vloeibaar propaan	liter	0,73
LPG (wegvervoer)	liter	0,95
Diesel	liter	1,13
Benzine	liter	1,04
Gasvormig waterstof	kilogram	4,00
Droog hout	kilogram	0,48

1 m³ niet-Gronings aardgas - X m³ gas

Factor X = de onderste verbrandingswaarde (MJ/Nm³) van het ingezette

Aardgas gedeeld door 31,65 MJ/Nm³

Bron: EIA regeling 2003, Novem

Voorvoegsels

VEEL- OF DEELVOUD	VOORVOEGSEL	SYMBOOL
1012	tera	T
109	giga	G
106	mega	M
103	kilo	k
102	hecto	h
10	deca	da
10-1	deci	d
10-2	centi	c
10-3	milli	m
10-6	micro	μ
10-9	nano	n
10-12	pico	p
10-15	femto	f
10-18	atto	a

Bron: SenterNovem, 2007

Afgeleide eenheden

Snelheid	v=m/s
Versnelling	a=m/s ²
Kracht	F=m*a 1N=1kg.m/s ² 1kgf=9,81N=9,81 kg.m/s ²
Druk	1 pascal (Pa) = 1 N/m ² = 1 kg/(m.s ²)
Arbeid	Arbeid is kracht x weg = kg.m/s ² *m=kg.m ² /m ² 1J= 1N.m=1kg.m ² /s ²
Vermogen	1W=1J/s=1kg.m ² /s ³ vermogen = arbeid/tijd = (N.m)/s = J/s
Energie	1kcal=4,19*10 ³ J =4,19 kJ 1 kWh = 1000 W.h = 1000.3600 W.s (1 uur = 3600 s) = 1000 * 3600 J/s * s = 3.6000.000 J = 3,6 MJ (megajoule)

Tabel Nederlandse energiedragers en standaard CO₂ Emissiefactoren

HOOFDGROEP	EENHEID	STOOKWAARDE	CO ₂ EMISSIEFACTOR (KG/GJ)
VLOEIBARE FOSSIELE PRIMAIRE BRANDSTOFFEN			
Ruwe aardolie	kg	42,7	73,3
orimulsion	kg	27,5	80,7
Aardgascondensaat	kg	44,0	63,1
vloeibare fossiele secundaire brandstoffen			
Motorbenzine	kg	44,0	72
Kerosine luchtvaart	kg	43,5	71,5
Petroleum	kg	43,1	71,9
Leisteenolie	kg	36,0	73,3
Gas-/dieselolie	kg	41,7	74,3
Zware stookolie	kg	41,0	77,4
LPG	kg	45,2	66,7
Ethaan	kg	45,2	61,6
Nafta's	kg	44,0	73,3
Bitumen	kg	41,9	80,7
Smeerolieën	kg	41,4	73,3
Petroleumcokes	kg	35,2	100,8
Raffinaderij grondstoffen	kg	44,8	73,3
Raffinaderijgas	kg	45,2	66,7
Chemisch restgas	kg	45,2	66,7
Overige oliën	kg	40,2	73,3
VASTE FOSSIELE PRIMAIRE BRANDSTOFFEN			
Antraciet	kg	26,6	98,3
Cokeskolen	kg	28,7	94,0
Cokeskolen (cokeovens)	kg	28,7	95,4
Cokeskolen (Basismetaal)	kg	28,7	89,8
(Overige bitumeuze) steenkool	kg	24,5	94,7
Sub-bitumeuze kool	kg	20,7	96,1
Bruinkool	kg	20,0	101,2
Bitumeuze leisteen	kg	9,4	106,7
Turf	kg	10,8	106,0
VASTE FOSSIELE SECUNDAIRE BRANDSTOFFEN			
Steenkool- en bruinkoolbriketten	kg	23,5	94,6
Cokesoven/gascokes	kg	28,5	111,9
Cokesovengas	MJ	1,0	41,2
Hoogovengas	MJ	1,0	247,4
Oxystaalovengas	MJ	1,0	191,9
Fosforovengas	Nm ³	11,6	149,5
GASVORMIGE FOSSIELE BRANDSTOFFEN			
Aardgas	Nm ³	31,7	56,8
Koolmonoxide	Nm ³	12,6	155,2
Methaan	Nm ³	35,9	54,9
Waterstof	Nm ³	10,8	0,0
Biomassa*			
Biomassa vast	kg	15,1	109,6
Biomassa vloeibaar	kg	39,4	71,2
Biomassa gasvorming	Nm ³	21,8	90,8
RWZI biogas	Nm ³	23,3	84,2
Stortgas	Nm ³	19,5	100,7
Industrieel fermentatiegas	Nm ³	23,3	84,2
ANDERE BRANDSTOFFEN			
Afval (niet biogeen)	kg	34,4	73,6

* Biomassa: waarde CO₂ emissiefactor is voor rapportage voor klimaatverdrag als memo-item: voor emissiehandel en voor kyotoprotocol is de waarde 0

Bron: SenterNovem, 2007

Grootheden

SYMBOOL	NAAM	EENHEID
v	snellheid	m/s (meter per seconde)
m	massa	kg (kilogram)
a	versnelling	m/s ² (meter per seconde in het kwadraat)
F	Kracht	N (Newton)
P	Pa	Pascal
G	Gewicht	N (Newton)
E	Energie	J (Joule)
P	Vermogen	W (Watt)

Bron: SenterNovem, 2007

**Omrekeningstabel voor energie-eenheden:
J - kWh - tep**

1 EJ = 10 ¹⁸ J
1 TWh = 10 ¹² Wh = 10 ⁹ kWh
1 Mj = 0,278 kWh
1 Ej = 278 TWh
1 kWh = 3,6 MJ
1 tep (ton equivalent petroleum) = ± 11600 kWh
1 Mtep = 10 ⁶ tep
1 b (barrel) = 159 liter = 140 kilo = 1700 kWh
1 GB = 0,14 Gt

6 Statistieken

Gemiddeld aardgas en elektriciteitsverbruik woningen 1997 - 2004

JAAR	ELEKTRICITEIT: GEMIDDELD VERBRUIK IN kWh PER WONING/JAAR	AARDGAS: GEMIDDELD VERBRUIK IN M ³ PER WONING/JAAR
1997	3.155	2000
1998	3.200	1910
1999	3.220	1939
2000	3.230	1968
2001	3.255	1881
2002	3.275	1817
2003	3.296	1758
2004	3.346	1736

Bron: EnergieNed, 2005

Ontwikkeling gasverbruik in periode 2000-2004, in m³ per woning

	AFNAME	% VERANDERING T.O.V. 2000
Totaal	-139	-7,0
EIGENDOM		
Huur	-125	-7,2
Koop	-144	-6,7
WONINGTYPE		
Vrijstaand	-128	-4,6
Twee-een-kap	-160	-7,3
Rij-hoek	-169	-7,9
Rij-tussen	-144	-8,0
Flat	-77	-5,6
BOUWPERIODE		
Tot 1945	-118	-5,0
1945 tot 1966	-132	-6,6
1966 tot 1976	-165	-7,3
1976 en later	-136	-7,9

Ontwikkelingen in verwarmingstypen (in %) woningen

		2000	2001	2002	2003	2004
Individuele verwarming	Uitsluitend lokale verwarming	10,3	9,0	8,3	8,2	7,7
	Centrale verwarming	79,2	79,8	80,6	81,0	82,1
Collectieve verwarming	Blok- wijkverwarming	6,7	7,3	6,8	5,6	5,6
	Stadsverwarming	3,2	3,4	3,6	3,6	3,7

Bron: SenterNovem, 2005

Plaatsingsperiode CV woningen

	2000 (%)	2001 (%)	2002 (%)	2003 (%)	2004 (%)
Voor 1980	7	7	7	4	5
1981 t/m 1990	29	27	25	22	17
1991 t/m 1995	0	48	49	37	21
1996 of later	58	15	19	34	50
Weet niet	6	3	1	3	6

Bron: SenterNovem, 2005

Leeftijd bewoners

Stijging van de gemiddelde leeftijd van de bevolking leidt tot een toename van het gemiddelde gasverbruik met 6,6 m³ per jaar per graad (CE, 2003). Hoewel de gemiddelde leeftijd niet sterk verandert, is er in de afgelopen jaren wel sprake van een continue stijging (deze trend blijft in de toekomst bestaan).

Ontwikkeling gemiddelde leeftijd 2000-2005

	GEMIDDELDE LEEFTIJD
2000	38,2
2001	38,3
2002	38,4
2003	38,6
2004	38,7
2005	39,0

Bron: CBS, 2005

Trends in penetratiegraden isolatievormen woningen

	2000 (%)	MUTATIE '00 - '01 (%)	MUTATIE '01 - '02 (%)	MUTATIE '02 - '03 (%)	MUTATIE '03 - '04 (%)	2004 (%)	GEMIDDELDE TOENAME PER JAAR (%)
Glisolatie	69,50	3,50	2,70	1,80	1,40	78,80	2,30
Dakisolatie	63,10	2,10	1,20	1,60	1,70	69,60	1,60
Muurisolatie	50,00	1,90	1,40	1,20	1,20	55,60	1,40
Vloerisolatie	34,30	2,10	2,10	1,40	2,00	41,80	1,90

Bron: SenterNovem, 2005

Elektriciteitsverbruik in kWh voor de jaren 2002, 2003 en 2004 utiliteitsbouw

ELEKTRICITEITSVERBRUIK IN kWh	ZIEKENHUIZEN	VERPLEGING	KANTOREN	ONDERWIJS	WINKELS
Gemiddelde 2002	7.773.365 (16)	440.477 (83)	382.007 (92)	115.125 (172)	47.954 (66)
Gemiddelde 2003	6.145.229 (23)	463.309 (106)	328.209 (120)	116.482 (219)	44.973 (83)
Gemiddelde 2004	7.292.024 (17)	437.134 (71)	439.420 (68)	107.625 (166)	35.646 (74)
Index (2002 = 100)					
2003	73	106	102	102	85
2004	90	101	107	112	81

Bron: SenterNovem, 2005

Gasverbruik in m³ voor de jaren 2002, 2003 en 2004 utiliteitsbouw

GASVERBRUIK IN M ³	ZIEKENHUIZEN	VERPLEGING	KANTOREN	ONDERWIJS	WINKELS
Gemiddelde 2002	961.106 (18)	190.107 (77)	54.427 (68)	32.804 (166)	8.543 (58)
Gemiddelde 2003	824.878 (21)	164.629 (88)	43.770 (90)	35.294 (199)	7.743 (66)
Gemiddelde 2004	658.323 (16)	166.479 (78)	45.519 (81)	30.436 (197)	5.194 (66)
Index (2002 = 100)					
2003	83	88	84	109	80
2004	67	89	83	93	58

Bron: SenterNovem, 2005

Aantal gebouwen naar segment (2005)

SEGMENT	AANTAL GEBOUWEN
Ziekenhuizen	1.300
Verpleging	5.000
Kantoren	60.000
Onderwijs	13.700
Winkels	144.000

Bron: SenterNovem, 2007

Gemiddelde verbruiken naar segment 2006

VERBRUIK IN 2005 (AANTAL RESPONDENTEN)	ZIEKENHUIZEN	VERPLEGING	KANTOREN	ONDERWIJS	WINKELS
Gasverbruik in m ³ per m ²	27 (11)	22 (74)	15 (86)	15 (169)	14 (81)
Elektriciteitsverbruik in kWh/m ²	104 (14)	73 (122)	88 (130)	31 (262)	139 (117)
totaalpr (MJ) per m ²	2075 (8)	1366 (65)	1250 (78)	820 (154)	1938 (65)

Bron: SenterNovem, 2007

Penetratiegraad maatregelen Utiliteitsbouw

	KANTOREN	ONDERWIJS	WINKELS	ZIEKENHUIZEN	VERPLEGING
Dakisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	34	21	31	38	31
Gevelisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	26	16	24	29	16
Vloerisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	16	10	14	14	18
Glasisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	17	7	12	6	6
Isolatiemaatstaf	48	35	38	57	52
Spaarlampen (%)	8	7	11	10	27
Hf-verlichting (%)	11	13	4	30	11
Hf++ -verlichting (%)	8	6	2	3	4
Spiegeloptiekarmaturen (%)	43	44	33	89	49
Daglichtafhankelijke regeling (%) (%)	22	22	20	33	34
Aanwezigheidsdetectie (%)	12	13	12	52	18
Veegschakelingen (%)	11	8	20	48	39
Mechanische koeling (%)	56	14	25	84	33
Met een gemiddeld % van het gebouw dat wordt gekoeld	65	28	53	60	19
Toerentalregeling pompen (%)	25	28	21	94	42
Energiezuinige pompen (%)	28	27	17	75	47
Waterzijdig inregelen (%)	14	11	12	69	33
Warmteterugwinning uit ventilatielucht (%)	18	5	6	81	22
Energiezuinige regeling voor compressoren (%) koelinstallatie	21	4	19	40	15
Toerentalregeling voor ventilatoren in de (%) klimaatinstallatie	29	14	17	58	35
Energiezuinige luchtbevochtiging (%)	12	1	9	19	13
Weersafhankelijke regeling voor het gebouwklimaat (%)	56	62	32	94	78
Zonlichtafhankelijke zonwering (%)	15	7	9	33	20
Energiebesparing vormt vast onderdeel van het bedrijfsbeleid (%)	36	53	51	67	63
Energieverbruik wordt structureel bijgehouden (%)	64	67	58	92	78
% zonnecollectoren (2004)	2	3	2	0	7
% zonnecellen (2004)	0	2	0	0	0
% gebouwen me groene stroom (2004)	26	21	29	19	20
Waarbij het gemiddelde aandeel groen op totaal elektriciteit (%)	89	79	95	.	65
Het gebouw heeft een eigen verwarmingsinstallatie (%)	93	98	86	86	94
Het gebouw heeft een aansluiting op het warmtenet (%)	7	2	1	14	3
Hr-ketels (%)	65	61	67	23	61
Vr-ketels (%)	15	16	11	24	16
Cr-ketels (%)	21	24	22	53	23
% Hr-ketels in nieuw geïnstalleerden	92	65	67	50	100
Elektrische warmtepomp (%)	11	9	10	50	13
Warmte-koude-opslag in de bodem (%)	1	0	0	31	0
Warmtekrachtkoppeling aanwezig (%)	3	3	2	41	18

Bron: SenterNovem, 2005

Relatie tussen energiebesparende - en ziekteverzuim verlagende maatregelen.

GEZONDHEIDSBEVORDERENDE MAATREGEL	BESPARING GAS	BESPARING ELECTRICITEIT	EFFECT OP ZIEKTEVERZUIM	EFFECT OP PRODUCTIE	TVT
GEBOUW					
Goede thermische isolatie van de woonschil	10%				langer dan 10 jaar
Voldoende thermische actieve bouwmassa (thermisch open plafond, voldoende zware borst-wering e.d.) in combinatie met zomernachtventilatie	5%				langer dan 10 jaar
Adequate afmetingen van ramen (niet te groot = oververhittingsrisico; niet te klein = onvoldoende dachtlichttoedreding) en gebruik van zonwerend glas, zonwering	7%				0 - 5 jaar
Adequate daglichttoedreding (zonder hinderlijke bijwerkingen zoals verblinding)	7%			+7%	0 - 5 jaar
Passieve dan wel actieve maatregelen verwarming en koeling om temperaturen te kunnen beheersen		-15%		- 2% per °C boven de 25 °C en onder de 25 °C	onbekend
Passieve maatregelen ipv actieve maatregelen (zonwering ipv koeling)		5%			langer dan 10 jaar
Gebruik van laag-emitterende interieurmaterialen		0%	- 0,5 % pnt	+ 2,5%	0 - 5 jaar
Gebruik van te openen ramen	-2%			+ 2%	0 - 5 jaar
Huisvesting in 1- en 2-persoons kamerkantoren i.p.v. groepsruimten		0%	-0,4 % pnt	+5%	0 - 5 jaar
INSTALLATIES					
Voldoende installatietechnische mogelijkheden voor persoonlijke beïnvloeding (thermostaatknop, lichtknoppen, zonwering)	2%			+4 %	0 - 5 jaar
Gescheiden systeem voor temperatuurbeheersing en voor verse luchttoevoer	3%				langer dan 10 jaar
Gebruik van lage temperatuurverwarming, hoge temperatuurkoeling	6%				langer dan 10 jaar
Gebruik van natuurlijke ventilatie mits gebouwworm dit toestaat	2%				
Voldoende verse luchttoevoer (min. 30 m³/uur bij voorkeur ca 50 m³/uur p.p.)	-3%		- 0,3 % pnt	+ 1,5%	0 - 5 jaar
Aanzuig van verse buitenlucht voor een mechanisch ventilatiesysteem op een zo schoon mogelijke locatie					
Beperkt gebruik van warmteterugwinning waarbij een deel van de retourlucht bij de aanvoer gemengd wordt		-4%			0 - 5 jaar
Vermijding van recirculatie	-4%		- 0,5% pnt	+2,5%	0 - 5 jaar
Vermijding van warmtewielen	-6%	0,2%	- 0,5 % pnt	+2,5%	0 - 5 jaar
Emissie arme en eenvoudig reinigbare ventilatiesystemen		1%			langer dan 10 jaar
Geen of zeer beperkt gebruik van bevochtiging		3%			
Gebruik van vraaggestuurde systemen (bv CO ₂ regeling in vergaderruimten e.d.)	2%	1%			langer dan 10 jaar
Gebruik van indirecte verlichting of hoogfrequente directe verlichting in state of art, beeldschermvriendelijke verlichtingsarmaturen					
Periodiek gebruik van sterk verhoogde verlichtings-niveaus voor bioritme aansturingdoeleinden		-3%			langer dan 10 jaar
Vermijding van het gebruik van risicovolle klimaatsystemen als gevel-units, fancoilunits en VAV systemen (Geluid, verontreiniging, vocht)		2%	- 0,5% pnt	+2,5%	0 - 5 jaar
Vermijden van bevochtiging (m.n. sproei en verdampingsbevochtiging)		5%	- 0,6% pnt		langer dan 10 jaar
Geen grotere copiers en printers of sterk verontreinigende monitoren in werkrumten			- 0,9% pnt	+4,5%	0 - 5 jaar

GEZONDHEIDSBEVORDERENDE MAATREGEL	BESPARING GAS	BESPARING ELECTRICITEIT	EFFECT OP ZIEKTEVERZUIM	EFFECT OP PRODUCTIE	TVT
BEWONERSGEDRAG					
Adequaat gebruik van voorzieningen voor persoonlijke beïnvloeding					onbekend
ONDERHOUD EN BEHEER					
Goede opleveringscontroles en fine tuning van klimaatinstallaties voor ingebruikname	4%	3%			0 - 20 jaar
Adequaat onderhoud van ventilatiesystemen en periodiek hygiënisch onderhoud van luchtbehandelingskasten	2%	2%	- 0,6% pnt	+3%	langer dan 10 jaar
Continu monitoring van de gebouwprestatie middels gebouwbeheersysteem of binnenklimaat klachtenlogboek	2%	2%			langer dan 10 jaar

++ heeft een zeer positief effect op de energieprestatie van het gebouw

-- heeft een zeer negatief effect op de energieprestatie van het gebouw

Het ziekteverzuim is uitgedrukt in procentpunt. Bedraagt het ziekteverzuim bv 6% in een gebouw, dan heeft de maatregel een verlaging van het betreffende genoemde procentpunt op dit percentage.

Opmerking: deze tabel betreft een voorlopige versie om de relatie tussen gezondheid en energieverbruik aan te tonen. De cijfers die hieruit voortvloeien zijn dan ook niet meer dan indicatief.

Bron: SenterNovem 2007, BBA 2006

7 Financieel

In dit hoofdstuk vindt u twee methoden om zelf te bepalen of een maatregel financieel rendabel is.

1. Beoordeling m.b.v. variabele TVT methode

Wanneer te gebruiken:

- Jaarlijkse opbrengsten (cash flow) steeds gelijk
- Een globale uitkomst voldoet

Stap 1: bepaal de levensduur van de investering

Stap 2: berekenen de investering (I) en de cash flow (C) voor één jaar mb.v. tabel B

Stap 3: bereken de terugverdientijd met de formule $TVT = I/C$

Stap 4: bepaal de maximaal acceptabele TVT aan de hand van tabel A

Stap 5: Wanneer de terugverdientijd korter of gelijk is aan de maximale TVT, dan geldt de maatregel als rendabel

Tabel A

LEVENSDUUR (JAREN)	MAXIMAAL ACCEPTABELE TVT (JAREN)
1	0,87
5	3,4
6	3,8
7	4,2
8	4,5
9	4,8
10 of meer	5,0

Tabel B deel1

BESPARING	BESPARING (€)	KOSTEN (€)	TOTAAL (€)
1 Energie			=
Besparing	kWh, m ³ of GJ		
Kosten	€/eenheid		
2 Onderhoud	+	-	=
3 Afval	+	-	=
4 Bediening	+	-	=
5 Extraproductie	+	-	=
6 Overig	+	-	=
7 Resultaat voor belasting			+
8 Belasting = (7+10) x tarief*			-
9 Totale jaarlijkse cash flow			
Alleen bij NCW-methode			
10 Afschrijving			

* Indien belasting tarief onbekend neem 31,5%

Tabel B deel2

INVESTERING	BESPARING (€)	KOSTEN (€)	TOTAAL (€)
1 Aanschaf nieuwe installatie	-	+	=
2 Ontwikkeling	-	+	=
3 Bouw & installatie	-	+	=
4 Subsidie	-	+	=
5 Opbrengst oude installatie	-	+	=
6 Totale investering			
Overige project gegevens			
1 Levensduur installatie		jaar	

2. Beoordeling m.b.v. Netto Contante Waarde

Wanneer te gebruiken:

- Jaarlijkse opbrengsten (cash flow) niet constant
- Wanneer grote nauwkeurigheid is gewenst bijvoorbeeld vanwege grote investering

Stap 1: Bepaal de levensduur van de investering

Stap 2: Berekenen de investering (I) m.b.v. tabel B

Stap 3: Berekenen de cash flow (C) voor ieder jaar m.b.v. tabel B

Stap 4: Bereken de netto contante waarde (NCW). De uitkomst is sterk afhankelijk van de periode en de gehanteerde interne rentevoet (IRV).

In tabel C zijn de factoren neergezet voor een veel gebruikte IRV van 15%. Vul voor alle jaren van de levensduur de cash flow in. De tabel behoeft dus niet helemaal ingevuld te worden. En tel deze waarde op. Dit is de contante waarde (CW).

Stap 5: Trek de investering af van de contante waarde.

Wanneer de uitkomst positief is, dan geldt de maatregel als rendabel

Tabel C

JAAR	CASH FLOW (C) (IN €)	FACTOR (F)	C X F (IN €)
1		0,87	
2		0,76	
3		0,66	
4		0,57	
5		0,50	
6		0,43	
7		0,38	
8		0,33	
9		0,28	
10		0,25	
Contante waarde (CW)			
CW (zie boven)			
Investering (Tabel B)			-
NCW = CW - I			
NCW > 0 dan is project rendabel			

Interne rentevoet van besparingsmaatregelen

TERUGVERDIENTTIJD (JAAR)	IRV (%)
1	100,0
2	49,7
3	32,1
4	22,6
5	16,4
6	12,0
7	9,6
8	8,4
9	7,4
10	6,6

Gebaseerd op:

Interne rentevoet van besparingsmaatregelen in procenten op jaarbasis

Een technische levensduur van 10 jaar

Een maandelijkse cashflow

Een restwaarde van 10% van de investering

De terugverdientijd is gedefinieerd als het quotient van de investering en de jaarlijkse besparing

8 Analyse van techniek warmteopwekking

Ketelvermogen op basis van gebouwinhoud

GEBOUWFUNCTIE	GEMIDDELD SPECIFIEK VERMOGEN (W/M ³)
Verzorgingshuis	50
Kantoren	38
Scholen	60
Verenigingsgebouwen	96
Sportaccommodaties	45
Ziekenhuizen	64
Kerken	48
Zwembaden	80
Energiezuinig gebouw	20 - 30

Gegevens voor conventionele en energiezuinige gebouwen; de spreiding in het specifieke vermogen is groot.

Een energiezuinig gebouw is een optimaal geïsoleerd gebouw met energiezuinige installaties.

Bron: Meijer E&M, 2005

Vollasturen op basis van ketelvermogen

GEBOUWFUNCTIE	VOLLASTUREN (UUR/JAAR)
Verzorgingshuizen	1.300 - 1.900
Ziekenhuizen	1.500 - 2.000
Kantoren	900 - 1.600
Scholen	800 - 1.300
Woningen	1.200 - 1.500
Overige	1.000 - 2.000

Is het aantal vollasturen lager dan het minimum, dan is de installatie waarschijnlijk overgedimensioneerd. Dit leidt tot hoge stilstandsverliezen en een laag gebruiksrendement.

Bron: Meijer E&M, 2005

Gecorrigeerde benuttingsgraad op basis van ketelvermogen

GEBOUWFUNCTIE	BENUTTINGSGRAAD (% VAN STOOKSEIZOEN)		
	VOLLEDIG JAAR	SEPTEMBER T/M MEI	OKTOBER T/M MEI
Verzorgingshuizen	16,8	22,3	25,1
Kantoren	16,6	20,8	23,3
Scholen	10,7	14,2	16,0
Verenigingsgebouwen	13,7	18,4	20,4
Sportzalen	13,7	18,3	20,3
Ziekenhuizen	19,3	25,7	29,0
Kerken	10,7	14,3	15,9
Zwembaden	16,7	22,3	24,8
Overige	16,4	22,2	24,7

Deze benuttingsgraden hebben betrekking op conventionele gebouwen en installaties waarin weinig of geen besparende maatregelen zijn genomen.

De spreiding is in de praktijk zeer hoog. Gegevens op basis van gemiddelde gecorrigeerde benuttingsgraad (bc) bij een stookseizoen van een volledig jaar.

$bc = q \times Hs / (Bs \times ts)$ waarin:

bc = benuttingsgraad

q = aardgasverbruik

Hs = stookwaarde aardgas

Bs = totale nominale belasting ketels

ts = duur stookseizoen

Bron: Meijer E&M, 2005

Richtprijzen verwarmingsketels

TYPE	VERMOGEN (kW)	RICHTPRIJS (EURO)
KLEINE KETELS		
HR zonder warmwatervoorziening	20	1.400
	30	1.600
	40	1.950
	65	2.350
HR met warmwatervoorziening	20	1.550
	30	1.900
VR zonder warmwatervoorziening	24	950
VR met warmwatervoorziening	24	1.100
GROTE KETELS (HR)		
ATMOSFERISCH		
	300	19.000
	360	24.000
	430	27.000
OVERDRUK		
	170	14.000
	285	20.000
	370	23.000
	460	27.000
	575	32.000
	720	36.000
	895	46.000

Prijzen excl. BTW en montage.

Bron: www.nefit.nl 2007, www.agpo.nl 2007, prijslijst Viessmann, 2007

Richtprijzen zonneboilersystemen

CAPACITEIT	ZONNEBOILER (EURO)	ZONNEBOILER MET KETEL (EURO)
COLLECTOR		
Collector 2,75 m ² , 90 liter boiler	1.300	3.500
Collector 4,12 m ² , 140 liter boiler	1.800	3.950
TOEBEHOREN		
Thermostatisch mengventiel	80	
Aanvoer/retourleidingen in isolatiemantel	200	

Prijzen excl montage en excl BTW.

Bron: diverse leveranciers 2007

Richtprijzen cv-boilers

CAPACITEIT	VERMOGEN (kW)	RICHTPRIJS (EURO)
80 liter	30	565
120 liter	30	735

CV boilers bij een VR ketel, prijzen excl. BTW.

Bron: Nefit, 2005

Richtprijzen geisers

TYPE	RICHTPRIJS (EURO)
KEUKENGEISERS	
Zonder rookgasafvoer, met kranen	314
Met rookgasafvoer, met kranen	351
VENTILATORGEISERS	
Kleine badgeiser	834
Grote badgeiser	956
BADGEISERS	
Elektrische ontsteking	603-807
TOEBEHOREN	
Rookgasafvoermateriaal gewoon	180
Rookgasafvoermateriaal ventilatorgeiser	85-270

Prijzen excl. BTW en montage.

Bron: Nefit, 2007

Richtprijzen weersafhankelijke regelaars

WEERSAFHANKELIJKE REGELING*	KOSTEN (EURO)
Digitale weersafhankelijke regeling voor het aansturen van één ketel en een circulatiepomp	263
Digitale weersafhankelijke regeling voor het aansturen van een mengklep en een circulatiepomp	323
Digitale weersafhankelijke regeling voor het in cascade schakelen van 2 ketels en een circulatiepomp	383
Digitale weersafhankelijke regeling voor het regelen van één ketel, radiatoren en een groep vloerverwarming	466

*Incl. wekklok, vakantieprogramma, temperatuuropnamer- en uitlezing, opstookoptimalisering, instelbare stooklijn, montage materiaal.

Prijzen excl. BTW, aansturing en montage.

Bron: www.itho.nl, 2007

Richtprijzen cascaderregelaars

TYPE	KOSTEN (EURO)
Cascaderregelaar 2 cv-ketels, weersafhankelijk	383
Cascaderregelaar 6 cv-ketels, weersafhankelijk, excl bediening	523

Prijzen excl. BTW en opnemers.

Bron: www.itho.nl, 2007

Richtprijzen totale vervanging regelapparatuur van middelgrote verwarmingssystemen*

AANTAL KETELS	AANTAL VERWARMINGSGROEPEN	KOSTEN (EURO)
1	1	990
1	2	1.040
1	3	1.430
1	4	1.510
2 - 6	1	970
2 - 6	2	1.115
2 - 6	3	1.505

* Regelen per ketel 1 keteltransportpomp en per groep een groepspomp.

Incl. wekklok, vakantieprogramma, temperaturopnemer- en uitlezing, opstookoptimalisering, instelbare stooklijn.

Richtprijzen isolatie van appendages

APPENDAGE	LEIDINGDIAMETER, PRIJS (EURO)							
	15 MM	25 MM	32 MM	40 MM	50 MM	65 MM	100 MM	150 MM
Afsluiter	50	65	75	90	100	110	135	180
Driewegafsluiter	75	90	90	110	120	140	170	210
Flens	35	40	40	40	40	50	60	90
Pomp	50	60	65	80	95	110	165	200

Kosten excl. BTW, excl. montage.

Bron: www.thermatras.com, 2007

Richtprijzen van frequentieregelaars

MOTORVERMOGEN (kW)	PRIJS (EURO)
0,5	200 - 300
1,1	300 - 400
2,2	400 - 900
5,5	900 - 1700
11,0	1.200 - 2.100
22,0	2.000 - 3.200
45,0	3.500 - 5.400
55,0	4.200 - 7.200
75,0	6.300 - 8.200
110,0	9.500 - 12.000
130,0	11.000 - 14.000

Prijzen excl. BTW, excl. montage.

Bron: Hiflex, 2004

Waterzijdig vollaastrendement van ketels op onderwaarde

KETELTYPE	CONVENTIONEEL (%)	VR (%)	HR (%)
Atmosferisch, klein	73 - 88	89	
Atmosferisch, groot	84	90	
Met ventilatorbrander	90		
HR 100			100 - 104
HR 104			104 - 107
HR 107			> 107

Bron: Novem, EER

Richtprijzen frequentiegeregelde cv-pomp versus gewone cv-pomp

VERMOGEN (kW)	RICHTPRIJS FREQUENTIEGEREGELDE POMP (EURO)	RICHTPRIJS HANDMATIG INSTELBARE POMP (EURO)
0,1	240	240
0,5	1.200	850
1,0	1.700	980
1,5	2.200	1.200

Bron: Grundfos, 2007

Rendementsverbetering door vervanging van ketels

OUDE KETEL	NIEUWE KETEL, GAS GESTOOKT	MAXIMALE BESPARING (%)
Conventioneel atmosferisch gas	VR atmosferisch	10
Conventioneel atmosferisch gas	HR atmosferisch	18
Conventioneel met ventilatorbrandergas	VR ventilatorbrander	2
Conventioneel met ventilatorbrandergas	HR ventilatorbrander	9
VR atmosferisch gas	HR ventilatorbrander	8
VR met ventilatorbrandergas	HR ventilatorbrander	7
Conventioneel met ventilatorbranderolie	VR ventilatorbrander	2

Bron: Novem

Stilstandverliezen ketels

KETELTYPE	WATERTEMPERATUUR (°C), WARMTEVERLIES (%)	
	80°C	50°C
Conventioneel, atmosferisch, klein	2,8 - 6,1	2,2
Conventioneel, atmosferisch, groot	2,6	1,1
Conventioneel met ventilatorbrander	0,8	0,8
HR (alle typen)	0,8	0,8

Warmteverlies van cv-ketels in % van de nominale belasting op de calorische onderwaarde.

Bron: Novem

Toeslagen voor warmteverliesberekeningen

ONDERDEEL	EQUIVALENTE LENGTE VAN EEN GEÏSOLEERDE LEIDING (M)	
	ONGEÏSOLEERD	GEÏSOLEERD
Flens	3	0,5
Afsluiter	5-7	3,0
	TOESLAG IN % OP TOTALE WARMTEVERLIES	
	7-10	
	5	

Bron: Handboek Installatietechniek (TVVL, ISSO, Novem)

Effect van waterzijdig afsluiten buiten gebruiksuren ketel

KETELTYPE	MAXIMALE BESPARING (%)
Een conventionele ketel	1,5
Twee conventionele ketels	3,4
Een HR ketel	1,4
Twee HR ketels	2,0

Bron: V&V, 1987

Besparingen op elektriciteitsverbruik van pompen in cv-installaties ten opzichte van continu bedrijf

MAATREGEL	MAXIMALE BESPARING (%)
Pomp zomerseizoen uit*	25
Automatische pompschakelaar	57
Automatische pompregeling	70

*Pomp éénmaal per week laten draaien om vastzitten te voorkomen.

Warmteverlies door leidingen

UITWENDIGE LEIDING- DIAMETER (MM)	VERLIES (M ³ /(METER/JAAR))									
	LEIDINGTEMPERATUUR									
	50°C		70°C		80°C		120°C		300°C	
	ON - GEÏSOLEERD	GEÏSOLEERD*	ON - GEÏSOLEERD	GEÏSOLEERD*	ON - GEÏSOLEERD	GEÏSOLEERD*	ON - GEÏSOLEERD	GEÏSOLEERD*	ON - GEÏSOLEERD	GEÏSOLEERD*
10	18	6	30	9	36	11	63	17	228	45
12	21	7	34	10	41	12	73	19	262	49
19	29	9	48	13	58	15	102	24	373	63
25	36	8	59	12	71	14	126	23	462	60
32	43	9	71	14	86	17	152	26	561	69
43	54	11	89	17	107	20	190	31	708	83
50	60	11	99	16	120	19	214	29	798	77
57	67	12	110	17	133	20	236	32	886	84
60	69	12	114	18	138	21	246	33	923	87
76	83	12	137	18	166	21	295	33	1.115	88
88	93	13	153	20	186	23	330	37	1.254	97
108	109	16	179	23	217	27	387	43	1.480	112
159	147	21	242	31	294	36	524	57	2.026	151

Bij een gebruikstijd van 8.760 uur/jaar, een gebruiksrendement van de ketel van 75%, een omgevingstemperatuur van 10°C en een warmtegeleidings-coëfficiënt van 0,035 W/(m.K).

*Bij standaard isolatiedikte

Bron: Novem, 1995

Maatregelen in ketelhuis van scholen

MAATREGEL	BESPARING	
	MIN	MAX
Ketel met hoger rendement	8	20
Cascadeopstelling ketels	2	20
Economiser	5	11
Leidingisolatie		15
Groepenindeling	5	20
Installatiesplitsing	15	50

Bron: V&V, 1987, Novem

Maatregelen kantoorgebouwen door gebouwbeheersysteem

KOSTENSOORT	BESPARING (%)
Beheerskosten	vanaf ca. 5% van de beheerskosten
Onderhoudskosten	ca. 15% van de onderhoudskosten
Energiegebruikskosten	ca. 3% van de energiegebruikskosten

Besparing bij een gemiddeld kantoorgebouw.

Bron: Handboek installatietechniek (TVVL, ISSO, Novem)

Maatregelen besparingen cv-systeem

MAATREGEL	MAXIMALE BESPARING (%)
Pas een elektrisch of gasaangedreven warmtepomp toe	10 - 40
Pas hoogrendement in plaats van conventionele heaters toe	5 - 40
Optimaliseer de brandstof-lucht verhouding van de branders	2 - 4
Vervang de oliegestookte installaties door gasgestookte installaties	5 - 20
Pas een hoog rendement ketel toe	5 - 25
Pas een verbeterd rendement ketel toe	5 - 15
Maak regelmatig de cv-ketels schoon	2 - 4
Zet de reserve-ketel 'koud' en installeer een smoorklep	1 - 3
Pas een weersafhankelijke regeling toe (verwarming)	5 - 10
Pas een ketelvolgordeschakeling toe	1 - 3
Breng een optimaliseringregeling aan (verwarming)	5 - 15
Plaats overwerktimers (verwarming)	2 - 8
Fixeer de stand van thermostatische radiatorventielen	1 - 2
Regel de ketelwatertemperatuur weersafhankelijk	1 - 4
Pas een laagtemperatuur verwarmingssysteem toe	5 - 15
Isoleer de verwarmingsleidingen	2 - 6
Isoleer appendages (verwarming)	2 - 6
Regel de radiatoren waterzijdig in	2 - 6
Verbeter de warmteafgifte van de radiatoren	1 - 2
Pas stralingsverwarming in plaats van luchtverwarming toe	20 - 40
Pas smoorkleppen toe (waterzijdig afsluiten ketel)	1 - 2
Leg de optimale instellingen van regelaars en schakelklokken systematisch vast	2 - 4
Pleeg periodiek onderhoud (verwarming)	2 - 4
Laat minimaal 1x per jaar een rendementsmeting per ketel uitvoeren	1 - 2
Zet de waakvlam uit bij langdurige afwezigheid (verwarming)	1 - 2
Stel de weersafhankelijke regeling goed in (stooklijn,verwarming)	2 - 6
Pas de tijdstellingen regelmatig aan (schakelklok) (bijv. zomer- en wintertijd, vakanties etc) (verwarming)	2 - 8
Stel nacht/weekend-verlaging in (verwarming)	2 - 8
Verlaag de ruimtetemperatuur	5 - 10
Voorkom verwarmen van onbenutte ruimten	1 - 2

Bron: Dutrieux Energiemanagement, Ruinen, 2007

9 Duurzame energie

Duurzame energie uit binnenlandse bronnen en vermeden CO₂-emissies¹⁾

	1990	1995	2000	2003	2004	2005*	2005*
BRON	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	AANDEEL BINNEN DUURZAME ENERGIE (%)
Waterkracht	0,8	0,8	1,2	0,6	0,8	0,7	1
Windenergie	0,5	2,8	6,9	11,1	15,6	17,3	21,8
Zon-fotovoltaïsch	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4
Zon--thermisch	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	0,9
Warmtepompen	-	0,1	0,4	0,7	0,9	1,2	1,5
Warmte-koude opslag	0,0	0,0	0,3	0,7	0,8	0,9	1,1
Afvalverbrandingsinstallaties	6,1	6,1	11,4	11,5	11,2	11,9	15,0
Bij en meestoken biomassa in centrales	-	0,0	1,9	7,1	14,1	29,4	37,1
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1,7	2,0	2,0	1,8	1,7	1,8	2,3
Houtkachels bij huishoudens	6,2	5,3	5,7	5,5	5,5	5,5	6,9
Overige biomassaverbranding	0,6	0,7	2,4	3,1	4,1	4,5	5,7
Stortgas	0,3	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	2,0
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1,9	2,2	2,3	2,3	2,3	2,1	2,7
Overig biogas	0,5	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,6
ENERGIEVORM							
Electriciteitsproductie	6,4	10,8	22,2	31,3	42,2	59,5	75,1
Electriciteitsbesparing	0,0	0,0	0,3	0,6	0,7	0,7	0,9
Warmtproductie	10,8	10,5	13,5	14,9	16,3	17,5	22,0
Gasproductie	1,4	1,9	1,9	1,5	1,7	1,7	2,0
Totaal duurzame energie	18,6	23,1	37,9	48,4	60,9	1,6	100,0
Totaal energieverbruik in Nederland	2.702,0	2.964,0	3.065,0	3.248,0	3.314,0	3.314,0	
Aandeel duurzame energie in de energievoorziening (%)	0,7	0,8	1,2	1,5	1,8	2,4	
Vermeden CO ₂ duurzame energie (kton) ¹⁾	1.148,0	1.470,0	2.504,0	3.428,0	4.389,0	5.851,0	
Totale CO ₂ emissie in Nederland (Mton) ²⁾	158	169,0	169,0	177,0	179,0	175,0	
Vermeden CO ₂ duurzame energie (% totale CO ₂ emissie) ¹⁾²⁾	0,7	0,9	1,5	1,9	2,5	3,3	

1) berekend volgens het protocol Duurzame Energie (senternovem, 2004)

2) berekend volgens de definities van het kuoto protocol. De recente herziening van de CO₂ emissiecijfers ten gevolge van met name een hogere emissiefactor voor aardgas is hierin nog niet meegenomen, omdat deze hogere emissiefactor ook niet is meegenomen in de vermeden CO₂ berekeningen van de duurzame energiestatistiek

3) Verbruiksaldo van het totaal van alle energiedragers uit de Nederlandse Energiehuishouding (NEH)

Bron: CBS 2007: Duurzame energie in Nederland 2005

Binnenlandse duurzame elektriciteitsproductie en elektriciteitsverbruik

BINNENLANDSE DUURZAME ELEKTRICITEITSPRODUCTIE (GWH)						BINNENLANDS ELEKTRICITEITS VERBRUIK ²⁾ (GWH)	PERCENTAGE DUURZAME PRODUCTIE (%)
	WIND	WATER	ZON-PV	BIOMASSA	TOTAAL ¹⁾		
1990	56	85	0	546	687	78.582	0,87
1991	88	104	0	625	817	80.803	1,01
1992	147	120	1	636	904	83.173	1,09
1993	174	92	1	681	948	84.318	1,12
1994	238	100	1	735	1.074	87.067	1,23
1995	317	88	1	765	1.171	89.058	1,32
1996	437	80	2	1.079	1.597	92.259	1,73
1997	475	92	2	1.184	1.753	95.735	1,83
1998	640	112	4	1.298	2.053	99.292	2,07
1999	645	90	5	1.471	2.211	101.508	2,18
2000	829	142	8	1.713	2.692	104.718	2,57
2001	825	117	13	1.951	2.906	107.139	2,71
2002	910	110	17	2.535	3.572	108.306	3,30
2003	1.330	72	31	2.195	3.627	109.777	3,30
2004	1.867	95	33	2.968	4.963	114.667	4,30
2005	2.067	88	34	4.831	7.020	114.293	6,10

¹⁾ De elektriciteitsbesparing door warmte-koudeopslag is niet in dit totaal meegenomen.

²⁾ Inclusief de netverliezen, exclusief het verbruik voor elektriciteitsopwekking (voorlopig cijfer voor 2003).

Bron: CBS 2007

10 Warmtepompen en aquifers

Positieve invloedsfactoren op de rentabiliteit van een warmtepompinstallatie

Gelijkmatige continu aanwezige warmtebehoefte (na besparingsmaatregelen)
Een laag temperatuurniveau
Beschikbaarheid van een warmtebron (grondwater, zon, afvalwater, etc)
Een combinatie met koeling mogelijk
Warmteopslag in de bodem mogelijk

Bron: Novem

Toepassingsmogelijkheden warmtepomp

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN	TEMPERATUUR (°C)
LTS (vloer- of wandverwarming)	30 - 45
Luchtverwarming (ventilatie)	30 - 50
Radiatoren (vergroot)	45 - 55
Warm tapwater	50 - 60
Zwembadwater	30 - 45

Bron: Meijer E&M, 2003

Mogelijke warmtebronnen

WARMTEBRONNEN (IN VOLGORDE VAN BELANG)	TEMPERATUUR (°C)	PER
De bodem (grondwater, heipalen)	5 - 18	1,6
Ventilatie afzuiglucht	10 - 25	1,6
Afvalwarmte uit productieproces	20 - 40	2,6
Oppervlaktewater	0 - 20	1,3
Buitenlucht	0 - 15	1,1
Riool	10 - 30	1,8

PER = nuttige geleverde energie / primaire energie.

De PER van een conventionele cv-ketel is 0,9.

Bron: Meijer E&M, 2003, SenterNovem, 2005

Kentallen van warmtepompen

SOORT WARMTEPOMP	RUIMTEVERWARMING		TAPVERWARMING	
	V _R (H/JR)	COP _R	Q _{WP,T} (GJ/J)	COP _T
Standaard (≤ 10 kW)	1,128	3,95	n.v.t.	n.v.t.
Standaard (> 10 kW)	3,013	3,66	n.v.t.	n.v.t.
Combi (≤ 10 kW)	1,128	3,95	8,940	2,1
Combi (> 10 kW)	3,013	3,66	8,940	2,1
Warmtepompboiler	n.v.t.	n.v.t.	8,940	2,4
Omkeerbaar	3,013	3,00	n.v.t.	n.v.t.
Gasabsorptie (≤ 10 kW)	1.128	1,2	n.v.t.	1,2
Gasabsorptie (> 10 kW)	3,013	1,2	n.v.t.	1,2
warmteterugwinning bij melkkoeling (per melkkoe)			0,5	4,0

In de hier vermelde COP's is de benodigde hulpenergie voor pompen verwerkt.

Bron: TNO-MEP, 2004 en Segers en de Koning, 2006

Indicatieve kostprijs elektrisch aangedreven warmtepompen

THERMISCH VERMOGEN (κW_{TH})	KOSTEN (EURO)	KOSTEN PER κW (EURO/ κW)
COMBI WARMTEPOMPEN (WONINGBOUW) VERWARMEN, KOELEN EN WARM TAPWATER		
3	4.200	1.400
5	4.500	900
9	4.700	520
WARMTEPOMP VOOR GRONDWATER (WATER-WATER)		
3	3.900	1.300
6	4.100	680
11	5.200	470
14	6.150	440
20	7.500	380
25	9.000	360
36	10.200	280
53	14.680	280
70	17.950	260
88	19.670	220
SPLIT WARMTEPOMP (LUCHT/WATER), EXCL. VERDAMPER		
10	6.765	675
15	7.570	500
20	9.000	450
27	10.850	400

Investerings excl. subsidies, excl. BTW

Bron: www.Techneco.nl, 2005

Opwekkingsrendement (COP) elektrische warmtepompen utiliteitsbouw

BRONNEN	TEMPERATUURNIVEAUS WARMTE-AFGIFTE		
	ZEER LAGE TEMPERATUUR*	LAGE TEMPERATUUR	MIDDEN TEMPERATUUR
Buitenlucht/bodem	3,4	3,1	2,8
Oppervlaktewater	4,1	3,7	3,3
Grondwater/aquifer	4,7	4,2	3,6
Retour-/afvallucht	6,1	5,1	4,4

* Vloer- en wandverwarming

Bron: NEN 2916

Indicatieve kostprijs bronsystemen

	INDICATIEVE KOSTPRIJS (EURO/ κW)			
	100 κW	500 κW	750 κW	1.500 κW
Ventilatielucht	350	320	300	300
Bodemopslag/aquifer	900	400	400	300
Grondwater	850	350	350	300
Oppervlaktewater	400	400	400	400
Bodemcollector	500	500		
Buitenlucht (mechanisch)	350	320		

Bron: SenterNovem, 2005

Eigenschappen aquifers

Grondwater 12°C, na gebruik voor koeling 18°C, na gebruik voor verwarming 5°C. In geheel Nederland toepasbaar (behalve in of nabij waterwingebieden).

Toepasbaar vanaf 100 kW (peildatum voorjaar 2003), utiliteitsgebouwen vanaf 100-150 kW koelvermogen, bij woningbouw (dus vooral voor verwarming) dienen minstens 100 wooneenheden aangesloten worden.

Voor systemen met meer dan 10 m³ per uur is een vergunning in het kader van de grondwaterwet nodig, waarvan het verkrijgen minimaal 6 maanden in beslag neemt.

Kosten bij uitsluitend koeling: €150,- tot €350,- per kW koelvermogen of 0,1 m³ brondebiet (kostprijs incl. warmtewisselaar, regeling, vergunningaanvraag, etc).

Bron: Novem, 2003

Systemen bodemgebruik als energiebron en -buffer

SYSTEEMTYPE	OMSCHRIJVING
Open systeem	Oppompen grondwater, na opwarmen of afkoelen grondwater wordt het teruggebracht in de bodem.
Semi-open systeem	Oppompen grondwater, na opwarmen of afkoelen grondwater wordt het via een boorgat teruggebracht in de bodem.
Horizontale bodemwarmtewisselaar	Circulatie van circuitwater door horizontale leidingen op 1 tot 5 meter diep.
Verticale bodemwarmtewisselaar	Circulatie van circuitwater door verticale leidingen tot 50 tot 200 meter diep.
Energiepalen	Heipalen of andere funderingselementen met ingeïntegreerde warmtewisselaar.
Directe expansie	De verdampers is niet in de warmtepomp, maar in de bodem ingebracht.

Bron: SenterNovem, 2003

Uitgangspunten voor een verticale bodemwarmtewisselaar

Op economische wijze leveren van warmte
Geen grote overdimensionering
Lange levensduur (ca 50 jaar)
Lage milieubelasting
Lage gebruiks- en onderhoudskosten

Bron: SenterNovem, 2003

Aandachtspunten ontwerp bodemwarmtewisselaar

LOCATIE INFORMATIE
Kadastrale gegevens, beschikbaar oppervlak, positie technische ruimte, geveldoorvoer tbv horizontaal leidingwerk, bouwtekeningen.
Bestemmingsplan voor het in beslag te nemen bodem oppervlak.
Beschikbare vrije ruimte, aanwezigheid werkwater/elektriciteit, ondergrondse infrastructuur.
Bodemopbouw, grondwater- en grondkwaliteit, verontreinigingen, gebiedspecifieke bodembeschrijving, aanwezigheid boringsvrije zone of waterwinning.
Toegankelijkheid: openingstijden, bereikbaarheid.
PROJECT INFORMATIE
Noodzakelijke vergunningen.
Startdatum, vaststellen aantal werkbare dagen.
Inventarisatie ARBO regelgeving, verzekeringen, contractvorm, bestek voor het werk, ISO certificatie, garantiebepalingen, onderaanneming.
Inventarisatie beschikbare milieukundige en geotechnische onderzoeken.
Goede communicatie tussen adviseurs en installateurs.
ENERGIEPROFIEL GEBOUW/INRICHTING
Vaststellen energievraag, minimaal op maandbasis.
Vaststellen energievraag, als functie van de buitentemperatuur.
Vaststellen van de pieklast verwarming en koeling, vermogen en duur.
Vaststellen aantal draaiuren warmtepomp.
WARMTEPOMP
Vermogen en COP bij verschillende brontemperaturen.
Debiet door de warmtepomp.
Vermogen, debiet, maximaal toelaatbaar opvoerhoogteverlies van de bronpomp.
Voorkomen geluidsoverlast en trillingen.
GEOLOGIE, GEOHYDROLOGIE, GEOCHEMIE, THERMISCHE BODEMEIGENSCHAPPEN
Lokale en regionale bodemopbouw en geohydrologie (doorlatendheid, porositeit, stijghoogte, verhang, geschatte grondwaterstroming, freatisch niveau). Minimaal o.b.v. Grondwaterkaart van Nederland, NITG, RGD.
Gegevens sonderingen: weerstand en kleef.
Grondwaterkwaliteit, aanwezigheid en diepte zoet/zout grensvlak, concentratie methaan, EC, pH.
Aanwezige kwel, inzijging.
Temperatuur, warmtegeleidingscoëfficiënt, warmtecapaciteit, geothermische gradiënt.
TECHNIEKEN INBRENGEN WISSELAARS
Keuze inbrengtechniek, diepte, afstand tussen individuele wisselaars.
Diameter, afwerking (afvulling, kleistoppen) van geboorde of gedrukte gaten.
Beheersing van het proces (incl. verwerking mogelijk vrijkomende boorspoeling/grond).
Gewicht en afmetingen te gebruiken materieel.
WARMTEWISSELAAR
Materiaal (MDPE/HDPE/Polybutheen), drukklasse, dimensies.
Type: concentrisch / U-lus (enkel - dubbel) / anders, afstandhouders.
Horizontale leidingen materiaal en appendages, lastechniek, apparatuur.
Verdelers/verzamelaars.
OPLEVERING
Mechanische sterktetest en druktest van het systeem.
Voorspoelen en vullen.
Beschrijving en documentatie van het systeem (o.a. locatie wisselaars en leidingwerk).
Overdrachtsformulier.
Inregelen installatie.
Gebruiksaanwijzingen en handleiding voor technisch beheerder.
NAZORG
Samenstelling antivries.
Bij het oplossen van klachten en storingen ook aandacht voor energieprestaties. Monitoring en optimalisatie van het systeem.
“Voorraadbeheer” indien warmteopslag plaats vindt.

Bron: SenterNovem, 2003 en 2005

Keuze bron t.b.v. warmtepompsysteem per marktsegment

SEGMENT		1 ^e CONCEPTKEUZE	ALTERNATIEF
Bijeenkomstgebouw	Café/restaurant	Bodem/buitenlucht	
	Buurtcentrum	Bodem/buitenlucht	
	Museum	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
	Theater	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
Cellengebouw	Gevangenis	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
Gezondheidszorg-niet klinisch	Groepspraktijk	Retour/afvallucht	Bodem/buitenlucht
Gezondheidszorg-klinisch	Verpleegtehuis	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
	Ziekenhuis	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
Kantoor	Klein	Retour/afvallucht	Bodem/buitenlucht
	Middel	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
	Groot	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
Logies	Hotel	Bodem/buitenlucht	
Onderwijs	Basisschool	Bodem/buitenlucht	
	VO-school	Bodem/buitenlucht	
	HBO	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht
Sport	Gymnastiekgebouw	Bodem/buitenlucht	
	Tenniszaal	Bodem/buitenlucht	
	Sporthal	Bodem/buitenlucht	
	Zwembad	Retour/afvallucht	
Winkel	Kleine winkel	Retour/afvallucht	
	Supermarkt	Bodem/buitenlucht	Bodem/buitenlucht
	Warenhuis	Grondwater/aquifer	Bodem/buitenlucht

Bron: SenterNovem, 2005

11 WKK

Eigenschappen van een viertal warmtekrachtinstallaties

GROOTHEID	INGAAND VERMOGEN* (kW)	AARDGAS-VERBRUIK** (M ³ /H)	ELEKTRISCH VERMOGEN (kW)	THERMISCH VERMOGEN (kW)	ELEKTRISCH RENDEMENT (%)	THERMISCH RENDEMENT (%)
Voorbeeld 1 - gasmotor	20	2	5,5	13	28	63
Voorbeeld 2 - gasturbine	65	7	20	39	30	59
Voorbeeld 3 - gasmotor	115	12	30	63	26	59
Voorbeeld 4 - gasmotor	470	48	165	280	35	51
Voorbeeld 5 - gasmotor	2600	300	1065	1380	41	53
Voorbeeld micro WKK	5	0,5	1	4	20	80

*Op calorische bovenwaarde

**Bij 0°C en 1.013 mbar

Bron: COGEN Projects, 2005

Prijsindicaties van warmtekracht installaties

VERMOGEN (kW _E)	PRIJSINDICATIE (EURO)	PRIJSINDICATIE (EURO/kW _E)
5,5	15.000	2.730
20	32.000	1.600
60	88.000	1.470
100	100.000	1.000
200	140.000	700
250	160.000	640
400	180.000	450
800	270.000	340
1.000	320.000	320
2.000	630.000	320

Systeem, bestaande uit geïnstalleerde gasmotor en generator op aardgas, netparallel gekoppeld.

Bron: COGEN Projects, 2005

Keuzecriteria WKK

CRITERIA
Alle opgewekte warmte dient nuttig gebruikt te kunnen worden.
De opgewekte elektriciteit dient zoveel mogelijk voor eigen gebruik aangewend te worden.
Afhankelijk van inkoopkosten gas en tarieven elektriciteit (vermeden inkoop en/of levering aan het net)
De beschikbaarheid van biogas kan een positieve factor zijn.
Door koppeling met een absorptiekoelmachine kan ook 's zomer warmte worden gebruikt.

Bron: COGEN Projects, Meijer E&M, 2005

12 Zon

Rendement zonne-energie systeem, oriëntatie en hellingshoek

ORIËNTIE	HELLINGSHOEK (GRADEN)/RENDEMENT* (%)	
		45

STOOKSEIZOEN: 15 SEPTEMBER TOT 15 MEI		
Z	121	100 (430 kWh/m ² ,jaar)
O,W	86	63
N	60	40
Horizontaal		98
22 MAART		
Z		100 (4,4 kWh/m ²)
ZO,ZW		86
O,W		56
NO,NW		26
N		17
Horizontaal		85
23 JULI		
Z		100 (3,1 kWh/m ²)
ZO,ZW		116
O,W		110
NO,NW		73
N		43
Horizontaal		20

* Uitgaande van verticale plaatsing op het zuiden.

Bron: Handboek Energie en Milieu, Samson bedrijfsinformatie, 1998

Gemiddelde opbrengst zonnecollectoren

TOEPASSINGSGBIED	RENDEMENT INSTALLATIE	GEM. OPBRENGST (MJ/M ² /JAAR)	OPBRENGST (TJ)	BESPARING AE- (M ³ /M ²)
Agrarische bedrijven	0,26	1.151	5	36,4
Combi tapwater en ruimteverwarming	0,28	1.240	11	39,2
Overige bedrijven	0,26	1.151	10	36,4
Zonneboilers	0,28	1.240	56	39,2
Zwembaden	0,28	672	58	21,2

* Verhouding tussen de benutte warmte en de hoeveelheid ingestraald, situatie 1995.

** Voor het berekenen van de besparing is verondersteld dat ca. 85% van de beschikbare warmte nuttig binnen het systeem wordt gebruikt. Voor een precieze berekening moet worden uitgegaan van relevante referentiecijfers.

Bron: CBS, Ecofys, Handboek Energie en Milieu, Samson bedrijfsinformatie, 1998

Globale kostprijs thermische zonnepanelen

TOEPASSING	OPPERVLAK (M ²)	KOSTEN (EURO)	KOSTEN (EURO/M ²)
Woning, tapwater	2,8 - 4,2	1.400 tot 2.300	750
Woning, tapwater + verwarming	2,8 - 4,2	3.500 tot 4.200	1.000
Agrarische sector (bloembollendrogen)	250	50.000 tot 80.000	275
Ziekenhuis	400	80.000 tot 120.000	250
Zwembad binnen	200 - 400	45.000 tot 70.000	200

Investerings excl. installatie, excl. subsidies en excl. BTW.

Bron: www.atag.nl, www.heliomax.com, 2005

Warmteproducties (MJ/m²/jr) van overige actieve thermische zonne-energiesystemen

TYPE COLLECTOR	AFGEDEKT		ONAFGEDEKT		ZONNELAMELLEN
	> 6M ²	> 6M ²	>100M ²	<100M ²	
TOEPASSING	> 6M ²	> 6M ²	>100M ²	<100M ²	ZONNELAMELLEN
Zwembadverwarming	1.500		900	600	600
Droogprocessen	511	650			
Ruimteverwarming	540	650			
Tapwaterverwarming	1.500				
Tapwater- en ruimteverwarming	540	650			

Bron: SenterNovem, 2006

Extra eigen energieverbruik kWh/m²/jr) van overige actieve thermische zonne-energiesystemen ten opzichte van conventionele systemen

TYPE COLLECTOR	AFGEDEKT		ONAFGEDEKT		ZONNELAMELLEN
	> 6M ²	> 6M ²	>100M ²	<100M ²	
TOEPASSING	> 6M ²	> 6M ²	>100M ²	<100M ²	ZONNELAMELLEN
Zwembadverwarming	5		5	5	0
Droogprocessen	0	0			
Ruimteverwarming	5	5			
Tapwaterverwarming	5				
Tapwater- en ruimteverwarming	5	5			

Bron: SenterNovem, 2006

Opwekkingsrendementen (% op onderwaarde) van de referentietechnologieën voor overige actieve thermische zonne-energiesystemen, per toepassing en per type collector

TYPE COLLECTOR	AFGEDEKT		ONAFGEDEKT		ZONNELAMELLEN
	> 6M ²	> 6M ²	>100M ²	<100M ²	
TOEPASSING	> 6M ²	> 6M ²	>100M ²	<100M ²	ZONNELAMELLEN
Zwembadverwarming	90		90	95	95
Droogprocessen	90	90			
Overig	90				
Ruimteverwarming	95	95			
Tapwaterverwarming	65				
Tapwater- en ruimteverwarming	65	65			

Bron: SenterNovem, 2006

Zontoetredingsfactoren voor zonwering

ZONWERING	ZONTOETREDINGS- FACTOR (ZTA)
Enkele beglazing	0,8
Dubbele beglazing	0,7
Dubbel glas en zonabsorberend	0,4
Dubbel glas en zonreflecterend	< 0,8
Dubbel glas en binnenzonwering	0,5
Dubbel glas en buitenzonwering	0,1

Bron: ISSO-2

Soorten PV-systemen

SOORT	AFKORTING	RENDEMENT (%)	MAXIMAAL VERMOGEN (Wp/M ²)	OPBRENGST* PER JAAR (kWh/M ²)	KOSTEN (EURO/Wp)
Monokristallijn silicium	mc-Si	13 - 16	125 - 160	100 - 125	4,5 - 6
Multikristallijn silicium	p-Si	12 - 15	110 - 140	95 - 120	4,5 - 6
Amorf silicium	a-Si	6 - 8	60 - 80	45 - 60	4,5 - 6
Koper-indium-diselenide	CIS/CIQS	8 - 9	80 - 90	60 - 70	
Cadmium-telluride	CdTe	7 - 8	70 - 80	55 - 60	

* Bij optimaal georiënteerde systemen: Zuid-gericht, hellingshoek 36°C).

Een Wattpiek is gedefinieerd als het elektrisch vermogen dat een zonnecel levert bij standaardtestcondities (STC): een instraling van 1.000 W/m² (een stralend blauwe hemel in juni) en een celtemperatuur van 25°C. Onder deze omstandigheden levert een zonnecel van 1 Wp een vermogen van 1 Watt.

Bron: Ecofys, SenterNovem, 2005

13 Wind

Criteria voor plaatsing van een windturbine

Potentiële windsnelheid groter dan 6,1 m/s
 Plaatsing 8 meter boven omliggende opstakels in een straal van 100 meter ivm turbulentie

Terugverdientijd van 5 jaar is acceptabel.

Bron: Wind Service Holland, 1999, IndiEco, 2005

Gegevens van enkele windturbines

DIAMETER (M)	MAX. VERMOGEN (kW)	INVESTERING (€)	VERWACHTE OPBRENGST (kWh/JAAR)	GEM. AANTAL DRAAI-DRAAIUREN PER JAAR
18	80	85.000	200.000	2.500
30	250	200.000	600.000	2.400
40	500	375.000	1.100.000	2.200
55	1.000	850.000	2.000.000	2.000
80	2.000		4.400.000	2.200

Prijzen incl. eenvoudige fundering en plaatsing, excl. BTW, excl. 10 kV trafo (5 à 10% extra), excl. netkabel (€ 50 tot € 100.- per meter).

Op een goede locatie levert een gemiddelde turbine jaarlijks een elektriciteitsopbrengst van minimaal 850 kilowattuur per vierkante meter rotoroppervlak.

Bron: Gerealiseerde projecten 1995-2002

Kleinschalige windturbines

		MAX. VERMOGEN (kW)	DIAMETER (M)	ASHOOGTE (M)	INVESTERING (€)	VERWACHTE OPBRENGST (kWh/JAAR)
HORIZONTALE AS	Rotorbladen	1,4	3	12	5.500	650 - 3.000
		2,0	5	6 of 12 [*]	9.000	
		5,8	5	18	12.000	5.000 - 16.000
		10,0	7	v.a. 18	25.000	10.000 - 35.000
	Open spiraalbladen	4,0	1	15 ^{**}	18.000	7.500
		12,0	2	24 ^{**}	38.000	20.000

		MAX. VERMOGEN (kW)	DIAMETER (M)	ASHOOGTE (M)	INVESTERING (€)	VERWACHTE OPBRENGST (kWh/JAAR)
VERTICALE AS	Gesloten spiraalbladen	0,11	0,35	1	1.625	60
		0,11	0,30	1 ^{***}	2.330	120
		0,24	1,00	4 ^{***}	16.650	1.700
	Open spiraalbladen	2,00	3,00	3,2	n.b.	2.500 - 3.500
		2,50	2,00	8,0	10.500	5.000

*6 (m) boven een gebouw of een mast van 12 (m) op de grond

**Lengte van de as

***Exclusief mast

14 Biomassa

Calorische waarden en prijzen van soorten biomassa en overige reststromen

SOORT	STOOK- WAARDE GJ/TON	MARKTPRIJS	
		EURO/TON	EURO/GJ
Houtpellets (geperste houtbrok) gecertificeerd	18,5	150	8,11
Houtpellets (geperste houtbrok) industrieel	18,5	130	7,03
Zonnebloem- schrootpellets	18,0	7,7	0,43
Hout uit fruitsector en boomkwekerij (40% vocht)	10,2	1,5	0,15
Bosbouwbijproducten (40% vocht)	10,2	2	0,20
Schoon resthout (incl. bast), vers (40 % vocht)	15,6	1,5	0,10
Koolzaad (zaad) pellets	18,0	160	8,89
Koolzaadstro	13,6	100	7,35
Stro (granen)	13,3	100	7,52
Hennep en vlas	11,3	80	7,08
Hooi van graszaden	14,5	64	4,41
Olifantsgras (Miscanthus)	15,0	72	4,80

Het rendement van kleinschalige biomassaketels varieert tussen 85% en 95%.

Bron: IndiEco, 2007

Kosten voorbewerking biomassa

VOORBEWERKINGSSTAP	KOSTEN (INCL. ENERGIE) EURO/TON
Hakselen, chippen, shredderen	10
Malen	20
Verpoederen	45
Scheiden door windziften, zeven	15
Pelleteren, briketteren	35
Fysisch ontwateren (tot 25% vocht)	5
Thermisch drogen (hout van 50% naar 15% vocht)	10
Thermisch drogen (mest, slib van 75% naar 15% vocht)	45

Bron: SenterNovem, 2007

Investerings en terugverdiertijden biomassagestookte cv-installatie op houtpellets (geperste houtbrok)

NOMINAAL VERMOGEN IN (kW)	KETEL-INVESTERING (€)	INSTALLATIE-KOSTEN (€)	BRANDSTOF-OPSLAG (€)	VERBRUIK IN TON BIOMASSA PER JAAR	TVT
30	4.600	1.750	2.000	16	5,0
46	5.000	1.750	2.000	25	3,4
70	5.500	2.500	3.000	38	2,9
93	6.000	2.500	3.000	50	2,2
115	6.500	2.500	3.000	62	1,9
151	11.000	7.500	5.000	82	2,8
209	12.000	7.500	5.000	113	2,1
267	17.500	10.000	5.000	144	2,2
349	20.500	10.000	5.000	189	1,8
465	25.000	12.500	5.000	251	1,7
581	29.000	12.500	5.000	313	1,4
756	33.000	15.000	5.000	408	1,3
930	39.000	15.000	5.000	502	1,1
1105	45.000	15.000	5.000	596	1,1

Uitgaande van een gasprijs van 45 eurocent en een pelletprijs van 15 cent per kilo.

1 m³ aardgas komt overeen met 1,8 kilo pellets.

Uitgaande van 3.000 branduren per jaar.

Bron: IndiEco, 2007

Investerings en terugverdiertijden biomassagestookte cv-installatie op houtsnippers

KM NOMINAAL	KETEL-INVESTERING (€)	INSTALLATIE-KOSTEN (€)	BRANDSTOF-OPSLAG (€)	VERBRUIK IN TON BIOMASSA PER JAAR	TVT
46	8.700	1.750	10.000	35	2,8
70	9.500	2.500	10.000	52	2,0
93	10.100	2.500	10.000	70	1,5
115	10.800	2.500	10.000	86	1,2
151	14.500	7.500	15.000	113	1,7
209	17.500	7.500	15.000	157	1,2
267	19.700	10.000	15.000	200	1,0
349	24.200	10.000	15.000	261	0,8
465	28.200	12.500	15.000	349	0,7
581	32.700	12.500	15.000	435	0,5
756	37.500	15.000	15.000	567	0,4
930	43.000	15.000	15.000	698	0,4
1105	49.000	15.000	15.000	828	0,3

Uitgaande van een gasprijs van 45 eurocent en een houtsnipperprijs van 4 cent per kilo.

De houtsnippers hebben een droge stofgehalte van 85%.

Uitgaande van 3.000 branduren per jaar.

Bron: IndiEco, 2007

Investeringsen en terugverdiëntijden biomassagestookte luchtverhitter op houtpellets (geperste houtbrok)

NOMINAAL VERMOGEN IN kW	KETEL- INVESTERING (€)	INSTALLATIE- KOSTEN (€)	BRANDSTOF- OPSLAG (€)	VERBRUIK IN TON BIOMASSA PER JAAR	TVT
47	5.100	1.500	2.000	17	5,0
69	6.000	1.500	2.000	25	3,8
93	7.000	1.500	3.000	33	3,4
151	10.000	2.000	3.000	54	2,7
209	12.000	2.000	5.000	75	2,5
267	15.000	2.000	5.000	96	2,6

Uitgaande van een gasprijs van 45 eurocent en een pelletprijs van 115 cent per kilo.

1 m³ aardgas komt overeen met 1,8 kilo pellets.

Uitgaande van 2.000 branduren per jaar.

Bron: IndiEco, 2007

15 Verlichting

Voorbeelden

Opslagruimte, parkeergarage
Gang, trappenhuis
Constructiewerk, smederij, magazijn
Kantoor, leslokaal
Tekenkamer, fijn montagewerk
Precisiewerk, kadastraal tekenen, fijn inspectie-werk
Microminiaturisatie, operatietafel

Advies verlichtingssterktes

ACTIVITEIT/ RUIMTE	GOEDE VERLICHTING (LUX)	ZEER GOEDE VERLICHTING (LUX)
KANTOREN		
Tekenkamer	1.000	2.000
Kantoorlokaal	500	1.000
Archief, trap, gang	150	250
Wachtkamer	150	250
SCHOLEN		
Leslokalen	250	500
Tekenzalen	500	1.000
Naaileslokalen	500	1.000
INDUSTRIE		
Horloges maken, graveren	2.500	5.000
Fijn montagewerk, fijndraaien, polijsten	1.000	2.000
Boren, grofdraaien, gewoon montagewerk	500	1.000
Smeden, walsen	250	500
WINKELS		
Grote verkoopruimtes en showrooms	500	1.000
Kleine verkoopruimtes	250	500
Grote etalages	1.000	2.000
Kleine etalages	500	1.000
Kerken	125	250
WOONHUIZEN		
WOONKAMERS		
Verlichting werkvlak	500	1.000
Algemene verlichting	50	100
Sfeerverlichting	50	100
KEUKENS		
Verlichting werkvlak	250	500
Algemene verlichting	125	250
Slaapkamers, badkamers, toiletten	250	500
Gangen, trappen, zolders, kelders	125	250
Bergruimtes, garage	250	500
DECORATIEVE GEVELAANLICHTING		
Lichte steen, witte marmer	15	35
Grijze, gele of lichtbruine steen, cement	25	55
Rode baksteen, beton	40	80
Donkerbruine baksteen, donker graniet	60	110
Aluminium	70	130

*Afhankelijk van de helderheid van de directe omgeving. Bij vervuilde oppervlakken moet soms een 2 tot 3 keer zo hoge waarde worden aangehouden.

Bron: Philips

Eigenschappen lichtbronnen

CATEGORIE LAMPEN	SYSTEEM RENDEMENT (IM/W)	LEVENSDUUR (UUR) TOT 5% UITVAL	EIGENSCHAPPEN	TOEPASSINGSGEBIED
TEMPERATUURSTRALERS				
Gloeilampen	8 - 15	1.000 - 3.000	Zeer laag rendement. Lage investeringskosten, hoge exploitatiekosten. Dimmen mogelijk. Reflectorlampen voor gebundeld licht. Hoogst mogelijke kleurweergave.	Voor algemene, plaatselijke, sfeer- en accentverlichting. Niet geschikt voor hoge verlichtingsniveau.
HALOGEENLAMPEN				
Laag-volt	12 - 25	2.000 - 5.000	Zeer kleine lampen waarmee zeer gericht licht kan worden verkregen. Extra verliezen in de transformator. Hoogst mogelijke kleurweergave.	Zeer geschikt voor accentverlichting.
Hoog-volt	12 - 25	4.000 - 10.000	Iets hoger rendement dan gloeilampen. Licht witter van kleur.	Met name geschikt voor het aanstralen van hele vlakken (floodlighting).
GASONTLADINGSLAMPEN				
FLUORESCENTIELAMPEN				
Langwerpige fluorescentielampen	47 - 104	6.000 - 40.000	Bij toepassing van elektronische voorschakelapparaten het hoogste rendement. Veel variëteit. Lage exploitatiekosten. Kleurweergave variërend matig tot hoog.	Zeer breed toepassingsgebied. Vooral geschikt voor een gelijkmatige verlichting van ruimten.
COMPACTE FLUORESCENTIELAMPEN				
Met ingebouwd (e) vsa	38 - 66	6.000 - 16.000	Direct uitwisselbaar met gloeilampen: veel energiezuiniger, veel langere levensduur. Niet dimbaar. Ook als reflectorlampen verkrijgbaar. Goede kleurweergave, doch minder goed dan gloeilamp.	Voor nagenoeg alle gebieden waar voorheen gloeilampen werden toegepast: algemene, plaatselijke, accentverlichting (spots).
Met extern (e) vsa	60 - 81	12.000	Compacte lamp met hoog rendement. Bij gebruik van hiervoor ontwikkelde elektronische voorschakelapparaten dimbaar.	Openbare verlichting, industrieverlichting.
OVERIGE GASONTLADINGSLAMPEN				
Hogedruk kwiklampen	31 - 137	10.000	Redelijk rendement en lange levensduur, slechte tot matige kleurweergave.	Zeer geschikt als accentverlichting of als algemene verlichting in representatieve ruimten. Geschikt als indirecte verlichting. Ook voor openbare verlichting, industrieverlichting en floodlighting.
Hogedruk metaal-halogenidelampen			Opstarttijd van enige minuten. Moeilijk dimbaar. Hoge lichtopbrengst per lamp. Gunstig rendement, goede kleurweergave.	Geschikt voor het aanlichten van voorwerpen (etalages) of als algemene verlichting in hoge ruimten (downlights).
Hogedruk natriumlampen	59 - 139	10.000 - 16.000	Hoog rendement en lange levensduur, slechte tot matige kleurweergave.	Openbare verlichting, industrieverlichting, floodlighting. Efficiënt alternatief voor hogedruk kwiklampen.
Superhogedruk	30 - 50	8000	Opstarttijd van enige minuten. Niet natriumlampen dimbaar. Redelijk rendement. Hoge lichtopbrengst per lamp. Aan einde levensduur kleurverschillen mogelijk.	Geschikt voor het aanlichten van voorwerpen (etalages) of als algemene verlichting in hoge ruimten (downlights).
Lagedruk natriumlampen	68 - 194	6.000 - 10.000	Zeer hoog rendement. Monochromatisch licht, geen kleurweergave.	Buitenverlichting, overal waar kleurweergave geen rol speelt.
OVERIGE				
LED	20 - 50	50.000	Zeer lange levensduur, zeer energiezuinig, diverse kleuren leverbaar.	Verkeerslichten, lichtkranten, informatiepanelen, wegmarkering.
Inductielampen	65 - 70	60.000	Zeer lange levensduur. Goede kleurweergave.	Toepasbaar op moeilijk bereikbare plaatsen, openbare verlichting.

Bron: www.lighting.philips.nl

Nood- en oriëntatieverlichting

TYPE	VERMOGEN LAMP (W)	VERMOGEN VSA (W)	VERBRUIK (kWh/JAAR)
TL4	4	5	81
TL6	6	5	99
TL8	8	5	117
TL13	13	5	162
TLD15	15	8	207
TLD18	18	8	234
PLS5	5	5	90
PLS7	7	5	108
PLS9	9	5	126
PLS11	11	5	144
PLS18	18	8	234

De vermelde verbruiken zijn inclusief een toeslag van 2,5% ter compensatie van de zelfontlading van de accubatterijen.

Bron: Novem

Vermogensverliezen voorschakelapparaten

TYPE LAMP	VERMOGEN			
	LAMP	VSA	EVSA	TOTAAL
LANGWERPIGE FLUORESCENTIELAMPEN				
58W	57	13		70
	50		7	57
38W	38	11		49
	30		8	38
18W	18	10		28
	15		5	20
COMPACTE FLUORESCENTIELAMPEN				
36W	35	10		45
	31		7	38
18W	18	10		28
	15		5	20
11W	10	6		16
	11		4	15
7W	7	7		14
	6		3	9

Toeslag op het vermogen van compacte en langwerpige fluorescentielampen voor respectievelijk een conventioneel en elektronisch vsa.

Bron: Philips, 2002

Branduren verlichting

TOEPASSING	TOTAAL (UUR/JAAR)	OVERDAG (UUR/JAAR)	OCHTEND, AVOND, NACHT (UUR/JAAR)
GEBOUWFUNCTIE			
Kantoor	2.600	2.200	400
Onderwijs	2.000	1.600	400
Bedgebonden gezondheidszorg	5.000	4.000	1.000
Niet bedgebonden gezondheidszorg	2.700	2.200	500
Horeca	2.600	2.200	400
Winkel	2.900	2.700	200
Industrie (opslag)	2.400	2.200	200
Sport	3.000	2.000	1.000
Continue verlichting:parkeergarages	8.760		
BUITENVERLICHTING (AVOND- EN OCHTENDVERLICHTING)			
Verkeerszones, oriëntatie- en wegwijsverlichting	1.500		1.500
Uitgebreide verlichting:decoratieve gebouwaanlichting	2.000		2.000
(Gevel)beveiligingsverlichting, parkeerterreinen, opslagterreinen	4.000		4.000
TERREINVERLICHTING: (GEVEL)BEVEILIGING, PARKEER- EN OPSLAGTERREINEN			
Van zonsondergang tot zonsopgang	4.365		4.365
15 min. na zonsondergang tot 15 min. voor zonsopgang	4.000*		4.000*
30 min. na zonsondergang tot 30 min. voor zonsopgang	3.635		3.635
60 min. na zonsondergang tot 30 min. voor zonsopgang	3.453		3.453

*Deze waarde wordt voor openbare verlichting gehanteerd.

Bron: Novem

Verlichting in sportgebouwen

GEBOUWFUNCTIE	VERBRUIK (KWH/M ² BVO/JR)	GEÏNSTALLEERD VERMOGEN (W/M ²)	GEMIDDELD AANTAL BRANDUREN (UUR/JAAR)	SPREIDING IN AANTAL BRANDUREN (UUR/JAAR)
Sporthallen	37	8 - 51	3300	2600 - 4000
Sportzalen	52	11 - 50	2800	2650 - 3000
Gymzalen	22	10 - 31	1800	1300 - 2600
Richtlijnen voor de verlichting bij binnensporten, enkele sporten vereisen afwijkende waarden.				
GEMIDDELDE HORIZONTALE VERLICHTINGSSTERKTE				
Niveau 1, (inter)nationale topcompetitie		> 750 lux		
Niveau 2, landelijke en lokale competitie		> 500 lux		
Niveau 3, training, recreatie		> 300 lux		

Bron: Novem

Verlichting in het onderwijs

GEBOUWFUNCTIE	GEMIDDELD AANTAL BRANDUREN PER RUIMTE (UUR/JAAR)							
	BO		AVO		LBO, MBO, HBO		WO	
	DAG	AVOND	DAG	AVOND	DAG	AVOND	DAG	AVOND
Hal, gang	1.600	100	2.000	250	2.000	600	2.500	600
Leslokaal, collegezaal	1.250	100	1.250	500	1.250	500	1.300	500
Leslokaal techniek			800	500	800	500		
Gymzaal	875		1.650	350	1.650	350		
Bibliotheek	240		600		600		1.800	
Kantine, mensa			600	160	600	160	1.200	400

Bron: Novem

Geïnstalleerd verlichtingsvermogen in diverse onderwijsruimten

LOCATIE	TYPE ONDERWIJS/GEÏNSTALLEERD VERMOGEN (W/M ²)		
	BO	AVO, LBO, MBO	HBO, WO
Hal, gang	5,0	6,5	7,0
Leslokaal, collegezaal	8,0	10,0	12,0
Gymzaal	10,5	12,0	0,0
Bibliotheek	5,5	8,5	10,0
Kantine, mensa	7,5	8,5	12,5

Bron: Novem

Verlichting in de zorgsector

GEBOUWFUNCTIE	VERBRUIK (KWH/M ² BVO/JAAR)
Ziekenhuizen	59
Psychiatrische ziekenhuizen	28
Zwakzinnigeninrichtingen	30
Verpleeghuizen	38
Verzorgingshuizen	25

Indicatie van het gemiddeld jaarlijkse elektriciteitsverbruik in de diverse zorgsectoren.

Bron: Novem

Verlichting in de horeca

GEBOUWFUNCTIE	GEÏNSTALLEERD VERMOGEN (W/M ²)	
	LAAG	HOOG
Restaurant	15	20
Hotelkamer	5	10
Gangen	6	9
Entree	20	24

Geïnstalleerd vermogen in diverse ruimten bij een moderne verlichtingsinstallatie.

Bron: Novem

Richtwaarden aantal branduren

SOORT RUIMTE	BRANDUREN (UUR/JAAR)
CONTINUE VERLICHTING	
Liften, trappenhuisen, nood- en veiligheidsverlichting	8.760
7 DAGEN/WEEK	
Beddenkamers	4.800
Entree, gangen: dag- en avondperiode	4.800
Entree, gangen: nachtperiode	4.000
Keuken	3.800
Woon/slaapruimten	3.500
5 DAGEN/WEEK	
Kantoren, poliklinieken, laboratoria	2.600
Werkplaatsen, magazijnen	2.000
Zwem- en dompelbaden	1.500
BEPERKT GEBRUIK	
Kleedruimten	500
Kapel	300
Mortuarium	250

Bron: Novem

Indicatie van het aantal branduren per jaar in diverse ruimten

GEBOUWFUNCTIE	GEMIDDELD AANTAL BRANDUREN (UUR/JAAR)				
	PENSION	HOTEL, LAAG	STANDAARD HOTEL	HOTEL, HOOG	CONGRES- EN CONFERENTIECENTRUM
Entree, lobby	3.500	4.200	8.760	8.760	3.500
Gangen, trappen	3.000	3.000	4.200	8.760	3.500
Hotelkamers	1.500	1.500	1.800	1.800	
Restaurant		2.800	2.800	3.000	
Zalen		2.000	2.500	1.500	3.000
Parkeergarage				8.760	

Bron: Novem

Ontwikkeling van het jaarlijks elektriciteitsverbruik door verlichting in kantoorgebouwen

	VERBRUIK (kWh/M ² BVO)
Bestaande bouw	15 - 55
Bouwjaar <1980	33 - 38
Bouwjaar 1985	23 - 28
Bouwjaar 1990	19 - 22
Haalbaar bij nieuwbouw	8 - 12

Variatie bij bestaande bouw, excl. extreme waarden, volgens Novem.

Bron: Novem

Eigenschappen van een aantal zonweringsystemen

SYSTEEM		HELDERHEIDSBEPERKING	WARMTEWERING	WAARBORG UITZICHT
Buiten	Zonneschermen	Goed	Goed	Gedeeltelijk
	Horizontale jaloezie	Goed	Goed	Slecht
Binnen	Horizontale jaloezie	Goed	Matig	Slecht
	Verticale jaloezie	Afh. van weefsel	Slecht	Matig
	Gordijn	Afh. van weefsel	Slecht	Slecht
Getint glas		Soms onvoldoende	Soms onvoldoende	Discussabel

Invloed van schakel- en regelsystemen op het aantal branduren

SYSTEEM	VERLAGING AANTAL BRANDUREN (%)	
	DAGLICHTSECTOR*	KUNSTLICHTSECTOR**
Centraal aan/uit	0	0
Veegschakeling (veegpulsering)	30	30
Vertrekschakeling (goede handmatige schakelmogelijkheden)	30	10
Daglichtschakeling (daglichtafhankelijke aan/uitregeling)	60	10
Veeg+daglichtschakeling	80	30
Dimschakeling (daglichtafhankelijke dimregeling)	80	4

*Deel van het gebouw waar daglicht toetreedt.

**Deel van het gebouw waar weinig of geen daglicht toetreedt.

Bron: NEN 2916

Beslissingsschema lichtregelingsstrategie

			OPTIES (PER BEZETTING OP VOLGORDE VAN PRIORITEIT)	
Wel daglicht	Meerdere gebruikers	Variabele bezetting	Tijdschakeling	
			Plaatselijke schakelaars	
			Daglichtafhankelijke regeling	
		Aanwezigheidsdetectie		
		Gebruik volgens vast rooster, niet continu	Tijdschakeling	
			Plaatselijke schakelaars	
	Daglichtafhankelijke regeling			
	Volledige bezetting	Variabele bezetting	Aanwezigheidsdetectie	
			Tijdschakeling	
			Daglichtafhankelijke regeling	
		Volledige bezetting	Plaatselijke schakelaars	
			Daglichtafhankelijke regeling	
Tijdschakeling				
Geen daglicht	Een of twee gebruikers	Variabele bezetting	Plaatselijke schakelaars	
			Aanwezigheidsdetectie	
			Tijdschakeling	
		Volledige bezetting	Daglichtafhankelijke regeling	
			Plaatselijke schakelaars	
			Daglichtafhankelijke regeling	
	Lage bezettingsgraad	Niet continu gebruik	Tijdschakeling	
			Aanwezigheidsdetectie	
			Plaatselijke schakelaars	
		Alle gebruikstypen	Niet continu gebruik	Tijdschakeling
				Daglichtafhankelijke regeling
				Tijdschakeling en plaatselijke schakelaars
			Aanwezigheidsdetectie	

Bron: Novem

Energiebesparende mogelijkheden verlichting

MAATREGEL	BESPARING (%)
Breng een schakelklok (verlichting) aan	5 - 15
Breng een lichtgevoelige sensor of daglichtafhankelijke schakeling aan op de buitenverlichting aan	5 - 20
Pas een dimregeling toe	10 - 40
Pas aanwezigheidsafhankelijke schakeling toe	5 - 20
Pas hoog frequente voorschakelapparatuur toe (HF)	20 - 40
Vervang gloeilampen door PL/SL lampen	60 - 80
Pas TL-armaturen met een hoger rendement toe	5 - 40
Pas spiegeloptiekarmaturen toe	5 - 40
Pas het verlichtingsniveau aan aan gebruik ruimten	5 - 40
Schakel het licht via deurkontakt uit	1 - 3
Verdeel de verlichting over meerdere groepen	5 - 20
Pas een centrale lichtbediening naar functionaliteit toe	5 - 40
Plaats reflectoren achter open TL-lampen	50
Pas een centrale lichtbron toe met gasontladingslamp met lichttransporterende kabels	20 - 50
Pas een kunststof lichttoetredingssysteem toe (reflecterende koker)	5 - 20
Maak armaturen en lichtsensoren regelmatig schoon	20 - 40
Pas schakelklokinstellingen aan	5 - 40
Regel een lager verlichtingsniveau tijdens de nacht (bijv. hal)	20 - 40
Schilder ruimten in lichte kleuren	5 - 20
Schakel verlichting uit in ongebruikte ruimten	20 - 40
Schakel verlichting uit bij voldoende lichtinval	5 - 40

Bron: Dutrieux Energiemanagement, Ruinen, 2003

16 Behaaglijkheid

Ontwerp binnentemperaturen

RUIMTE	GEWENSTE TEMPERATUUR (TI)
WONINGEN	
Woonkamer, zitkeuken, studeerkamer	20
Slaapkamer	18
Zit-slaapkamer	20
Keuken	18
Badkamer	22
Hobbyruimte	18
Gang	15
Toilet	10
Garage	8
KANTOREN	
Kantoorvertrekken en andere ruimten waarin personeel verblijft	20
Gangen, archief ruimten	15
Toiletten	10
ZIEKENHUIZEN	
Ziekenkamers en zalen (algemeen)	20
Verblijfplaatsen voor personeel	20
Gangen	18
Toiletten patiënten	18
Toiletten personeel	10
SCHOLEN	
Klaslokalen	20
Gymnastieklokalen	18 - 20
Docentenkamers	20
Bergruimten voor leermiddelen	12
Gangen, archief ruimten	15
Toiletten	10
FABRIEKEN	
Werkplaatsen voor fijn en/of zittend werk	18 - 20
Overige werkplaatsen	10 - 15
Personeelsruimten	20
Toiletten	10

Bron: NEN 5066

Behaaglijkheidsgrenzen kamertemperatuur in relatie met de buitentemperatuur

BUITEN-TEMPERATUUR (°C)	BINNEN-TEMPERATUUR MIN (°C)	BINNEN-TEMPERATUUR MAX (°C)
18	22	25
20	22	25
22	22	25
24	22	25
26	22	25
28	23	26
30	24	26
32	25	27

Bron: Fanger

Toelaatbare lichtsnelheid

RUIMTETEMPERATUUR (°C)	MAXIMALE LUCHTSNELHEID (M/S)
22	0,18
23	0,19
24	0,22
25	0,25
26	0,28
27	0,32

Bron: DIN 1946

Gewenste en acceptabele relatieve luchtvochtigheid

LUCHT-TEMPERATUUR (°C)	OPTIMALE RV (%) MIN-MAX	ACCEPTABELE RV (%) MIN-MAX
17		40 - 87
18	60 - 73	32 - 85
19	38 - 71	26 - 84
20	38 - 70	20 - 82
21	37 - 69	20 - 78
22	36 - 68	19 - 73
23	35 - 50	19 - 68
24	34	19 - 64
25		19 - 60
26		21 - 47

17 Ventilatie

Ventilatie-eisen voor diverse gebouwen (deel 1)

RUIMTE	VENTILATIE (DM ³ /S PER PERSOON)	VENTILATIE (DM ³ /S PER M ² VLOEROPP.)	VENTILATIE (M ³ /UUR PER M ³ RUIJTEVOLUME)
BEDRIJFSRUIMTEN			
Bankkluis	8		
Data-verwerking	10		
Donkere kamer		2,5	
Foto-kopiëruimte		2,5	
Garage (reparatie)		7,5	
Laboratorium			10 - 15
Magazijn		0,25 - 0,75	
Wasserij			10 - 15
GEVANGENISSEN			
Cel	10		
Eetruimte	8		
Bewakingsruimte	8		
HORECA			
Café/restaurant			
Eetruimte	10 - 15		
Bar	10 - 15		
Keuken	8		
HOTEL			
Kamer	15		
Kantine			6 - 8
KANTOREN			
Kantoorruimte	10		
Kantoorruin	10		
Receptie	8		
Vergaderruimte	10		
Archief		0,75	
Bedrijfsrestaurant		5,6	
Toilet		10	
Garderobe		2,5	
OPENBARE GEBOUWEN			
Bibliotheek			4 - 5
Bioscoop			4 - 8
Concertzaal			8 - 10
Postkantoor	10		
Schouwburg/theater	8		
RECREATIERUIMTEN			
Toeschouwersruimte	8		
Speelautomatenhal	13		
Sportzaal	15		
Dansruimte	13		
Bowlingruimte	13		
IJsvloerspeelruimte		2,5	
Zwembaden		2,5	
Casino	15		

Ventilatie-eisen voor diverse gebouwen (deel 2)

RUIMTE	VENTILATIE (DM ³ /S PER PERSOON)	VENTILATIE (DM ³ /S PER M ² VLOEROPPERVLAK)	VENTILATIE (M ³ /UUR PER M ³ RUIMTEVOLUME)
TRANSPORT			
Wachtruimte	8		
Perron	8		
Voertuig	8		
WINKELS			
Apotheek	8		
Beauty-shop	15		
Bloemist	8		
Kapper	8		
Meubels		1,5	
Supermarkt	8		
Slagerij	8		
Verkoopruimte	8		
Wasserette	15		
Winkelpassage		1,0	
ZIEKENHUIZEN			
Patiëntenkamer	13		
Onderzoekruimte	8		
Operatiekamer			15 - 20
Ontwaakruimte	8		
Intensive-care	8		
Fysiotherapie	8		
Sectieruimte		2,5	
DIVERSEN			
Badruimte	18		
Gangen		0,25 - 0,5	
Hallen	8		
Liften		5,0	
Parkeergarage		7,5	
Rookruimte	30		
Vergaderruimte	10		

Bron: Recknagel/ASHRAE

Ventilatie-eisen voor diverse ruimten in scholen

RUIMTE	EENHEID	VENTILATIE-EIS (DM ³ /S)
Lesruimte	Leerling	5,5
Werkplaatsen	Leerling	10
Zuurkast	m ² werkopening van de zuurkast	200
Sport/gymzaal	m ² vloeroppervlakte	1
Kantoorruimte	Persoon	10
Vergader/docentenruimte	Persoon	15
GEMEENSCHAPSRUIMTE		
<1,5 m ² vloeroppervlak per persoon	m ² vloeroppervlakte	6
>1,5 m ² vloeroppervlak per persoon	m ² vloeroppervlakte	3
Keuken	Oppervlakte < 10 m ²	21
Toiletteruimte	Urinoir of closet	7
Wasruimte	Douche (per warmwatertappunt)	14 (7)
Kleedruimte	m ² vloeroppervlakte	3
Liftkooi, gang, trappenhuis, garderobe	Persoon 1 m ³ /(h.m ³)	1

Bron: NEN 1089

Jaarlijks gasverbruik ten gevolge van het openen van deuren

SITUATIE	INFILTRATIELUCHT (M ³ /UUR)	GASVERBRUIK (M ³ /JAAR)
WINKELTOEGANG		
3x2 meter, dichtgaande deuren	1.800	1.050
3x2 meter, open deur > 5°C	5.600	3.200
3x2 meter, gehele jaar open	12.600	7.200
1,5x2 meter, tochtportaal gebouw 3 m hoog	300	170
1,5x2 meter, tochtportaal gebouw 12 m hoog	440	250
1,5x2 meter, luchtgordijn gebouw 3 m hoog	16.000	9.200
1,5x2 meter, luchtgordijn gebouw 12 m hoog	18.000	10.500
Draaideur	700	400
DEUR		
1,5x2 meter 100x per dag geopend, gebouw 3 m hoog	2.800	1.600
1,5x2 meter 100x per dag geopend, gebouw 12 m hoog	3.300	1.900

Bron: Novem, TNO, 1993

Elektriciteitsverbruik ventilatoren in luchtbehandelingskasten

VENTILATOR CAPACITEIT (M ³ /UUR)	ELEKTRICITEITSVERBRUIK (kWh)	
	MINIMAAL	MAXIMAAL
1.500	0,3	1,8
3.000	0,7	2,0
6.000	1,6	2,4
12.000	3,2	4,3
24.000	8,0	10,0
36.000	13,0	17,0

Het vermogen is afhankelijk van de luchtweerstand van het systeem.

De gemiddelde waarde is 0,35 W/(m³.uur) = 1,26 kW/(m³.s).

Thermische rendementen warmtewisselaars

TYPE	RENDEMENT (%)
Tegenstroom	70 - 90
Kruisstroom gewoon	50 - 60
Kruisstroom 2 stuks in serie	70 - 80
Warmtewiel	60 - 70
Twin-coil	50 - 60
Heatpipe	50 - 70
Recuperatief	80 - 90

Er bestaat in Nederland geen vaste systematiek om een rendement te bepalen, meestal wordt gehanteerd de Duitse VDI of ASHREA-standaard 84.

Bron: TVVL, 1999, diverse leveranciers

Gasbesparing door warmtewisselaars*

RENDEMENT WARMTEWISSELAAR (%)	GASBESPARING, RUIMTETEMPERATUUR (°C)					
	18	19	20	21	22	23
40	0,78	0,85	0,96	1,05	1,16	1,25
50	0,96	1,05	1,17	1,30	1,43	1,56
60	1,11	1,24	1,38	1,52	1,69	1,85
70	1,24	1,39	1,57	1,75	1,93	2,12

*Deze waarden gelden bij een unit die 2.500 uur per jaar functioneert.

Besparing uitgedrukt in (m³ gas/jaar)/(m³ lucht/uur).

Bron: Novem, Verkort referentiejaar ISSO-12

Besparende maatregelen voor luchtbehandelingssystemen*

MAATREGEL	MAXIMALE BESPARING (%)
Breng een schakelklok (verlichting) aan	5 - 15
Verlaging ruimtetemperatuur	4 (per K)
Toegangsdeuren met een automatische bediening	2 - 5
Afsluitbare ventilatieroosters	1 - 3
Zelfregelende ventilatieroosters	1 - 3
Verbeterde bedieningsmogelijkheden ventilatieroosters en ramen	1 - 3
Warmterugwinning uit ventilatielucht	5 - 25
Ventilatievoud van ruimten goed ingesteld	2 - 4
Verbeterde of geregelde verdeling van de luchthoeveelheid	2 - 5
Het ventilatiesysteem ingedeeld naar gebouwdelen met eigen gebruikstijden	2 - 6
Schakelklokken	5 - 25
Overwerktimers op de mechanische ventilatie	5 - 10
Toerentalregeling op de ventilator	2 - 4
Uitwendige kanaalisolatie (mech.vent.)	1 - 3
Deurdrangers op buitendeuren	1 - 3
Tochtsluizen bij de toegang	3 - 8
Tochtnaden of kierdichting	1 - 2
Draaideur in plaats van een open entree	2 - 4
Schakelklokinstellingen aangepast	5 - 25
Instelling ventilatietijdstippen	5 - 25
Periodiek onderhoud (mech.vent.)	1 - 3
Regelmatige reiniging filters en warmtewisselaars (mech.vent.)	1 - 3
Verbeterde afstelling van de tochtsluizen	1 - 5
Koeling beperken tot bedrijfsuren	35
Verhoogde setpoint koeling	30 (per K)
Opsplitsing koelsystemen in bedrijven	20
Koudeopslag in de bodem	65

*Besparende maatregelen voor luchtbehandelingssystemen (waarvan verwachte besparing bekend).

Bron: Dutrieux Energiemanagement, 2003, Meijer E&M, 2003

18 Bevochtiging

Vochtafgifte van volwassenen personen

ACTIVITEIT	RUIMTETEMPERATUUR/VOCHTAFGIFTE (G/H)			
	10°C	15°C	20°C	25°C
Zittend	30	30	50	80
Lichte arbeid	50	80	120	175
Middelzware arbeid	70	120	175	250
Zware arbeid	155	230	300	355

Bron: VDI, 1993

Vochtafgifte van woonactiviteiten (gemiddeld gezin)

BRON	VOCHTPRODUCTIE (KG/DAG)
Koken, koffie en thee	2,0
Open keukengeiser	1,0
Open badgeiser (13 kW)	2,0
Vocht uit kruipruimte	-
Planten	-
Afwassen	0,5
Badgebruik	0,5
Kleding wassen	2,0

Bij de verbranding van 1 m³ aardgas komt 1,42 kg waterdamp vrij.

Bron: Gasunie, Novem, 1993

Luchtbevochtingsinstallaties

TYPE	CAPACITEIT (L/H)	VERMOGEN	ENERGIEVERBRUIK	RICHT-PRIJS (EURO)
ULTRASOON	18	1,8 kWe + 1,4 m ³ gas/h	1.800 kWh + 1.700 m ³ gas	7.000
	36	3,6 kWe + 2,8 m ³ gas/h	3.600 kWh + 3.400 m ³ gas	14.000
	72	7,2 kWe + 5,6 m ³ gas/h	7.200 kWh + 6.800 m ³ gas	28.000
	108	11,0 kWe + 8,4 m ³ gas/h	10.800 kWh + 10.200 m ³ gas	42.000
	144	14,0 kWe + 11,0 m ³ gas/h	14.400 kWh + 13.600 m ³ gas	56.000
	252	25,0 kWe + 20,0 m ³ gas/h	25.200 kWh + 23.800 m ³ gas	98.000
HOGEDRUK LBK	75	1,0 kWe + 5,8 m ³ gas/h	1.000 kWh + 7.200 m ³ gas	14.500
	100	1,5 kWe + 7,7 m ³ gas/h	1.900 kWh + 9.600 m ³ gas	15.200
	150	1,8 kWe + 12,0 m ³ gas/h	2.900 kWh + 14.500 m ³ gas	16.700
	250	6,5 kWe + 19,0 m ³ gas/h	8.100 kWh + 24.000 m ³ gas	20.000
ELEKTRISCHE STOOMLUCHTBEVOCHTIGERS	75	56,0 kW	70.000 kWh	
	150	113,0 kW	140.000 kWh	
	250	188,0 kW	230.000 kWh	

Energie verbruikt door osmose apparaat is bij alle typen meegerekend, echter bij elektrische stoomluchtbevochtigers is dit niet nodig.

Het gas verbruik dient ter compensatie van koeleffecten tijdens de bevochtiging.

Bron: Cumulus Nederland BV, 2005

19 Water en warm tapwater

Specifieke tapwaterverbruiken (warm en koud)

GEBOUW	EENHEID	VERBRUIK (L/DAG)
WONING MET DOUCHE*		
1 en 2 kamers	Per woning	100 - 150
3 kamers	Per woning	150 - 200
4 kamers	Per woning	225 - 300
5 kamers	Per woning	300 - 350
UTILITEITSBOUW		
Verzorgingshuis	Per bed	100 - 150
Verpleeghuis	Per bed	250 - 300
Ziekenhuis	Per bed	300 - 700
Hotel	Per bed	300 - 600
Kantoor	Per werknemer	20
Werkplaats	Per werknemer	25 - 35
Fabriek	Per werknemer	25 - 35
Restaurant	Per bezoeker	20
School l.o.	Per leerling	5 - 10
School m.o.	Per leerling	10 - 20
School huis	Per leerling	20 - 30
Kleine ziekenhuizen	Per dag per bed	100 - 200
Grote ziekenhuizen	Per dag per bed	200 - 250
Kazerne	Per dag per persoon	30 - 40
Zwembad, douche	Per bezoeker	60 - 80
Zwembad, badverversing	Per bezoeker	30 - 75
Medische baden	Per bezoeker	200 - 400
Kantoren	Per dag per persoon	20 - 30
Kindertehuizen	Per dag per plaats	30 - 40
Verzorgingshuizen	Per dag per plaats	30 - 50
Restaurants	Per dag per plaats	40 - 60
Hotels	Per dag per gast	100 - 200

*Indien met bad, 50 liter extra.

Bron: Handboek Installatietechniek (TVVL, ISSO, Novem), Recknagel, Heizung und Klimatechnik, 1990, 1991 (bewerkt).

Waterverbruik naar woonactiviteit

ACTIVITEIT	VERBRUIK (L/DAG)
Voedselbereiding	2
Afwassen	6
Baden	9
Overige	12
Wassen van kleding	28
Douchen	38
Toiletspoeling	39
Totaal	134

Bron: Wevin, Nipo, 1995

Verbruiksgegevens 150 liter boiler

TAPWATER VERBRUIK (M ³ /JAAR)	ELEKTRICITEITS-VERBRUIK* (kWh/JAAR)	STILSTANDS-VERLIES* (kWh/JAAR)
0	566	566
10	1.462	542
20	2.359	519
30	3.255	495
40	4.151	471
50	5.047	447
60	5.944	424
70	6.840	400
80	7.736	376
90	8.633	353
100	9.529	329
120	11.322	282
140	13.114	234
160	14.907	187
180	16.700	140
200	18.492	92
220	20.285	45
239	21.980	0

*Continu ingeschakeld, watertemperatuur 85°C

Gegevens elektrische boiler

CAPACITEIT (LITER)	80	120	150
Aansluitwaarde (kW)	1,0	1,5	1,75
Specifieke aansluitwaarde (W/l)	12,5	12,5	11,7
Opwarmtijd tot 85°C (uur)	7,5	7,5	8,0
Verbruik per keer opwarmen (kWh)	7,6	11,5	14,0
Stilstandsverlies (W)	36,0	50,0	57,0

Bron: Daalderop, 2005

Gegevens elektrische warmtepompboiler

CAPACITEIT (LITER)	80	120
Aansluitwaarde (kW)	1,6	1,6
Specifieke aansluitwaarde (W/l)	20,0	13,0
Opwarmtijd tot 62°C (uur)	5:15	7:00
Verbruik per keer opwarmen (kWh)	1,6	2,4
Stilstandsverlies (W)	42,0	57,0

Warmtepompboiler zonder cv-functie.

Bron: Inventum, 2005

Normwaarden opwekkingsrendement warm-tapwaterinstallaties

TYPE TOESTEL		RENDEMENT (%)
BOILER DIRECT OF INDIRECT GESTOOKT	Elektrisch	28
	VR-ketel met cv-boiler	45
	Gasboiler, HR-ketel met cv-boiler	55
	Warmte-kracht/warmtepomp	60
COMBI-KETEL	Stoom	40
	VR-combi	60
	HR-combi	65
DOORSTROOMTOESTEL/WARMTE WISSELAAR	Geiser	55
	Warmte-kracht/warmtepomp	70
	Stoom	45
	Elektrisch	33

De waarde voor dit rendement van deze technieken is een beleidsmatige keuze op aandringen van de ministeries van VROM en EZ.

Bron: NEN 2916

Energie- en waterbesparende maatregelen

MAATREGEL	MAX. BESPARING (%)	BESPARING OP
Aparte ketel voor warmtapwatervoorziening	5 - 30	Gas
Zonneboiler	40 - 50	Gas
Scheiding verwarming en tapwater	Stilstandsverliezen cv	Gas
Leidingisolatie circulatiesysteem	Leidingverliezen	Gas
Vervang elektrische boiler door gasgestookte HR-toestel	15 - 40	Gas
Vervang gasgestookte toestel door toestel met een beter rendement	5 - 20	Gas
Schakelklok op circulatiepomp*	Leidingverliezen	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Verlaging boiler temperatuur*	2 - 5	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Decentraliseer de warmtapwateropwekking (beperken leidinglengten)	5 - 20	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Klokschakeling op circulatiepomp van warmtapwater-installatie	5 - 40	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Isoleer leidingen warmtapwater	2 - 8	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Pas de temperatuurinstelling aan (nooit < 60°C)	2 - 8	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Schakelklok op boiler	2 - 5	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Warmtepompboiler	10 - 40	Primaire energie
Waterbesparend toilet	10 - 20	Water
Regenton	2 - 10	Water
Directe leiding van ww toestel naar keuken	2 - 8	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Doorstroombegrenzer op badkamer en keukenkraan	10 - 25	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Thermostatische mengkraan badkamer	5 - 10	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Doorstroombegrenzer	5 - 20	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Waterbesparende keukenkraan	5 - 10	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Kleinere badkuip	20 - 30	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Thermostatische mengkraan	5 - 10	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater

* Na iedere verlaging of bedrijfsonderbreking opwarmen tot boven de 60°C i.v.m. legionellabacterie. Alleen toe te passen bij overcapaciteit boiler(s).

Bron: SEV 1996, Meijer E&M 2005

20 Isolatie

Isolatie woningbouw

ISOLATIEMAATREGELEN	ISOLATIEDIKTE (MM)	BESPARING (M ³ /(M ² .JAAR))
IN WOONKAMER EN KEUKEN DOOR BEDRIJF		
Spouwmuurisolatie	50	9
Gevelisolatie buitenzijde	80	14
Gevelisolatie binnenzijde	80	19
Kruipruimte	60	3
Voorzetramen buitenzijde		21
Dubbel glas		21
Dubbel glas reflecterend		34
Isolatie platdak beton	60	27
Isolatie platdak hout	60	15
IN MATIG VERWARMDE SLAAPKAMER		
Gevelisolatie binnenzijde	80	13
Gevelisolatie buitenzijde		14
Dubbel glas		14
Dubbel glas reflecterend		22
Isolatie plat dak beton	60	18
Isolatie plat dak hout	60	10
Isolatie schuin dak binnenzijde	80	5
Isolatie schuin dak buitenzijde	60	4
DOE-HET-ZELF, WOONKAMER EN KEUKEN		
Gevelisolatie binnenzijde	80	19
Kruipruimte	60	3
Voorzetraam buitenzijde		21
Dakisolatie schuin binnenzijde	80	11
Radiatorfolie enkel glas		30
Radiatorfolie steensmuur		15
Warmteschild enkel glas		50
Warmteschild dubbel glas		24
DOE-HET-ZELF, MATIG VERWARMDE SLAAPKAMER		
Gevelisolatie binnenzijde	80	13
Voorzetraam buitenzijde		14
Dakisolatie schuin binnenzijde	80	5
Radiatorfolie enkel glas		15
Radiatorfolie steensmuur		7
Warmteschild enkel glas		29
Warmteschild dubbel glas		13

Bron: CEA, 1992

Isolatie verzorgingshuizen

TE ISOLEREN CONSTRUCTIEDELEN	ISOLATIE VOORZIENING DIKTE (MM)	PLAATS	BESPARING (M ³ /(M ² .JAAR)) BIJ DAG/NACHT (23/20°C)	BESPARING (M ³ /(M ² .JAAR)) BIJ DAG/NACHT (21/18°C)
Spouwmuur 2x halfsteens	50	Spouw	14 (gem. over alle ruimtes)	12 (gem. over alle ruimtes)
Halfsteensmuur massief	40	Binnen met afwerking	18	16
Halfsteensmuur massief	60	Buiten met afwerking	24	21
Steenmuur bij radiator		Warmteschild	20	18
Dubbelwandige ongeïsoleerde borstwering	40	Binnen	25	24
Idem bij radiator	40	binnen	38	32
Enkel glas		Dubbel/voorzet	30	28
Enkel glas		Dubbel extra isolerend	43	40
Enkel glas	40	Binnen	55	51
Enkel glas		Warmteschild	65	60
Enkel glas voor radiator	40	Binnen	100	85
Dubbel glas voor radiator		Warmteschild	22	20
Hellend dak met plafond*	60	Binnen	21	18
Plat houten dak met plafond	60	Buiten	21	18
Plat beton dak met plafond	60	Buiten	20	17
Vliering	60	Op vloer	11	10
Vloer buiten kruipruimte	60	Kruipruimte	4	4

*De besparing door dakisolatie van een onverwarmde zolder, zonder dakafwerking aan de binnenzijde, maar wel een vloer met plafond eronder, bedraagt resp. 4 en 5 m³/ (m².jaar).

Bron: Novem

Isolatie ziekenhuizen

TE ISOLEREN CONSTRUCTIEDEEL	DIKTE (MM)	ISOLATIEVOORZIENING PLAATS/SOORT	BESPARING (M ³ /(M ² .JAAR))
Vloer boven kruipruimte	60	Kruipruimte	4
Vloer boven kruipruimte	80	Kruipruimte	5
Vloer boven kruipruimte	100	Kruipruimte	5
Plat dak	20	Buiten	7
Plat dak	60	Nuiten	11
Plat dak	100	Nuiten	12
Spouwmuur	50	UF-schuim	9
Spouwmuur	50	Steen/glaswol	10
Spouwmuur	50	Perlitekorrels	10
Spouwmuur	50	Polystyreenschuimparels	10
Spouwmuur	50	PUR-schuim	10
Halfsteens massief	20	Binnen/buiten	15
Halfsteens massief	60	Binnen/buiten	19
Halfsteens massief	100	Binnen/buiten	23
Steens massief	20	Binnen/buiten	9
Steens massief	60	Binnen/buiten	14
Steens massief	100	Binnen/buiten	15
Enkel glas	-	Dubbelglas	25
Enkel glas	-	Extra isolerend dubbel glas	35
Enkel glas/paneelradiator	20	Vervangen door paneel	75
Enkel glas/paneelradiator	40	Vervangen door paneel	80
Enkel glas/paneelradiator	20	Vervangen door paneel	45
Enkel glas/paneelradiator	40	Vervangen door paneel	48

Bron: NVTG, 1993

Isolatie horeca

TE ISOLEREN CONSTRUCTIEDEEL	ISOLATIE-VOORZIENING*	BESPARING (M ³ /(M ² .JAAR))
Enkel glas	Isolatiepaneel	80
Ongeïsoleerde wand	Isolatiepaneel	30
Enkel glas	Reflecterende folie	50
Dubbel glas	Reflecterende folie	17
Ongeïsoleerde wand	Reflecterende folie	17
Steensmuur massief	Reflecterende folie	15

*Isolatievoorziening achter radiatoren in de horeca.

Bron: Novem

Isolatie detailhandel

TE ISOLEREN CONSTRUCTIEDEEL	ISOLATIE-VOORZIENING*	BESPARING (M ³ /(M ² .JAAR))
Enkel glas achter radiator	Reflecterende folie	27
Enkel glas Steensmuur	Voorzetraam	21
met radiator	Reflecterende folie	14
Spouwmuur	Spouwmuurisolatie	8
Hellend dak verwarmde zolder	Isolatie binnenzijde	8
Hellend dak onverwarmde zolder	Isolatie binnenzijde	4
Vloer met kruipruimte	Isolatie onderzijde	3

Bron: Novem

Isolatiemateriaal gesorteerd op milieuvoorkeur

	VERBORGEN MILIEUKOSTEN PER M ² (EURO)	LAMBDA (W/m.K)	BENODIGDE DIKTE (MM) VOOR RC VAN 3,0 M ² K/W*	DICHTHEID (KG/M ³)
Vlasisolatie	0,56	0,040	110	31
Schapevool	0,61	0,040	105	25
Glasvool	0,73	0,034	90	25
Steenvool	0,75	0,035	95	48
Cellulose-isolatie	0,86	0,045	120	65
Kurk (geëxpandeerd)	0,88	0,038	100	110
Resol-schuim	0,97	0,020	55	41
Polystyreenschuim (geëxpandeerd)	1,20	0,040	105	15
Kokosplaat	2,73	0,040	105	140
Polyurethaan (pentaan)	4,17	0,025	65	33
Cellulair glas	4,89	0,040	105	110
Polyurethaan (HFCK's)	129,93	0,025	65	30

* Materialen bij toepassing als spouwvulling met R= 3,0 m².K/W gedurende 75 jaar.

bron: www.nibe.org, 2005

Kosten van gebouwisolatie

MAATREGEL	PRIJS (EURO/M ²)
GEVEL	
Voorzetramen	70 - 150
Dubbele beglazing	100 - 150
Dubbele beglazing HR++	125 - 185
Spouwmuurisolatie	20 - 40
Buitenisolatie	70 - 140
Binnenisolatie	10 - 25
DUURZAME GEVELISOLATIE	
Schapevool	8 - 15*
Vlasvool	8 - 17*
DAK	
Isolatie plat dak (inclusief 1 laag bitumen)	25 - 65
Omgekeerd dak (warm dak)	6 - 15
Hellend dak binnenzijde	30 - 60
Vloer	
Vloerisolatie (kruipruimte)	30 - 80

Kosten incl. installatie, excl. BTW, excl. subsidie.

Bron: EPA-U 2005, www.archidat.nl 2005

21 Horeca

Vermogens, gebruikstijden, benuttingsgraad en rendementen elektrische groot-keukenapparatuur

APPARAAT	VERMOGEN (KW)		GEBRUIKSTIJD (H/DAG)		BENUTTINGSGRAAD (%)	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Afwasmachine	3,0	87,0	1,0	9,0	15	40
Bain-marie	2,0	4,0	3,5	4,5	60	100
Bakplaat	3,0	9,0		3,5	40	100
Braadpan/slee	1,0	15,0			40	80
Boiler			8,0	24,0		80
Convectieoven*	6,0	38,0	1,0	1,5	40	
Friteuse	2,5	7,5	0,1	0,9	60	60
Groentesnijder	0,2	2,0	0,1	0,4		70
Koelcel	0,8	2,6		24,0	40	
Koelkast	0,1	0,4		24,0		60
Koelvitrine		1,5		24,0		
Kookketel	8,0	40,0	0,5	1,0		
Koffiezetapparaat	2,0	10,0		2,0		
Lopende band		0,2	1,0	2,0		
Lowerator**		1,6		2,5	60	
Magnetron-oven		2,0	0,4	1,0	40	90
Mixer		0,6		0,3		60
Puddingkoeler		2,0		2,5		
Rescalwagens***	4,2	6,0	2,5	3,5	50	
Sealapparaat	4,0	12,0	1,0	3		70
Steamer	8,0	24,0	1,0	2,5	30	
Tosti-apparaat	0,7	1,8	0,3	1,4		100
Voedselvernietiger		1,1		2,0		
Vriescel	1,0	3,7		24,0	60	
Vrieskast	0,8	2,0		24,0		70
Vrieskist	0,8	2,0		24,0		
Warmhoudketels	0,3	6,4		2,0		
Warmhoudapparatuur	1,5	6,0	2,0	4,5		
Warmtelampen		1,6		4,0		
FORNUIS						
Kookplaat	2,5	4,5		0,4	60	
Kookplaat sudder				0,4	60	70
Warmhoudplaat					80	70
Oven	5,0	11,0		0,4		90

*Heteluchtoven

**Stapelbaar waarin serviesgoed wordt verwarmd

***Wagens waarin gekoelde maaltijden snel op temperatuur worden gebracht

Bron: Novem

Vermogens, gebruikstijden, benuttingsgraad en rendementen gasgestookte keukenapparatuur

APPARAAT	VERMOGEN (kW)		GEBRUIKSTIJD (UUR/DAG)		BENUTTINGSGRAAD (%)		RENDEMENT	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Bakplaat	3,0	9,0		3,5	30	50		50
Braadpan/slee	1,0	15,0	2,0	5,0	30	50		50
Convectieoven	6,0	38,0		1,5		70	70	80
Friteuse	2,5	7,5	0,1	0,9	60	70	50	60
Kookketel	8,0	40,0	1,0	2,5		60	70	80
Stralings/convectieoven	5,0	15,0		1,0	60	70	70	80
Eénpits-comfoor	9,6	12,0	0,5			100		50
FORNUIZEN								
Normaalbrander	4,1		0,4		60	70		50
Sterkbrander	6,1		0,4		60	70		50
Ovenbrander	5,6				60	80		50
Warmhoudplaat	3,0		0,4		80	90		50

Elektrische vaatspoelmachines

CAPACITEIT	VERMOGEN (kW) BIJ KOUD TOEVOERWATER	VERMOGEN (kW) BIJ WARM TOEVOERWATER
144 borden/h	5	2
900 borden/h	13	10
1.900 borden/h (met droogzone)	55	50
3.000 borden/h (met droogzone)	73	64

Bron: Novem, Rendisk, 1996

Koken op elektriciteit vs. gas

VOORDELEN VAN KOKEN MET GAS
Groter vermogen
Groot regelbereik (15% tot 100%)
Korte aankooktijd
Geen nawarmeffecten
Kortere kooktijden
Lagere energiekosten
Lagere aanschafkosten
VOORDELEN VAN KOKEN MET ELEKTRICITEIT
Eenvoudige reiniging
Gelijkmatige verwarming
Geen verbrandingsgassen
Gemakkelijk in te bouwen
Geen koppeling mechanische ventilatie

Bron: Gas 91/10

Energiebesparende maatregelen horeca

GEDRAGSMAATREGELEN
Niet gebruikte apparatuur afzetten
Gebruik de kleinst mogelijke pannen
Gebruik de kleinst mogelijke branders/platen
Benut de schakelmogelijkheden (hoog/laag)
Gebruik vaatwasser alleen op volle capaciteit
Maak beperkt of geen gebruik van de aansteekbrander
Kritisch inschakelen
TECHNISCHE MAATREGELEN
Plaats elektronische ontsteking in plaats van aansteekbrander
Vervang elektrische boiler door geiser
'Hot-fill' vaatwasser
Voedt elektrische pannen met gas-verwarmd heet water
Kies zoveel mogelijk voor gastoestellen
ORGANISATORISCHE MAATREGELEN
Pleeg goed onderhoud aan installaties
Voorkom gelijktijdig inschakelen grote vermogens (elektrisch)

Elektriciteitsverbruik naar horecatoepassing

	VERBRUIK PER TOESTEL (κWH/JAAR)		
	IN WERKING	STANDBY	TOTAAL
KOOKAPPARATUUR			
Gietijzeren kookplaten	504	7	512
Keramische kookpl. Spiraal/halogen	523	7	531
Inductie kookplaten	539	7	546
Solo magnetron	17	17	35
Combi-Magnetron	69	26	95
Elektrische oven in fornuis	47	7	55
Grill (los)	21	0	21
Bakoven (los)	21	0	21
Grill/Bakoven (los)	21	0	21
Gasfornuis met gasoven	0	7	7
KEUKENAPPARATUUR			
Koffiezetapparaat	55	24	79
Frituurpan	10	0	10
Waterkoker	33	0	33
AUDIO/VIDEO/COMMUNICATIE			
VCR	6	101	108
TV (eerste toestel)	123	14	138
TV (tweede toestel)	41	9	51
Losse radio	13	8	23
Tuner	7	4	12
Versterker	57	6	64
Cassettedeck	3	6	11
CD-speler	3	6	10
Computer	45	6	52
Printer	1	4	6
Telefooninstallatie	2	31	34
Draadloze telefoon	0	26	26
Satellietontvanger	48	59	108
Antenneversterker	18	47	66
Decorder	11	71	83
Antwoordapparaat	0,1	26	26
Fax/modem en combinatie	0,5	75	76
VERWARMING EN WARMWATER			
Elektrische boiler < 20 liter	500	219	719
Elektrische boiler > 20 liter	1.552	350	1.902
Elektrische geiser	549	0	549
OVERIG			
Radio wekker (LED-display)	35	0	35
Batterij-oplader	0,7	1	1
Deurbel	0	8	8
Elektrische deken/dekbed	29	0	29
Waterbed	268	465	734
Alarminstallatie	70	0	70
KOELVRIESAPPARATUUR			
Koelkast 2-deurs	448	13	461
Koelkast met vriesvak	272	13	285
Koelkast zonder vriesvak	220	2	223
Diepvrieskist/kast	366	13	379
REINIGING			
Vaatwasmachine	305	0	305
Losse centrifuge	15	0	15
Wasdroger	598	0	598
Wasmachine	231	0	231
Strijkijzer	24	0	24
Stofzuiger	54	0	54
Kruimeldief	4,8	10	15

Bron: EnergieNed (Basisonderzoek elektriciteitsverbruik kleinverbruikers), 2000

22 Kantoorautomatisering

Elektriciteitsverbruik kantoorautomatisering

SOORT COMPUTER	VERBRUIK (κWH/JAAR)
PC met power-management (excl. monitor, netwerkkaart, multimedia)	80 - 100*
PC zonder power-management (excl. monitor, netwerkkaart, multimedia)	88 - 110*
Kleurenmonitor met power-management, grootte 15 inch	110
Kleuren monitor zonder power-management, grootte 21 inch	162
TFT scherm	25 - 40
Kopieerapparaat	780**
Laserprinter	170**
Inktjetprinter	96**
Faxapparaat	150**

*Bedrijfstijd 1.400 - 1.500 uur/jaar

**Bedrijfstijden: 'aan' 430 uur/jaar; 'stand-by' 1.900 uur/jaar; 'uit-sleep' 6.400 uur/jaar

Bron: Novem, Energielabel.nl, 2003, EU-energystar.org, 2007

Opgesteld vermogen in computerruimten

RUIMTE	OPPERVLAK (M ²)	VERMOGEN (W/M ²)
Kleine computerruimten	< 15	< 360
Middelgrote computerruimten	< 30	250 - 300
Grote computerruimten	> 30	> 500

Bron: Novem, 1999

Noodstroomvoorzieningen computer

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN (κW)	ELEKTRICITEITSVERBRUIK (κWH/JAAR)
50	43.800
100	87.600
200	175.000

Voor het compenseren van de zelfontlading van de accu's kan er van worden uitgegaan dat 10% van het geïnstalleerde vermogen gedurende 8.760 uur/jaar is ingeschakeld.

Dit percentage is afhankelijk van het type accu, de capaciteit en ouderdom.

Bron: Novem, 1999

Productie-uren kopieermachines

TYPE	GEBRUIKSUREN (UUR/JAAR)	VERMOGEN (W)		
		SLAAP	STANDBY	PIEK
Tafelkopieermachine	50	20	80	400
Afdelingskopieermachine	100	30	125	1.000
Repro-afdeling	600	75	200	1.500

Voor een schatting van het energiegebruik van kopieermachines buiten de repro-afdeling is het aantal gebruiksuren zo gering, dat alleen met het stand-by vermogen gerekend hoeft te worden.

Bron: Xerox, 2003

Elektriciteitsverbruik van communicatiesystemen

SYSTEEM	BIJ 2.000 UUR/JAAR	BIJ 8.760 UUR/JAAR
TELEFOONCENTRALE		
Oud systeem, 30-50 aansluitingen	100 - 300	500
Oud systeem, 200 aansluitingen	200 - 600	1.000
Elektronisch systeem, 30-50 aansluitingen	30 - 80	100
Elektronisch met extra's*, 30-50 aansluitingen	60 - 160	200
Alarmcentrale woonhuis	40 - 50	
Alarmcentrale kantoorgebouw, eenvoudig**	200	
Alarmcentrale kantoorgebouw, uitgebreid***	400	
Gebouwbeheersysteem op basis van pc****	1.700	

*Beeldschermen, fax en toestellen met diverse mogelijkheden

**Zonder bewegingssensoren

***Met bewegingssensoren

****Voor een no-break batterij komt er voor het bijladen een verbruik bij van 10% van het vermogen

Bron: KPN Telecom, Ergon, 1993

Besparingsmaatregelen computers

Afschakelen buiten gebruikstijd
Slaapstand activeren
Plaatsing van ventilatorregelaar (tevens minder geluid)
Meerdere gebruikers op één printer
Laserprinter vervangen door inkjetprinter
Automatische beeldschermchakeling
Verkleinen noodstroomcapaciteit
CRT monitor vervangen door TFT monitor

23 Overige gebouwapparatuur

Liften

	HYDRAULISCH	TRACTIE	ENERGIEZUINIG
HEFVERMOGEN 630 KG			
Snelheid (m/s)	0,63	1	1
Geïnstalleerd vermogen (kW)	12	5,5	3,7
Hoofdzekering (A)	50	35	16
Energieverbruik (kWh/jaar)*	7.200	5.000	3.000
Hoeveelheid olie (l)	200	3,5	0
Geluidsniveau (dBA)**	67 - 70	65 - 70	50 - 55
HEFVERMOGEN 1.000 KG			
Snelheid (m/s)	0,63	1	1
Geïnstalleerd vermogen (kW)	20	11	5,7
Hoofdzekering (A)	50	50	25
Energieverbruik (kWh/jaar)*	10.000	6.800	3.600
Hoeveelheid olie (l)	240	8,3	0
Geluidsniveau (dBA)**	67 - 70	70 - 75	50 - 55
HEFVERMOGEN 1.600 KG			
Snelheid (m/s)	1,6	1,6	
Geïnstalleerd vermogen (kW)	25	15	
Hoofdzekering (A)	50	35	
Energieverbruik (kWh/jaar)*	12.700	9.950	
Hoeveelheid olie (l)	15	0	
HEFVERMOGEN 2.000 KG			
Snelheid (m/s)	2	2	
Geïnstalleerd vermogen (kW)	30	18,9	
Hoofdzekering (A)	80	50	
Energieverbruik (kWh/jaar)*	13.200	10.100	
Hoeveelheid olie (l)	15	0	

*Gebaseerd op 150.000 starts per jaar (woningbouw)

**Gemeten op 1 meter afstand van de motor

***Gebaseerd op 400.000 starts per jaar, inclusief verlichting

Bron: Kone, 2003

Elektrische verwarming in machinekamers van liften

VOOR	VERMOGEN (kW)	BEDRIJFSTIJD (UUR)	BERBRUIK (kWh/JAAR)
Elektrische ruimteverwarming	1	980	980
Elektrische olieverwarming (hydraulisch systeem)	1	2.750	2.750

Aannames: ruimtetemperatuur 10°C, benutting warmte elektromotor 500 kWh.

Bron: Otis, 1998, Novem, 1993

Elektriciteitsverbruik schrobmachines

TYPE	VERMOGEN (W)
Tweeborstelmachine	400 - 620
Dweilautomaat	1.200

Elektriciteitsverbruik volautomatische wasmachines met warm-watervulling

VERBRUIK (kWh/JAAR)		
TROMMEL- INHOUD (L)	PROGRAMMA 60°C	PROGRAMMA 95°C
47	87	435
100	421	1.725
140	536	2.310
240	1.480	5.500
320	1.360	6.644

Elektriciteitsverbruik volautomatische wasmachines

TROMMELINHOUD (L)	VERBRUIK (KWH/JAAR)*
47	450
100	1.200
140	2.050
240	2.650
320	3.250

* Programma hoofdwas, driemaal spoelen, centrifugeren.

Verbruik met koud-watervulling bij 500 wasbeurten per jaar.

bron: Miele, 2003, Energielabel.nl, 2003

Elektriciteitsverbruik wasdrogers

TROMMELINHOUD (L)	VERWARMING ELEKTRISCH	VERWARMING GAS*
200	1.390	293
350	2.530	420
550	4.160	660
750	5.890	832

* Elektriciteitsverbruik voor mechanische aandrijving.

Bron: Miele, 2003

Besparende maatregelen wassen

- Apparatuur goed beladen
- Zoveel mogelijk met gasverwarming werken
- Goed centrifugeren
- Niet verder drogen dan noodzakelijk
- Niet heter wassen dan noodzakelijk
- Machines vullen met (gas-verwarmd) warm water
- Pieklastbewaking

24 Koel- en vriesinstallaties

Koel- en vriescombinaties

VERBRUIK PER STREKKENDE METER (κWH/JAAR)			
TYPE	18°C	22°C	18°C NACHTAFDEKKING
Gebaksvitrine	650		
Horizontaal groentekoelmeubel	700	850	500
Horizontaal vlees-koelmeubel	950	1.150	650
Vrieskist met deksel	1.000		
Banket schappenkast	1.200		
Verticaal groentekoelmeubel	2.000	2.600	1.450
Wand diepvrieseiland	2.550	2.750	2.150
Breed diepvrieseiland	3.050	3.300	2.600
Verticaal vlees-koelmeubel	4.100	4.850	2.900
Roll-in meubel (melk/yoghurt)	4.200		
Rug aan rug diepvrieseiland	4.800	5.200	4.100

Verbruik in winkels bij RV 60%, nachtafdekking gedurende 10 uur per etmaal.

Bron: www.gamko.nl, 2005

Energiegebruik van koelkasten met energielabel

TYPE	ENERGIEGEBRUIK (κWH/JAAR)
Standaard koelkast	160
Koel-vriescombinatie*	200
4 sterren koel-vriescombinatie**	220

* inhoud koelen 150-200 liter

** inhoud koelen 175-200 liter, inhoud vriezen 25-60 liter

Bron: www.energielabel.nl, 2005

Gemiddeld energiegebruik van diepvriezers

TYPE	ENERGIEGEBRUIK KLASSE A (κWH/JAAR)
100	150
250	230
450	340

Bron: www.energielabel.nl, 2005

Gemiddeld energiegebruik van koel-vrieskasten

NETTO INHOUD (L)	ENERGIEGEBRUIK KLASSE A (κWH/JAAR)
200	190
300	230
400	270

Bron: www.energielabel.nl, 2005

Toelaatbare relatieve luchtvochtigheid diepvriezers

LUCHTTEMPERATUUR (°C)	WAARDE OPTIMALE RV (%)		WAARDE ACCEPTABELE RV (%)	
	MINIMAAL	MAXIMAAL	MINIMAAL	MAXIMAAL
17	-	-	40	87
18	60	73	32	85
19	38	71	26	84
20	38	70	20	82
21	37	69	20	78
22	36	68	19	73
23	35	50	19	68
24	34	34	19	64
25	-	-	19	60
26	-	-	21	47

Bron: www.gamko.nl, 2005

Elektriciteitsverbruik van koel- en vriesapparaten in grootkeukens

APPARAAT	VERMOGEN (KW)	GEbruIKSTIJD (UUR/DAG)	BENUTTINGS- GRAAD (%)
Koelcel	0,8 - 2,6	24	40 - 60
Vriescel	1 - 3,7	24	60 - 70

Bron: www.gamko.nl, 2005

Elektriciteitsverbruik drankenautomaten

SOORT DRANK	VERBRUIK (kWh/JAAR)
Gekoelde dranken	1.000
Warme dranken kantoorafdeling (1,5 kW)	800
Warme dranken kantine (3 kW)	1.700

Gebaseerd op metingen in praktijk.

Bron: Meijer E&M, 2005

Elektriciteitsverbruik koelcompressor, ongeïsoleerde leidingen in koelsysteem

VERBRUIK (kWh/JAAR)	TEMPERATUUR (0°C)			DIAMETER (MM)		
				25	50	100
	15	10	5	4	11	25
				71	95	129
				179	247	337
				449	623	969
				1.200	1.778	2.473
				1.473		

Rekenbasis:

Carnotrendement koelsysteem 60%

Condensortemperatuur 40°C

Verdampstemperatuur 10 K lager dan de vloeistofstemperatuur

Geen aangroei van ijs (dikte compenseert isolerende werking)

Inclusief afvoer warmte van condenserende damp op de leiding

Ruimtetemperatuur 20°C

Absoluut vochtgehalte lucht binnen is gelijk aan buiten

Bron: www.gamko.nl, 2005

Besparende maatregelen drankenautomaten

MAATREGEL	MAXIMALE BESPARING (%)
BUITEN GEbruIKSTIJD	
Boiler uit of stand by	50
Verlichting en display uit Intelligente automaten*	20

*De automaten houden bezoekers bij en gaan zelf in stand-by. Besparing combinatie van andere twee.

Maatregelen alleen toepassen na overleg met leverancier

Bier- en frisdrankkoelers met grote capaciteit

TAPCAPACITEIT (L/UUR)	VERMOGEN (W)
50	815
85	1.165
125	1.745

Elektriciteitsverbruik bierkoelers

TYPE	BASISVERBRUIK (kWh/JAAR)	VERBRUIK PER FUST VAN 50 L (kWh)
Inbouw	150	0,6
Split unit	200	0,8

Geïsoleerde koelbak 40x40x74 cm, bedrijfstijd 8.760 uur/jaar.

Energiebesparende maatregelen koel- en vriesinstallaties

MAATREGEL	BESPARING (%)
Condensors regelmatig reinigen	5 tot 15
Optimale instelling ontdooitijd (in laag-tarief-uren, niet te lang, voldoende vaak)	5 tot 10
Thermostatisch expansieventiel door elektronisch exemplaar vervangen	5 tot 10
Inblazen van lucht (tocht) in koel- of vriesmeubelen vermijden	5 tot 20
Nachtafdekking van open systemen	10 tot 35
Instraling van zon of gloeilampverlichting vermijden	1 tot 4
Isoleren koelleidingen bij split-units	1 tot 5
Koelvitрины en wandmeubelen leeghalen voor nacht en/of weekend, koeling uitschakelen	20 tot 30
Isoleren van koelleidingen	1 tot 5
Deurdranger aanbrengen	tot 5
Deurschakelaar voor celverlichting	tot 5
Frequentieregelaar compressor	2 tot 8
Frequentieregelaar condensor	1 tot 4
Hoogrendement koelaggregaat toepassen	15 tot 20
Hoogrendement ventilatoren toepassen	2 tot 10
Vergroting verdamper- en condensoroppervlak	5 tot 10
Glazen afdekking op koel- en vriesmeubelen	tot 20
Veel kleine kasten vervangen door één grote (multiplex)	10 tot 5

Bron: www.gamko.nl 2005, SenterNovem 2004

Energielabels koelmeubelen

LABEL	ENERGIEVERBRUIK T.O.V. REFERENTIE (%)
A	< 5
B	55 tot 75
C	75 tot 90
D	90 tot 100
E	100 tot 110
F	110 tot 125
G	> 125

Bron: www.energielabel.nl

Uitgangspunten koelssystemen winkels

	BUURTSUPERMARKT	DOORSNEESUPERMARKT	MEGASUPERMARKT
Winkeloppervlak	tot 500 m ²	500 - 1.500 m ²	> 1.500 m ²
Totaal vloeroppervlak (BVO)	375 - 1.000 m ²	1.000 - 2.500 m ²	> 2.500 m ²
Inhoud koelmeubelen incl. ruimtekoeling	26 - 50 m ³	50 - 75 m ³	> 75 m ³
Inhoud koelcellen	18 - 75 m ³	75 - 100 m ³	> 100 m ³
Inhoud vriesmeubelen	5 - 12 m ³	12 - 16 m ³	> 16 m ³
Inhoud vriescellen	5 - 14 m ³	14 - 65 m ³	> 65 m ³

Bron: SenterNovem, 2004

Typen koelsystemen winkels

	KOUDEMIDDEL/ KOUDE DRAGER	KOUDEDRAGER	INVESTERING (X1.000€)	ELEKTRICITEITSVERBRUIK (MWH/JAAR)
BUURTSUPERMARKT				
DX direct systeem	R404A		53	77
DX direct systeem	R407C		52	69
DX indirect systeem	R407C	Glycol	75	80
DX indirect systeem	NH ₃	Glycol	75	74
DX indirect systeem	NH ₃	CO ₂	73	65
Pompsysteem	R404A		75	55
Pompsysteem	R507		72	50
Pompsysteem indirect	R507	Glycol	78	60
DOORSNEESUPERMARKT				
DX direct systeem	R404A		135	130
DX direct systeem	R407C		130	118
DX indirect systeem	R407C	Glycol	156	134
DX indirect systeem	NH ₃	Glycol	163	122
DX indirect systeem	NH ₃	CO ₂	169	118
Pompsysteem	R404A		164	91
Pompsysteem	R507		159	82
Pompsysteem indirect	R507	Glycol	165	98
MEGASUPERMARKT				
DX direct systeem	R404A		266	207
DX direct systeem	R407C		259	187
DX indirect systeem	R407C	Glycol	287	212
DX indirect systeem	NH ₃	Glycol	293	193
DX indirect systeem	NH ₃	CO ₂	316	188
Pompsysteem	R404A		316	143
Pompsysteem	R507		306	128
Pompsysteem indirect	R507	Glycol	300	152

Bron: SenterNovem, 2004

Besparingsopties supermarkten

	MEERINVESTERING (X1.000€)	ENERGIEBESPARING (MWH/JAAR)	TERUGVERDIENTIJD (JAAR)
BUURTSUPERMARKT			
Warmteterugwinning vloerverwarming	5 tot 7	-15*	3 tot 4
Warmteterugwinning luchtverwarming	9 tot 11	-15*	5 tot 6
Elektronisch expansieventiel DX direct	10	8 tot 9	> 10
Elektronisch expansieventiel DX indirect	2		4
Compressor met hoog rendement	0	4 tot 7	0
Frequentieregelaar compressor	0,6	2 tot 4	2 tot 4
Toerenregeling condensor	0,5	1 tot 2	3 tot 8
DOORSNEESUPERMARKT			
Warmteterugwinning vloerverwarming	6 tot 9	-18**	3 tot 4
Warmteterugwinning luchtverwarming	10 tot 12	-18**	5 tot 6
Elektronisch expansieventiel DX direct	18	14 tot 16	> 10
Elektronisch expansieventiel DX indirect	2		4
Compressor met hoog rendement	0	7 tot 12	0
Frequentieregelaar compressor	0,7	4 tot 6	2 tot 3
Toerenregeling condensor	0,5	1 tot 4	2 tot 5
MEGASUPERMARKT			
Warmteterugwinning vloerverwarming	12 tot 15	28***	3 tot 4
Warmteterugwinning luchtverwarming	19 tot 23	28***	5 tot 6
Elektronisch expansieventiel DX direct	32	23 tot 25	> 10
Elektronisch expansieventiel DX indirect	2		4
Compressor met hoog rendement	0	11 tot 19	0
Frequentieregelaar compressor	0,9	6 tot 10	1 tot 2
Toerenregeling condensor	0,5	2 tot 6	1 tot 3

*Besparing ca 10.000 m³ gas

**Besparing ca 11.500 m³ gas

***Besparing ca 20.700 m³ gas

Bron: SenterNovem, 2004

25 Perslucht

Soorten compressoren en hun capaciteit

TYPE	CAPACITEIT (M ³ /MIN)
Zuigercompressor	0 - 5
Kruiskopcompressor	1 - 100
Rootsblower	0 - 1.000
Schottencompressor	0 - 15
Schroefcompressor	0,8 - 600
Tandrotorcompressor	0 - 8
Scrollcompressor	0 - 0,5
Centrifugaal compressor	30 - 3.600
Axiaal compressor	600 - 30.000

Bron: Novem, 1997

Energiegebruiken van compressoren (alleen compressorblok)

DEBIET (M ³ /MIN)	VERMOGEN PER TYPE (KW/M ³ /MIN)				
	ZUIGER	SCHOTTEN	SCHROEF (OLIE-INJECTIE)	SCHROEF (OLIEVRIJ)	RADIAAL
1,2	6,9 - 8,1	6,4 - 7,4	6,3 - 7		
2,4	6,1 - 7,1	5,9 - 6,7	5,9 - 6,6		
3,0	5,9 - 6,9	5,8 - 6,6	5,8 - 6,6		
3,6	5,7 - 6,6	5,7 - 6,5	5,7 - 6,5		
4,8	5,4 - 6,3	5,6 - 6,3	5,6 - 6,4		
6,0	5,3 - 6,0	5,6 - 6,4	5,5 - 6,2	5,7 - 6,0	
7,2	5,1 - 5,8	5,9 - 6,2	5,4 - 6,1	5,7 - 6,0	
9,0	5,0 - 5,7	5,3 - 5,9	5,4 - 6,1	5,7 - 6,0	
12,0	4,8 - 5,5	5,2 - 5,8	5,4 - 6,1	5,6 - 5,9	
18,0	4,6 - 5,1		5,2 - 6,0	5,4 - 5,9	
24,0	4,5 - 4,9		5,2 - 6,0	5,3 - 5,7	5,6 - 5,9
30,0	4,5 - 4,8		5,0 - 5,9	5,2 - 5,7	5,4 - 5,8
36,0	4,4 - 4,7		5,0 - 5,9	5,1 - 5,5	5,3 - 5,8
48,0	4,3 - 4,6		5,0 - 5,9	5,0 - 5,5	5,3 - 5,8
60,0	4,2 - 4,4			5,0 - 5,4	5,0 - 5,6
90,0	4,1 - 4,3			5,0 - 5,3	5,0 - 5,5
120,0	4,1 - 4,3				5,0 - 5,4

Bron: Novem, 1997

Energieverlies door een lek

DIAMETER LEK (MM)	LUCHTVERLIES (M ³ /MIN)	ENERGIEVERLIES (κWH/JAAR)
1	0,074	6.000
2	0,38	24.000
4	1,30	60.000
6	2,20	100.000

*Werkdruk 6 bar, 8.000 bedrijfsuren

Bron: Gietart, 1997

Energiegebruik persluchtpistool

TYPE	LEKVERLIES (κWH/JAAR)*
Conventioneel	210
Transvectormondstuk	15

*Werkdruk 7 bar, 15 minuten per dag

Besparende maatregelen perslucht

Verlaging van werkdruk
Vermindering lekverliezen
Aanpassing blaasmonden
Afsluiten machines buiten gebruik
Vervangen drukcilinders door elektromotoren
Verlagen leidingweerstand
Vergroting drukcilinders
Aanleg van een lagedruknet
Aanzuigen van koude buitenlucht (denk om geluid)
Hergebruik compressorwarmte (verwarming)
Goede keuze compressorcapaciteit (ivm. nullastverliezen)
Aanschaf hoog-rendementcompressoren
Verfijning volgordeschakeling/ pressostaten
Onderhoud filters (aanzuigdruk omhoog)
Aanschaf compressor met modulerende regeling
Toerenregeling op compressor
Voorschakelen van gasmotor plus warmtegebruik
Automatische condensafscidders

Bron: Novem

Maximale flow door persluchtleidingen voor schatting verbruik

UITWENDIGE LEIDINGDIAMETER (MM)	WERKDRUK/LEIDINGLENGTE/MAX. FLOW (M ³ /MIN)					
	7,5 BAR			10 BAR		
	TOT 50 M	TOT 100 M	TOT 200 M	TOT 50 M	TOT 100 M	TOT 200 M
20	0,5			0,5		
27	1,5	1,0		1,5	1,0	
32	3,0	1,5	1,0	2,0	1,5	1,0
40	5,0	3,0	1,5	5,0	3,0	1,5
50	10,0	7,5	7,5	10,0	7,5	7,5
65	17,5	15,0	10,0	17,5	15,0	10,0
75		20,0	15,0	30,0	20,0	15,0

Bron: ROVC, 1993

Kompas energiebewust wonen en werken

Deze brochure is een uitgave in het kader van Kompas energiebewust wonen en werken, een opdracht van het ministerie van VROM aan SenterNovem. Dit programma heeft als doel bij te dragen aan de vermindering van de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving. Het accent ligt hierbij op grootschalige inzet van 'bedrijfszekere' instrumenten. Het programma gaat vooral uit van de mogelijkheden bij doelgroepen in de markt. Deze doelgroepen zijn gemeenten, woningcorporaties, projectontwikkelaars (woningbouw en utiliteitsbouw), eigenaar bewoners, installateurs, institutionele beleggers, eigenaar-gebruikers (utiliteitsbouw) en huurders (utiliteitsbouw)

Meer informatie: www.senternovem.nl/kompas
Helpdesk: SenterNovem, telefoon: 030 239 35 33

SenterNovem stimuleert duurzame ontwikkeling en innovatie door een brug te slaan tussen markt en overheid. Op professionele wijze voert SenterNovem overheidsbeleid uit rond innovatie, energie & klimaat en milieu & leefomgeving. Bedrijven, instellingen en overheden kunnen bij SenterNovem terecht voor het realiseren van maatschappelijke doelstellingen op deze terreinen, nationaal en internationaal. SenterNovem is een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken. Meer informatie: www.senternovem.nl.

Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag
Telefoon 070 373 50 00
Telefax 070 373 51 00

Catharijnesingel 59
Postbus 8242
3503 RE Utrecht
Telefoon 030 239 34 93
Telefax 030 231 64 91

Swentiboldstraat 21
Postbus 17
6130 AA Sittard
Telefoon 046 420 22 02
Telefax 046 452 82 60

Dokter van Deenweg 108
Postbus 10073
8000 GB Zwolle
Telefoon 038 455 35 53
Telefax 038 454 02 25

www.senternovem.nl
info@senternovem.nl

2KPGE-07.05