
VERKLARENDE ENERGIEGEBRUIKSFACTOREN KANTOORGEBOUWEN

W.G. van Arkel
ECN-Beleidsstudies
Petten

NEEDIS
Postbus 1
1755 ZG Petten

NDS-98-001

telefoon: 0224-564750
telefax : 0224-563338

september 1998

Verantwoording

Dit rapport is geschreven als onderdeel van het Nationale Energie Efficiency Data Informatie Systeem (NEEDIS). In de stichting NEEDIS zijn het Ministerie van Economische Zaken, Sep en Gasunie vertegenwoordigd. De stichting NEEDIS heeft aan ECN opdracht verleend het data informatie systeem verder te ontwikkelen.

Het doel van NEEDIS is om een algemeen erkend en in beginsel openbaar databestand samen te stellen en actueel te houden. In dit databestand wordt informatie opgenomen over het energieverbruik en verklarende factoren hierbij van verschillende sectoren in de industrie, gebouwde omgeving en agrarische sector.

Het onderzoek, uitgevoerd bij ECN-Beleidsstudies, heeft tot doel na te gaan of het mogelijk is met behulp van een steekproef inzicht te verkrijgen in de factoren die een rol spelen op het energiegebruik in kantoorgebouwen.

INHOUD

SAMENVATTING EN CONCLUSIES	5
1. INLEIDING	9
2. STEEKPROEFOPZET	11
3. EVALUATIE VAN DE ENQUÊTE	13
3.1 Algemeen	13
3.2 Algemene gebouwgegevens	13
3.3 Algemene bedrijfsgegevens	13
3.4 Gebruiksgegevens	16
4. ANALYSE	17
4.1 Algemeen	17
4.2 Verklarende factoren	17
4.3 Gasverbruik	20
4.4 Elektriciteit	24
5. DISCUSSIE	27
6. ADVIES VOOR MONITORING	29
LITERATUUROVERZICHT	31
BIJLAGE A ENQUÊTEFORMULIER ENERGIE	33
BIJLAGE B TRANSFORMATIE DATA	35
BIJLAGE C KANTOREN (excl. GROOTHANDEL)	37
BIJLAGE D GROOTHANDEL	39

September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het kader van NEEDIS is een enquête uitgevoerd bij 225 kantoorhoudende bedrijven naar het verbruik aan energiedragers in relatie tot de activiteit (fysieke factoren), de mate van isolatie en het gebruik van energiebesparende apparaten (de energetische factoren). De opzet van het onderzoek was:

- a. Te ervaren of de bedrijven bereid en in staat zijn de benodigde gegevens te leveren.
- b. Schattingen te maken van de bijdragen van de diverse factoren op de verschillen in het verbruik.
- c. Suggesties te doen m.b.t. monitoring.

Gebleken is dat het voor de geënquêteerde bedrijven moeilijk is om alle vragen te beantwoorden. Volledigheid was in dit onderzoek gewenst omdat dit voor het bepalen van de invloed afzonderlijke factoren op het energiegebruik noodzakelijk is. Dankzij de inspanning, o.a. door telefonische navraag bij de geënquêteerden, is toch 2/3 deel van de antwoorden bruikbaar voor de totale analyse. In de steekproef zijn bewust, naast kantoren die vallen onder financiële instellingen en zakelijke dienstverlening, kantoren opgenomen van groothandel- en expeditiebedrijven alsmede van (kleine) industriële bedrijven.

Enquêteresultaten

In onderstaande tabel zijn de waargenomen specifieke gebruiken per m² en per werknemer gegeven, tezamen met enkele resultaten uit het CBS-onderzoek van 1994.

Steekproef	Aardgas [m ³]			Elektriciteit [kWh]		
	aantal cases	per m ²	per werknemer	aantal cases	per m ²	per werknemer
Alle bedrijven	147	30	1166	156	107	5190
- w.v. Groothandelskantoren	63	45	1821	63	113	5879
- Industriële kantoren	26	20	860	29	106	4376
- Financiële kantoren	58	17	593	64	100	4880
Kantoren (excl. groothandel)	84	18	676	93	102	4723
CBS-1994		15	645		104	4472

De uitkomsten voor groothandelskantoren zijn duidelijk veel hoger dan die van de industriële en financiële kantoren. De gemiddelde resultaten van kantoren (excl. groothandel) komen redelijk overeen met de uitkomsten van het CBS. Verdere analyse laat zien dat de gegevens van de groothandelskantoren naar verhouding veel waarden vertonen die extreem zijn t.o.v. het algemene beeld, zodat conclusies met name betrekking hebben op kantoren in de financiële en industriële sectoren. Voor groothandelskantoren is echter voldoende materiaal aanwezig om onder het nodige voorbehoud vergelijkingen te maken en conclusies te trekken.

De waargenomen penetratie van isolatie-maatregelen en van HR-ketels is nagenoeg hetzelfde als gevonden in de energiebesparingsmonitor van EnergieNed [4]. Hieruit valt af te leiden dat een steekproef van deze omvang voldoende representatief is voor de betreffende soort gebouwen.

Verklarende factoren

Naast de invloed van de fysieke grootheden oppervlakte en aantal werknemers blijkt het mogelijk om van een aantal belangrijke andere factoren de invloed op het energieverbruik kwantitatief te bepalen. Er zijn schattingen gemaakt van dat deel van de spreiding in het energieverbruik van kantoorgebouwen dat door deze factoren kan worden verklaard.

Onderstaand zijn de gevonden verklaringen voor de spreiding cumulatief weergegeven voor de significante factoren.

	Gasverbruik			Elektriciteitsverbruik	
	oppervlak [%]	werknemers [%]		oppervlak [%]	werknemers [%]
<i>Kantoren</i>					
Fysiek	63	51	Fysiek	64	64
+ Isolatie	69	58	+ Buiten k.u. ¹	68	67
+ Ketelleeftijd	71	63	+ Airco	70	
			+ Licht ²	71	
<i>Groothandel</i>					
Fysiek	60	47	Fysiek	54	67
+ Isolatie	61	48	+ Buiten k.u. ¹	59	68
+ Ketelleeftijd	68	51	+ Airco	60	

1 Het al of niet buiten kantooruren werken

2 Het percentage armaturen met conventionele verlichting

Het *aardgasverbruik* blijkt in belangrijke mate te worden bepaald door het aantal werknemers en daarmee samenhangend de grootte van het gebouw. De variatie in het gasverbruik wordt het meest verklaard door het oppervlak (63%) en minder door het aantal werknemers (51%). Daarnaast is gevonden dat de mate van isolatie nog een extra verklaring geeft van respectievelijk 6 en 7%. Het verschil in leeftijd van de ketel verklaart nog eens 2% extra wanneer uitgegaan wordt van het oppervlak, bij werknemers als basis verklaart de ketelleeftijd 5%. Daarmee wordt uitgaande van het oppervlak een maximale verklaring bereikt van 71% van de verschillen in het gasverbruik tegen 63% bij werknemers. Van andere factoren zoals eigendom, ligging en leeftijd van het kantoorgebouw, alsmede werken buiten kantooruren is geen significante bijdrage gevonden. Wel zijn sommige invloeden onderling gecorreleerd, zoals de leeftijd van een gebouw en de mate van isolatie. Voor de groothandelskantoren vertonen de resultaten t.a.v. het gasverbruik hetzelfde beeld als bij de kantoren zij het dat het door de werknemers verklaarde deel aanzienlijk minder is. Opvallend is dat de verschillen in elektriciteitsverbruik bij de groothandel aanzienlijk meer verklaard worden door het aantal werknemers.

Kantoorgebouwen die volledig zijn geïsoleerd gebruiken ca 15 m³ aardgas per m² oppervlak minder dan gebouwen die niet of nauwelijks zijn geïsoleerd. In gebouwen met nieuwe ketels wordt ca 7 m³ aardgas per m² minder verbruikt dan in gebouwen met ketels ouder dan 10 jaar.

De variatie in het *elektriciteitsverbruik* wordt voor 64% verklaard door zowel het oppervlak als het aantal werknemers. Het al of niet buiten kantooruren werken geeft een extra verklaring van 3 à 4%. Wordt uitgegaan van het oppervlak dan is er nog enige invloed aantoonbaar van de mate waarin energiebesparende verlichting is geïmplementeerd (2%) en de aanwezigheid van airconditioning 1%. Van dit laatste moet worden opgemerkt dat het effect mogelijk samengaat met de mate van computergebruik. In totaal worden de verschillen voor maximaal 71% verklaard. Voor groothandelskantoren wordt voor verlichting en airconditioning geen invloed is geconstateerd.

Conclusie

Gesteld kan worden dat het, ook met een enquête van grotere omvang, moeilijk zal blijven om meer te verklaren dan ca 70% van de variatie in verbruik. Een omvang van 200 à 300 kantoren is daarom voldoende om de verschillende invloeden te bepalen. Daarbij geldt wel de opmerking dat van alle waargenomen gebouwen alle gevraagde gegevens bekend moeten zijn. Naast oppervlak en aantal werknemers moeten ook worden gevraagd naar de variabelen zoals die in bovenstaande tabel zijn vermeld.

September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

1. INLEIDING

Binnen NEEDIS leeft de gedachte dat het energieverbruik in de utiliteit in de toekomst van steeds meer belang zal worden. Daarom is besloten een onderzoek van beperkte omvang uit te voeren teneinde een indruk te krijgen van dat deel van het verbruik aan energiedragers dat door volumefactoren zoals economische activiteit (omzet, toegevoegde waarde) en/of fysieke prestatie (werknemers, oppervlak) kan worden verklaard. Werknemers en toegevoegde waarde zijn grootheden die relatief gemakkelijk kunnen worden waargenomen en daarom veel worden gebruikt om het verbruik te schatten. Gezien echter alle ontwikkelingen op het gebied van bouwen, isoleren en installaties die er op gericht zijn om het verbruik van energie terug te dringen is het nodig een idee te hebben over de invloed hiervan op het verbruik. Concreet moet hierbij worden gedacht aan gebouwkenmerken (o.a. de opbouw van het oppervlak), de mate van isolatie, het type verwarmingsketel, de aanwezigheid van air-conditioning, de penetratie van computers en energiebesparende verlichting en het gebruik van het gebouw

Het CBS heeft over de jaren 1990 [1] en 1994 [2] onderzoek gedaan naar het verbruik in het bank- en verzekeringswezen en de zakelijke dienstverlening. Daarbij zijn gegevens beschikbaar gekomen over het verbruik per werknemer en het verbruik per m² vloeroppervlak, andere variabelen zijn niet meegenomen. Via specifieke onderzoeken is wel het één en ander bekend over het verbruik voor klimaatbeheersing, verlichting, automatisering en overige toepassingen, maar een uitgebreid onderzoek ten behoeve van monitoring is tot op heden niet uitgevoerd.

Teneinde te ervaren of met een steekproef van beperkte omvang redelijk inzicht kan worden verkregen in genoemde bijdragen is aan het EIM opdracht verstrekt om een enquête uit te voeren bij 200 bedrijven. In overleg met ECN is de enquête samengesteld die schriftelijk is uitgevoerd met een telefonische follow-up. De vraagstelling is zo compleet mogelijk geweest voor wat betreft de factoren die een rol kunnen spelen bij het energiegebruik.

EIM heeft de gegevens verzameld en in een databestand vastgelegd onder SPSS-formaat. Na een gezamenlijke evaluatie zijn de gegevens overgedragen aan het ECN die de analyse heeft uitgevoerd. Dit verslag bevat een beschrijving van de ervaringen bij het uitzetten van de enquête, het evalueren van de antwoorden alsmede de resultaten betreffende de invloeden van de diverse factoren.

September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

2. STEEKPROEFOPZET

In overleg met de NEEDIS-beheerder is een lijst met vragen samengesteld waarin naast de vragen over het verbruik aan gas, elektriciteit en overige energiedragers, vragen zijn opgenomen over factoren waarmee verschillen in energieverbruik kunnen worden verklaard. Daarbij zijn de volgende onderdelen aan de orde gekomen:

- algemene bouwgegevens (ligging, bouwjaar en eigendomsverhouding),
- bedrijfsgegevens zoals aantal werknemers, omzet, aantal computers,
- verbruik van elektriciteit, gas, warmte en andere brandstoffen over 1995,
- de mate waarin isolatie is toegepast (gevel, dak, glas),
- geïnstalleerde verlichting en klimaatapparatuur (o.a. soort verwarming),
- gegevens over oppervlak van vloer, gevel en ramen,
- het gebruik van de verschillende onderscheiden ruimten.

Een afdruk van de uiteindelijke vragenlijst is als Bijlage A aan dit verslag toegevoegd.

Op grond van de BIK-code, zoals door de Kamers van Koophandel wordt gehanteerd voor de classificatie van bedrijven in bedrijfsklassen, is door het EIM aan een groot aantal bedrijven gevraagd of men aan het onderzoek wilde meewerken. De populatie werd gevormd door bedrijven die behoorden tot de volgende klassen:

- de kantoorbranches (BIK 511, 66 tot en met 742),
- de industriële branches (BIK 292 tot en met 33),
- de groothandel en de expeditiebedrijven (BIK 514-517 en 634).

De BIK-code komt nagenoeg overeen met de SBI-code van het CBS, verschillen zijn er alleen bij een hoger aantal digits.

Binnen deze clusters zijn 3 grootteklassen onderscheiden namelijk bedrijven met 10-49 werknemers, met 50 -99 werknemers en met 100 -500 werknemers.

Op een eerste verzoek of men aan de enquête wilde deelnemen hebben 800 respondenten positief gereageerd. Aan deze bedrijven is de vragenlijst toegezonden met het verzoek deze in te vullen. Via telefoon is daarna getracht de beantwoording compleet te maken. Uiteindelijk is het gelukt om van 225 bedrijven een redelijk complete set met gegevens te verkrijgen.

September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

3. EVALUATIE VAN DE ENQUÊTE

3.1 Algemeen

Het doel was om van 200 bedrijven bruikbare antwoorden te krijgen. Uiteindelijk zijn van 225 bedrijven een ingevulde enquêteformulier terugontvangen. Met dit aantal is in ieder geval voor de voornaamste variabelen (verbruik aan energiedragers) een voldoende aantal respondenten beschikbaar. Ondanks de inspanning is het niet gelukt om van alle bedrijven over alle onderdelen een antwoord te krijgen. Het gevolg is dat voor het onderzoeken van bepaalde relaties soms maar 2/3 van de cases bruikbaar zijn. De gegevens zijn door EIM aangeleverd in de vorm van een SPSS-bestand.

Bij evaluatie bleek o.a. dat ten aanzien van de invulling van het energieverbruik niet altijd duidelijk was in welke dimensie het antwoord moest worden gegeven. Waar mogelijk is dit achteraf door navragen gecorrigeerd, terwijl in andere gevallen een waarde is geschat (bijvoorbeeld op basis van de gemiddelde prijs voor elektriciteit en aardgas). Het enquêteformulier is als Bijlage A weergegeven.

3.2 Algemene gebouwgegevens

Dit onderdeel betreft de ligging, bouwjaar en eigendomsverhouding van het gebouw en is volledig ingevuld door 215 bedrijven. De verdeling over de categorieën is in tabel 3.1 gegeven.

Tabel 3.1: *Waargenomen gebouwen naar bouwjaar, ligging en eigendomsverhouding*

Bouwjaar	Ligging					Eigendom		
	totaal aantal	vrij	grenzend aan	onderdeel van	anders	eigendom	eigen exploit.	huur of lease
na 1990	51	41	3	7	-	20	7	24
1981-1990	59	45	7	5	2	25	12	22
1971-1980	42	32	3	6	1	15	6	21
1961-1970	32	20	6	4	2	14	8	10
voor 1961	31	16	7	4	4	14	4	13
totaal	215	154	26	26	9	88	37	90

3.3 Algemene bedrijfsgegevens

Van 4 bedrijven is geen opgave verkregen van het aantal *werkzame personen*.

Op de vraag of er *buiten de kantooruren wordt gewerkt* is door 112 bedrijven een positief antwoord gegeven. In 76 gevallen is een schatting gegeven van het percentage uren dat buiten de normale kantooruren wordt gewerkt.

Er is gevraagd naar *de soort bedrijfstak* waartoe het bedrijf behoort. Er zijn 12 bedrijfstakken onderscheiden volgens de indeling van de Kamers van Koophandel (BIK'95). Deze indeling komt nagenoeg overeen met de SBI-indeling 1993 van het CBS.

De antwoorden op de vraag over *de omzet* zijn onbruikbaar. Er waren hierbij twee mogelijkheden nl. een precieze opgave en het aangeven van een vooraf gedefinieerde klasse voor de omzet in 1995. De klasseindeling bleek echter niet goed. De opgegeven omzet bleek aanzienlijk groter dan verwacht. Gebleken is ook dat in een aantal gevallen de totale omzet van een onderneming is vermeld. In deze situatie is het niet juist om de relatie tussen omzet en energieverbruik te bepalen. Voor de vraag over de toegevoegde waarde geldt hetzelfde, bovendien is deze vraag slechts in 25% van de gevallen beantwoord.

Een belangrijk onderdeel van de enquête betreft *het energiegebruik*. Voor gas, elektriciteit en overige energiedragers is gevraagd naar zowel de kosten als de fysieke hoeveelheid. Opgemerkt moet worden dat voor 'overige energiedragers' in de enquête niet is aangegeven in welke eenheid dit moest worden vermeld, uiteraard geeft dit achteraf problemen bij de analyse. In totaal blijken 33 bedrijven niets te hebben ingevuld bij het energieverbruik, terwijl in 20 gevallen het verbruik van slechts één van de energiedragers is gegeven. Dit houdt in dat er van maximaal 175 bedrijven gegevens over zowel elektriciteit als brandstof bekend zijn. In tabel 3.2 is vermeld hoeveel antwoorden zijn verkregen in de diverse categorieën.

Tabel 3.2: *Bruikbare antwoorden per categorie energiegebruik*

	Alleen in gulden	Alleen in fysieke eenheden	Zowel in gulden als in fysieke eenheden	Totaal bruikbaar
Gasverbruik	37	23	102	162
Overig (brandstof)verbruik	19	6	19	44
Elektriciteitsverbruik	37	23	115	175

In 7 gevallen is *het aantal computers* (=beeldschermen) niet ingevuld. Het is niet duidelijk of er geen aanwezig zijn of dat men niets heeft ingevuld. Per bedrijf is tevens aangegeven hoeveel uur per dag de beeldschermen aan staan.

In de enquête is onderscheid gemaakt in vier soorten *ruimtegebruik*. Van iedere soort is gevraagd naar de *mate van isolatie* van de buitengevel, dak en ramen, terwijl tevens gegevens zijn gevraagd waarmee het oppervlak kan worden bepaald. In tabel 3.3 is vermeld hoeveel (bruikbare) antwoorden per categorie zijn ontvangen.

Tabel 3.3: *Antwoorden op vragen over isolatie en over oppervlak*

Ruimte	Isolatie			Oppervlak			
	gevel	dak	ramen	totaal	gevel	dak	ramen
Kantoor	206	198	220	209	159	114	128
Verwarmde opslag	127	128	126	119	66	54	52
Overig verwarmd	138	129	137	79	58	43	40
Niet verwarmd	172	168	105	50	25	22	8

Uit de antwoorden op de vragen valt moeilijk direct af te leiden of er in een bedrijf naast kantoorruimte nog andere ruimten zijn. Er is geen onderscheid gemaakt tussen 'niet bekend' en 'geen ruimte aanwezig', in beide gevallen is er niets ingevuld. Over de oppervlakte zijn aanzienlijk minder antwoorden gegeven dan over isolatie.

Voor 124 bedrijven is het totale gasverbruik bekend en zijn van de kantoorruimte gegevens ingevuld over het vloeroppervlak, het oppervlak van de buitengevel alsmede het percentage ramen.

Er is een vraag opgenomen over het type *verwarmingsinstallatie*. In 17 gevallen is deze vraag niet beantwoord, terwijl bij 31 cases is opgegeven dat er een "andere installatie" staat dan de te kiezen typen. Hierover is apart gerapporteerd. De vraag over de ouderdom van de verwarmingsinstallatie is door 29 bedrijven niet beantwoord. Van 215 gebouwen is het bouwjaar bekend. In tabel 3.4 is het aantal opgestelde verwarmingsketels vermeld naar bouwjaar van de gebouwen.

Tabel 3.4: *Overzicht van opgestelde verwarmingsinstallaties*

Bouwjaar	HR-ketel		Overige CV-ketels		Stadsverwarming	Overig	Totaal aantal antwoorden	Totaal aantal gebouwen
	n	%	n	%	n	n	n	n
na 1990	18	39	25	54	2	1	46	51
1981-1990	32	59	16	29	6	1	55	59
1971-1980	22	63	10	29	1	2	35	42
1961-1970	16	59	5	19	3	3	27	32
voor 1961	16	59	8	30	2	1	27	31
totaal	104	55	64	34	14	8	190	215

In 46% van de gevallen is vermeld dat er *airconditioning* aanwezig is. De vragen over de *verlichting* zijn door bijna alle bedrijven ingevuld. Er is gevraagd naar de al of niet aanwezigheid van energiebesparende lampen met daarnaast de vraag een inschatting te geven van welk deel de betreffende soort uitmaakt van het totaal. Uit de verkregen antwoorden is gebleken dat niet duidelijk is geweest wat er onder 'totaal' moest worden verstaan. Het algehele totaal of het totaal per betreffende soort. In tabel 3.5 zijn naast de aantallen ook percentages weergegeven over de mate waarin de energiebesparende TL-buizen zijn ingezet bij bedrijven. Hetzelfde geldt voor de spaarlampen.

Tabel 3.5: *Antwoorden op de vraag naar de aanwezigheid van airconditioning en spaarlampen*

Bouwjaar	Totaal aantal	Airconditioning		Verlichting					
		ja	nee	TL spaar		Gloeilamp spaar			
		%	%	aantal n	% per bedrijf	% per bedrijf	aantal n	%	% per bedrijf
na 1990	51	39	61	11	22	63	30	59	16
1981-1990	59	39	61	21	38	53	28	47	17
1971-1980	42	45	55	11	26	64	14	33	14
1960-1970	32	59	41	12	38	42	20	62	17
voor 1961	31	48	52	13	42	46	12	39	12
totaal	215	45	55	68	32		104	48	

3.4 Gebruiksgegevens

Om inzicht te krijgen in het gebruik van energie t.b.v. verwarming e.d. *in de verschillende ruimten* is gevraagd een opdeling te maken van de energiekosten. Hierbij is de mogelijkheid geboden om dit voor gas en elektriciteit op te splitsen. In het geval dit niet mogelijk is, is gevraagd om een schatting te maken in percentages. De response op deze vraag was zodanig dat hiermee geen verdere analyse kan worden uitgevoerd.

4. ANALYSE

4.1 Algemeen

Opzet van de studie is te bepalen wat de kwantitatieve invloed is van de diverse factoren op het energieverbruik van kantoorgebouwen. Daarvoor zijn in de enquête (Bijlage A) vragen opgenomen over de diverse aspecten waarvan mag worden verwacht dat deze het gebruik van energie beïnvloeden.

Tot voor enkele jaren werd in de CBS-statistieken voor kantoorhoudende dienstverlening [1] alleen werkzame personen vermeld. Met ingang van 1994 [2] is tevens het vloeroppervlak van het gebouw opgevraagd. De omzet en toegevoegde waarde zijn andere grootheden die per sector doorgaans wel bekend zijn. Genoemde grootheden kunnen worden beschouwd als een maat voor de activiteit binnen het betreffende kantoorgebouw. Als deze activiteit groter is dan zal naar verwachting het energiegebruik ook groter zijn.

In het rapport van CEA [5] wordt een onderscheid gemaakt in economische parameters (omzet), fysieke prestatie (werknemers, bruto vloeroppervlak) en energetische prestatie (isolatiegraad, type ketel, type verlichting, informatie- en communicatieapparatuur, beter huishouden)

Na de invloed van de fysieke prestatie zal nader worden ingegaan op de invloed van bouwgegevens, isolatie en installaties op het verbruik.

4.2 Verklarende factoren

Zoals eerder besproken wordt het verbruik aan aardgas en elektriciteit in de eerste plaats bepaald door de omvang van het gebouw die weer in belangrijke mate samenhangt met het aantal werknemers. In de statistieken van het CBS wordt het verbruik aan aardgas gegeven per m² vloeroppervlak en per werknemer. De betreffende CBS gegevens voor het jaar 1994 zijn in tabel 4.1. vermeld. In de steekproef is van 152 bedrijven zowel het aardgasverbruik als het oppervlak en het aantal werknemers bekend zodat vergelijkbare specifieke verbruiken kunnen worden berekend. De resultaten zijn per groep van kantoren bepaald. Hetzelfde geldt voor het verbruik aan elektriciteit.

Worden alle kantoren tezamen beschouwd dan is het specifiek verbruik van aardgas in de steekproef beduidend hoger dan die welke in 1994 door het CBS is gevonden. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de hoge waarden bij de groothandelskantoren. Hetzelfde geldt voor het specifieke verbruik aan elektriciteit, ook hiervoor zijn de steekproefwaarden bij de groothandelskantoren hoger dan voor de andere kantoren. Bij de financiële kantoren is het specifiek verbruik in alle gevallen het kleinst. De standaarddeviatie van het gemiddelde voor alle kantoren bedraagt iets meer dan 10% van het gemiddelde.

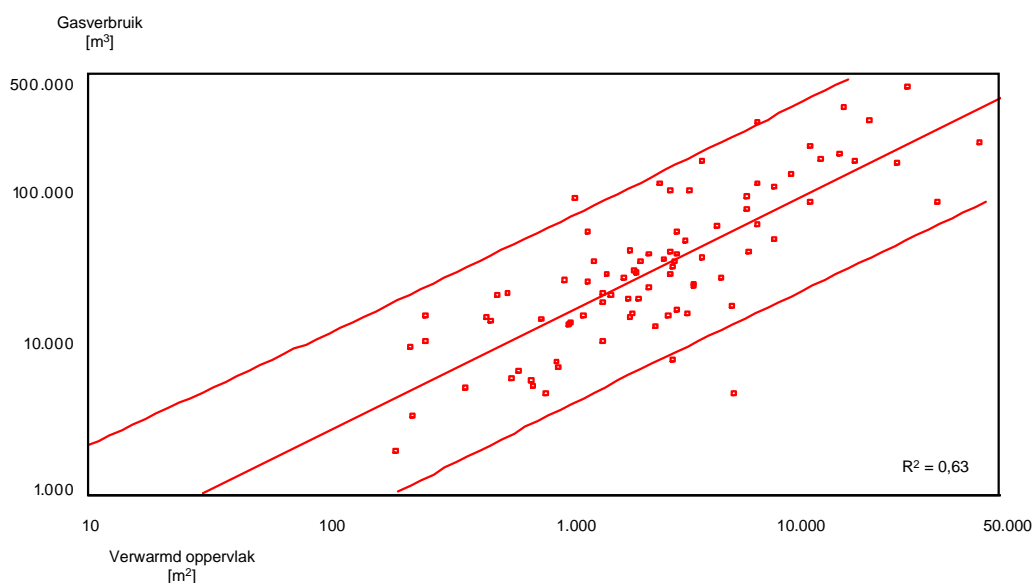
Voor de verklaring van de onderlinge verschillen en de verschillen met het CBS kan een rol spelen dat voor het verbruik van aardgas per m² alleen het oppervlak van de verwarmde ruimte is meegenomen. Wordt bij kantoorgebouwen gerekend met het totale oppervlak dan is het specifiek verbruik van de kantoren slecht 0,5 lager maar bij de groothandelskantoren is het verschil aanzienlijker en bedraagt 36 in plaats van 45 m³/m².

Tabel 4.1: Verbruik per m² en per fte

Steekproef	Aardgas in m ³			Elektriciteit in kWh		
	aantal cases	per m ²	per werknemer	aantal cases	per m ²	per werknemer
Alle bedrijven	147	30	1166	156	107	5190
- w.v. Groothandelskantoren	63	45	1821	63	113	5879
- Industriële kantoren	26	20	860	29	106	4376
- Financiële kantoren	58	17	593	64	100	4880
Kantoren (excl. groothandel)	84	18	676	89	102	4723
CBS-1994		15	645		104	4472

Teneinde te kunnen nagaan wat de invloed van andere factoren is op het verbruik zullen de waargenomen hoeveelheden moeten worden ontdaan van het volume-effect. Zoals te verwachten blijkt het oppervlakte en aantal werknemers sterk met elkaar gecorreleerd zijn. Een belangrijke constatering bij het bepalen van de relatie tussen oppervlak respectievelijk aantal werknemers en het verbruik van aardgas en elektriciteit is het feit dat er wel een significante correlatie is, maar dat er een relatief groot aantal uitschieters zijn. Bovendien laat verdere analyse zien dat de spreiding in verbruik groter is naarmate de fysieke grootheid groter is. Dit is met name van belang bij het analyseren van de bijdragen van de andere factoren in de verklaring van de variatie van uitkomsten. Teneinde deze analyses toch te kunnen uitvoeren zijn enkele statistische bewerkingen toegepast. Het betreft de logaritmische transformatie van zowel de fysieke grootheden (oppervlak en werknemers) als het energieverbruik. Zie het voorbeeld in Bijlage B.

Het is duidelijk dat de groothandelskantoren een ander verbruik hebben dan de rest van de kantoren, bovendien behoort de groothandel niet tot de onderzochte bedrijven waarover in [2] door het CBS is gerapporteerd. Daarom zal in de verdere analyse groothandelskantoren apart worden beschouwd. Om een idee te krijgen over de relatie die ontstaat na de transformatie is in figuur 1 het spreidingsdiagram gegeven van het aardgasverbruik tegen het oppervlak. Van de beschikbare gegevens zijn er twee weggelaten omdat de uitkomsten zeer sterk afwijken van het gemiddelde beeld terwijl bovendien bleek dat de gebouwen op stadsverwarming waren aangesloten maar toch nog een (laag) verbruik aan aardgas hadden.



Figuur 4.1: *Relatie tussen oppervlak en gasverbruik op log-logschaal ($R^2 = 0,63$)*

Zoals blijkt zijn er nog enige waarnemingen die buiten de 95% betrouwbaarheidsgrenzen vallen maar er is geen reden om deze weg te laten en mogelijk kunnen deze afwijkingen worden verklaard door één van de andere nog te onderzoeken factoren. Zoals blijkt kan via het oppervlak ruim 63% van de totale variatie in gasverbruik worden verklaard. In Bijlage C zijn de spreidingsdiagrammen van de andere relaties voor kantoren (excl. groothandel) opgenomen en wel die tussen het aantal werknemers en het gasverbruik met een verklaring van 51% en die tussen het elektriciteitsverbruik en het oppervlak respectievelijk het aantal werknemers met beide 64%.

Voor groothandelskantoren zijn deze berekeningen ook gemaakt. Het gasverbruik wordt voor 60% verklaard door het oppervlak terwijl het aantal werknemers slechts 47% verklaart. Voor elektriciteit is het net andersom. Het verschil in oppervlak verklaart 54% van de totale variatie terwijl het aantal werknemers 67% verklaart (zie figuren in Bijlage D). De beide groepen vertonen t.a.v. dit aspect hetzelfde beeld.¹

In tabel 4.2 zijn de percentages vermeld die aangeven welk deel van de variatie in het verbruik wordt verklaard door de fysieke grootheden.

¹ Voor de kantoorgebouwen wordt de schatting van het verbruik verkregen via onderstaande relaties:
 $\log(\text{gas in m}^3) = 2,8 + 0,93 * \log(\text{werknemers})$
 $\log(\text{gas in m}^3) = 1,9 + 0,79 * \log(\text{oppervlakte in m}^2)$
 $\log(\text{elektriciteit in kWh}) = 3,00 + 1,25 * \log(\text{werknemers})$
 $\log(\text{elektriciteit in kWh}) = 1,70 + 1,03 * \log(\text{oppervlakte in m}^2)$

Tabel 4.2: *Deel van de spreiding in het verbruik verklaard door fysieke grootheden*

	Gasverbruik verklaard door:		Elektriciteitsverbruik verklaard door:	
	oppervlak	werknemers	oppervlak	werknemers
Kantoren	63%	51%	64%	64%
Groothandel	60%	47%	54%	67%

Bij kantoren (excl. groothandel) verklaart het (verwarmd) oppervlak beduidend meer van de spreiding in het verbruik dan het aantal werknemers. Voor elektriciteit is de verklaring hetzelfde. Bij de groothandel wordt het gasverbruik het best verklaard door het (verwarmd) oppervlak, terwijl het elektriciteitsverbruik beter door het aantal werknemers wordt verklaard.

Zoals beschreven zijn er twee soorten energetische factoren die invloed hebben op verbruik van brandstof en elektriciteit. In de eerste plaats is dat het gebouw en in de tweede plaats de installaties voor verwarming, verlichting e.d. Bovendien is het belangrijk hoe het gebouw gebruikt wordt, bijvoorbeeld of er alleen maar tijdens normale kantooruren wordt gewerkt of dat er ook buiten de normale uren gebruik wordt gemaakt van het gebouw. In de volgende paragrafen zal de invloed van deze factoren worden gekwantificeerd.

4.3 Gasverbruik

Gebouwkenmerken

Omdat de uitkomsten van de groothandelskantoren nogal afwijkend zijn t.o.v. die van de overige kantoren zal de analyse zich eerst richten op deze laatste groep omdat er een vergelijking kan worden gemaakt met cijfers die eerder door het CBS zijn gepubliceerd. In de tabellen zijn de gegevens over de groothandelskantoren echter wel opgenomen en waar relevant zal er in de tekst expliciet aandacht aan worden besteed.

Van de gebouwen is zowel de ligging, het bouwjaar en de eigendomsverhouding bekend. Bovendien is gegeven in welke mate het gebouw is geïsoleerd. Eerst zullen de algemeen waargenomen gegevens worden beschouwd waarna zal worden gekeken of er een relatie bestaat tussen de mate van isolatie en het gebruik van gas.

Het verschil tussen het specifiek verbruik aan aardgas per m² bij de drie onderscheiden typen van ligging is statistisch niet significant. Wel wordt bij de vrijstaande gebouwen een hoger specifiek verbruik gevonden dan bij gebouwen die onderdeel zijn van een ander gebouw of aan een ander gebouw grenzen.

Voor kantoorgebouwen (niet groothandel) geldt dat het specifiek verbruik hoger is naarmate het gebouw ouder is. Voor de groothandel is deze relatie niet gevonden.

Tabel 4.3: *Relatie tussen bouwjaar en specifiek gasverbruik*

Bouwjaar	Kantoren				Groothandel			
	aantal	Verbruik per		wn	aantal	Verbruik per		wn
		m ²	fte			m ²	fte	
na 1990	23	12,5	524	491	17	21,0	2440	2203
1981-1990	22	14,1	538	518	16	46,0	1699	1721
1971-1980	17	20,4	890	861	15	26,9	1208	1106
1961-1970	13	24,0	907	879	8	134,5	2110	2002
1960 of eerder	9	27,9	1765	1734	7	38,4	4806	4482
Tabel 4.1	84	18	698	676	63	45	1898	1821

fte = werknemers in fulltime eenheden

Naarmate het kantoorgebouw ouder is, is het verbruik aan gas per m² oppervlak hoger, nl. bijna 13 m³ (gebouwd na 1990) tot bijna 28 m³ voor gebouwen van voor 1961. Het verbruik per werknemer en per ft-eenheid geven hetzelfde beeld. Bij de groothandel is er geen duidelijke relatie tussen het verbruik en leeftijd. Bij de eigendomsverhouding is het opvallend dat het specifiek verbruik het hoogst is voor die gebouwen waarvan is aangegeven dat ze eigendom zijn van een eigen exploitatiebedrijf of van een moederbedrijf. De verschillen zijn echter statistisch niet significant, terwijl er ook geen plausibele verklaring voor te bedenken is.

Bij het beschouwen van de relatie tussen het specifiek verbruik en bovenvermelde gebouwgegevens moet worden gerealiseerd dat er indirecte factoren zijn die hierbij een rol spelen. Heel duidelijk geldt dit voor de factor bouwjaar. De mate van isolatie zal voor de nieuwere kantoren over het algemeen beter zijn die van oudere datum, bovendien is de ketel in de gebouwen van na 1990 vrij nieuw. Voor de factor bouwjaar zijn deze associaties bepaald en wel met de aanwezigheid van de diverse isolatiemaatregelen, het type verwarmingsketel, de leeftijd van de ketel, de aanwezigheid van airconditioning en mate waarin energiezuinige verlichting is geïnstalleerd. Daarnaast is er nog de mogelijkheid dat de algemene gebouwgegevens onderling zijn geassocieerd, bijvoorbeeld zou het kunnen dat een eigen pand hoofdzakelijk vrij staat of dat de meeste leasepanden dateren van na 1990. Dit soort associaties is niet aangetoond.

Voor isolatie is in tabel 4.4 gegeven hoe de relatie is tussen de mate waarin een kantoorgebouw is geïsoleerd en het bouwjaar. Indien een bepaalde soort isolatie volledig is toegepast is een 1 gegeven, bij gedeeltelijke toepassing de waarde 2 en in het geval dat er niet of nauwelijks is geïsoleerd is de waarde 3 toegekend. In tabel 4.4 zijn de gemiddelde waarden gegeven die per bouwjaar uit de enquête gegevens zijn gevonden.

Tabel 4.4: Relatie tussen bouwjaar en (gemiddelde) isolatiegraad

Bouwjaar	Kantoren				Groothandel			
	gevel	dak	glas	totaal	gevel	dak	glas	totaal
na 1990	1,16	1,16	1,75	1,41	1,18	1,13	1,73	1,35
1981-1990	1,45	1,48	1,95	1,69	1,36	1,28	2,15	1,65
1971-1980	1,90	1,74	2,19	1,96	2,20	1,76	2,10	2,00
1961-1970	2,56	2,22	2,59	2,44	2,35	2,07	2,50	2,35
1960 en eerder	2,73	2,27	2,50	2,46	2,60	2,50	2,70	2,60

Uit de tabel blijkt dat gebouwen van na 1990 het best geïsoleerd zijn. Opgemerkt moet worden dat bij glas een 1 is gegeven als er overwegend extra isolerend glas is toegepast (HR-glas). Het beeld is voor de groothandel hetzelfde als voor kantoren.

Isolatiegraad

Uit tabel 4.4 blijkt dus dat de mate van isolatie samenhangt met de leeftijd van het gebouw. Dit geldt voor alle typen kantoorgebouwen. Dit is niet alleen van belang voor het bepalen van de invloeden op het verbruik maar tevens geeft het enig inzicht in de mate waarin isolatie in de verschillende jaargangen van gebouwen is toegepast.

Het blijkt dat naarmate een gebouw jonger is de gevel meer is geïsoleerd. Voor de dakisolatie geldt hetzelfde.

Door EnergieNed is een onderzoek uitgevoerd naar de bereikte resultaten bij de utiliteit van de penetratiegraad en kennis, houding en gedrag van de organisatie ten aanzien van bepaalde energiemaatregelen [4]. Uit dit onderzoek blijkt dat volledige gevelisolatie in de utiliteit voor 35% is gepenetreerd en 15% van de gebouwen is gedeeltelijk van gevelisolatie voorzien. Uit de NEEDIS-enquête volgt een percentage van 44% volledig en ruim 20% gedeeltelijk. Deze percentages lijken hoger maar de steekproef van EnergieNed bevat ook ander groepen gebouwen o.a. uit de horeca. Het blijkt dat kantoorgebouwen bovengemiddeld vaak genoemd worden zodat mag worden gesteld dat de steekproefwaarden redelijk in overeenstemming zijn met die van EnergieNed. Voor dakisolatie is gevonden dat ca 53% volledig is geïsoleerd en 14% gedeeltelijk. EnergieNed vindt waarden van respectievelijk 45% en 11%.

Voor de mate van isolatie van de ramen is een onderscheid gemaakt tussen gewoon dubbel glas en HR-glas. Ook hierbij blijkt dat er in gebouwen die jonger zijn meer isolerend glas is toegepast dan in de oudere gebouwen. Wat de penetratie betreft kan worden gesteld dat 75% van de gebouwen dubbele beglazing hebben waarvan ruim 20% HR-glas. T.o.v. EnergieNed is dit vrij hoog omdat daar 55% wordt gevonden maar ook dit is een gemiddelde waarde waarbij is vermeld dat kantoren bovengemiddeld vaak genoemd zijn.

Van vrijstaande gebouwen en van gebouwen die gedeeltelijk grenzen aan een ander gebouw is de gevel vaker geïsoleerd dan wanneer het gebouw deel uitmaakt van een groter

geheel. Van de vrijstaande gebouwen heeft ca 25 % geen gevelisolatie. Van de kantoren is 62% volledig voorzien van dakisolatie, terwijl 16% het dak gedeeltelijk heeft geïsoleerd. De resterende 22% heeft het dak niet geïsoleerd.

Hieruit blijkt dat leeftijd van het gebouw en de mate van gevelisolatie een duidelijke relatie met elkaar vertonen. Verschillen in het specifiek verbruik van aardgas tussen kantoren van verschillend bouwjaar zouden te verklaren zijn door de mate van isolatie. Dit blijkt inderdaad het geval. In de kantoren van na 1980 bedraagt het verbruik bijna 13 m³ per m² terwijl voor de gebouwen van voor 1970 het verbruik bijna 28 m³ per m² bedraagt.

Uit de gegevens over isolatie is een grootheid berekend die aangeeft in welke mate een kantoor is geïsoleerd. Bij een volledige isolatie is het verbruik per m² oppervlak ruim 15 m³ aardgas lager dan wanneer er nauwelijks is geïsoleerd. Hier speelt bovendien mee dat in kantoren van meer recente datum de ketels jonger zijn hetgeen betekent dat het verbruik.

Door het uitvoeren van multivariate analyses is geschat welk aandeel van de variatie extra kan worden verklaard boven dat deel dat reeds is verklaard door de fysieke factoren. Zoals blijkt uit de gegevens opgenomen in tabel 4.6 is de bijdrage van isolatie in de verklaring van de verschillen in verbruik ca 6 à 7% bij de kantoorgebouwen en 1% bij de groot-handelskantoren.

Ketel

Bij het beoordelen van de invloed van het type en de leeftijd van de ketel moet er rekening mee worden gehouden dat jongere ketels meestal als HR-ketel worden gerealiseerd. Deze twee effecten zijn daarom met elkaar versmolten. Bovendien geldt dat ketels in gebouwen van meer recente datum doorgaans ook van het HR-type zullen zijn.

Tabel 4.5: *Het specifiek verbruik in relatie tot het type ketel*

	Kantoren			Groothandel				
	aantal	Verbruik per		wn	aantal	Verbruik per		
	m ²	fte	m ²			fte	wn	
HR-ketel	31	13,3	511	498	35	29,6	1493	1492
conventionele of VR	42	21,4	825	800	19	39,3	2612	2336

Het *type verwarmingsketel* is belangrijk. Uit de enquête blijkt dat ca 48% van de gebouwen een HR-ketel heeft (zie tabel). Dit percentage komt redelijk overeen met wat EnergieNed heeft gevonden (42%). Bij het beschouwen van de specifieke verbruiken moet dus worden gerealiseerd dat het verschil in verbruik tussen de typen mede wordt bepaald door de samenvallende (versmolten) effecten. Voor een conventionele ketel (incl. VR) wordt een gemiddeld verbruik gevonden dat 8 m³ per m² hoger ligt dan voor een HR-ketel.

Tabel 4.6: *Het specifiek verbruik in relatie tot de leeftijd van de ketel*

Leeftijd	Kantoren			Groothandel				
	aantal	Verbruik per		aantal	Verbruik per			
		m ²	fte		wn	m ²	fte	wn
0-4 jaar	23	12,7	446	420	23	32,8	2230	2174
5-9 jaar	33	16,4	676	658	23	22,9	1983	1845
10 jaar en ouder	26	24,7	951	929	17	52,5	1744	1690

Een ketel van meer dan 10 jaar oud gebruikt bijna 2 maal zoveel als een ketel van recente datum. Bij het schatten van de verschillende effecten op het verbruik moet worden gerealiseerd dat sommige effecten versmolten zijn. Blijkt bijvoorbeeld dat in een ouder gebouw de ketel eveneens ouder is, dan zijn de effecten van de leeftijd van de ketel en die van het gebouw met elkaar versmolten en dus met de mate van isolatie.

De waarden zijn per individuele factor berekend. Zoals gemeld zijn er diverse effecten met elkaar versmolten. Daarom is het noodzakelijk een analyse uit te voeren waarbij (indien mogelijk) de individuele invloed van isolatiegraad en leeftijd van de ketel worden bepaald.

Er is een variantieanalyse uitgevoerd op het gasverbruik met als factoren de isolatiegraad van het kantoorgebouw en de leeftijd van de ketel en respectievelijk het aantal werknemers en het verwarmde oppervlak als covariaten.

In tabel 4.6 is zijn de resulterende bijdragen op de variantie vastgelegd. Het is nu echter zaak om goede schattingen te hebben van de effecten.

Tabel 4.6: *Verklaard deel van de variatie in verbruik van aardgas*

	Gasverbruik verklaard door		Extra verklaring	
	oppervlak	werknemers	oppervlak	werknemers
<i>Kantoren</i>				
Fysiek	63%	51%		
+ Isolatie	69%	58%	6%	7%
+ Leeftijd ketel	71%	63%	2%	5%
<i>Groothandel</i>				
Fysiek	60%	47%		
+ Isolatie	61%	48%	1%	1%
+ Leeftijd ketel	68%	51%	7%	3%

4.4 Elektriciteit

Gebouwkenmerken

Het specifieke verbruik vertoont geen relatie met het bouwjaar van de kantoren. Uit de gegevens volgt tevens dat er t.a.v. de ligging wel verschillen zijn maar deze zijn statistisch niet significant terwijl er bovendien de uitkomsten niet consistent zijn. Zoals de tabel laat zien is het verbruik per m² lager dan van gebouwen die aan andere gebouwen grenzen, maar weer hoger dan van kantoren die onderdeel van een groter geheel zijn. Bovendien zijn de uitkomsten per werknemer c.q. ft-eenheid hiervan afwijkend. De uitkomsten van de groothandel komen meer overeen met wat verwacht mag worden.

Tabel 4.8: *Relatie tussen ligging en specifiek verbruik aan elektriciteit*

	Kantoren				Groothandel			
	aantal	Verbruik per m ²	fte	wn	aantal	Verbruik per m ²	fte	wn
Vrijliggend	44	117	7482	6936	70	87	3776	4487
Grenzend	10	158	4105	3986	7	106	3958	3721
Onderdeel	4	63	4069	3263	14	162	5067	5480

Type verlichting

Uit de antwoorden is af te leiden hoeveel % energiezuinige verlichting in een gebouw aanwezig is. Circa 32% van de bedrijven heeft energiebesparende TL-buizen geplaatst. Volgens opgave bedraagt het aandeel in het totaal van TL-verlichting gemiddeld ruim 50%. De penetratie komt dan overeen met ca 15% wat in de buurt komt van de cijfers gevonden door EnergieNed (circa 19%). Spaarlampen worden in 48% van de bedrijven toegepast met een gemiddeld aandeel van 15%. Dit levert een penetratie van circa 8%. Een duidelijk verband tussen dit percentage en het gebruik aan elektriciteit is niet te vinden. Wel is het zo dat in de groep waar meer dan 90% conventionele verlichting aanwezig is een aantal gebouwen extreem hoog verbruik vertonen (500 tot 1400 kWh per m²) t.o.v. het concentratiepunt van 200 kWh per m².

Aanwezigheid van airconditioning

De aanwezigheid van airconditioning leidt tot een hoger elektriciteitsverbruik, 123 kWh per m² tegenover 79 kWh indien geen airco aanwezig is. Ook hierbij is de vraag in hoeverre het effect versmolten is met dat van de ouderdom van het gebouw. Dit is getest door beide factoren gelijktijdig te analyseren. Het verschil tussen wel en niet airco blijft zoals boven vermeld. Er blijkt echter wel een interactie hetgeen inhoudt dat het effect van airco niet voor iedere bouwperiode hetzelfde is. Waarschijnlijk speelt hierbij de mate waarin het computergebruik in een bepaalde jaarklasse van gebouwen plaats vindt eveneens een rol. Het blijkt dat het aantal computeruren in het geval er airconditioning aanwezig is bijna twee keer zo hoog is dan in het geval er geen airconditioning is.

Werken buiten kantooruren

Buiten kantooruren werken geeft een significant effect. Via een analyse waarin meerdere factoren zijn onderzocht blijkt dat het werken buiten kantooruren leidt tot een verdubbeling van het specifiek verbruik.

Computergebruik

Er blijkt geen effect aantoonbaar van de computerdichtheid op het elektriciteitsverbruik. Waarschijnlijk komt dit omdat andere factoren zoals de aanwezigheid van airconditioning reeds een deel van de verschillen verklaren. Het blijkt namelijk dat het gemiddeld aantal computeruren bij aanwezigheid van airconditioning 846 bedraagt tegen 385 bij afwezigheid hiervan. Dit verschil is statistisch significant. Bij de groothandel is het verschil geringer. Bovendien blijkt het werken buiten kantooruren ook effect heeft op het specifiek verbruik terwijl het aantal computeruren hiermee ook is gecorreleerd.

Om de effecten afzonderlijk te kunnen beschouwen is een variantieanalyse uitgevoerd. De resultaten hiervan staan vermeld in tabel 4.7. Het blijkt dat het oppervlak toch nog een betere verklaring geeft het aantal werknemers. Bij de groothandel is dit niet het geval. In tabel 4.7 zijn de resulterende bijdragen samengevat.

Tabel 4.7. *Verklaard deel van de variatie in verbruik van elektriciteit*

	Elektriciteitsverbruik verklaard door		Extra verklaring	
	oppervlak	werknemers	oppervlak	werknemers
<i>Kantoren</i>				
Fysiek	64%	66%		
+ Werken buiten k.u. ¹	68%	67%	4%	1%
+ Airco	70%		2%	
+ Licht	71%		1%	
<i>Groothandel</i>				
Fysiek	54%	67%		
+ Werken buiten k.u. ¹	59%	68%	5%	1%
+ Airco	60%		1%	

¹ Het al of niet buiten kantooruren werken

5. DISCUSSIE

Uit zowel de gegevens van de CBS enquête als deze steekproef blijkt dat het elektriciteitsverbruik binnen deze sectoren varieert van enige duizenden kWh tot een maximum van ca 4 mln kWh en voor gas van enige duizenden m³ tot een maximum van 1 mln m³. Een belangrijk deel van deze variatie kan worden verklaard uit de mate van activiteit (fysieke prestatie).

Het materiaal biedt de mogelijkheid te berekenen welke totale besparingen er nog kunnen worden bereikt als alle gebouwen volledig worden geïsoleerd en van een HR ketel worden voorzien. Daarbij kan rekening worden gehouden met de gegevens van het CBS.

Het totale oppervlak bedraagt 23 mln m² met een totaal verbruik van 376 mln m³ aardgas. Uit het onderzoek blijkt dat ca 55% van de gebouwen volledig geïsoleerd zijn, d.w.z. dat 45% nog beter geïsoleerd kan worden hetgeen overeenkomt met ruim 10 mln m². Het blijkt dat het verschil tussen nauwelijks geïsoleerd en volledig geïsoleerd overeenkomt met ca 15 m³ aardgas per m². Uitgaande van de veronderstelling dat een deel van de gebouwen gedeeltelijk is geïsoleerd betekent dit dat het potentieel aan besparing kan worden geschat op 75 mln m³ aardgas. Een duidelijke invloed van type ketel is niet gevonden. Het effect is waarschijnlijk versmolten met de leeftijd van de ketel. Vernieuwen van een ketel leidt tot een vermindering van verbruik met ca 4 m³ aardgas per m² kantooroppervlak. De HR-ketel blijkt voor 40% gepenetreerd, zodat kan worden uitgegaan van een potentieel bij minstens 50% van de kantoorgebouwen hetgeen bijna 12 mln m² betreft. De potentiële besparing is dan 87 mln m³ aardgas. Dit komt neer op ca 23% van het verbruik in 1994.

Dit onderzoek heeft zich beperkt tot kantoorgebouwen. Maar de utiliteitsbouw betreft ook scholen, ziekenhuizen etc. Het is zinvol beperkte onderzoeken zoals in dit verslag besproken uit te voeren. Mogelijk kan daarbij gebruik worden gemaakt van gegevens die uit de diverse MJA's bij Novem beschikbaar komen.

September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

6. ADVIES VOOR MONITORING

Afhankelijk van het doel kan worden aangegeven hoe een monitoring zou moeten worden uitgevoerd. De volgende doelstellingen kunnen worden onderscheiden:

- *Hoe is de ontwikkeling van het totaal verbruik in een sector in de loop van de jaren.*
In dit geval kan de reguliere waarneming zoals door het CBS wordt uitgevoerd gewoon plaats vinden. Het levert inzicht in de verandering van het verbruik per fysieke eenheid maar biedt niet de mogelijkheid om deze verandering toe te wijzen aan factoren.
- *Inzicht in de bijdrage van maatregelen op de verandering in het totaal verbruik.*
Om dit inzicht te verkrijgen is het noodzakelijk om waar te nemen welke veranderingen er hebben plaats gevonden in energetische factoren. Daarvoor is het o.a. nodig om bij iedere waarneming de mate van isolatie te kennen, welke ketel er staat opgesteld, of er meer buiten kantooruren wordt gewerkt, of wat is het aandeel is van de energiebesparende verlichting, etc. Gezien alles wat wordt gevraagd kan dit onderzoek geen grote omvang hebben dus moet het tot een steekproef beperkt blijven. Het is wel zaak dat t.a.v. alle vragen een antwoord wordt verkregen omdat er anders te weinig volledige cases overblijven om conclusies te trekken. Telefonische nazorg is zonder meer noodzakelijk. Er zou ook kunnen worden overwogen om uit te gaan van een gebouwenpanel. Dit onderzoek is aanvullend op de integrale waarneming van het CBS.
- *Hoe zal het verbruik zich ontwikkelen*
Er worden op dit moment voor diverse soorten gebouwen inventarisaties uitgevoerd als voorbereiding op een Bedrijfs Energie Plan. Uit een inventarisatie volgen vaak gespecificeerde gegevens over het energieverbruik terwijl in een plan staat aangegeven welke verbeteringen mogelijk zijn. Indien over een representatief aantal van deze plannen kan worden beschikt, zou daaruit kunnen worden afgeleid waaruit het huidige energiegebruik bestaat en hoe dat zich in de toekomst zou kunnen ontwikkelen.

September 1998


Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

LITERATUUROVERZICHT

- [1] CBS: *Energieverbruik van bank- en verzekeringswezen en zakelijke dienstverlening*, 1990.
- [2] CBS: *Energieverbruik van bank- en verzekeringswezen en zakelijke dienstverlening*, 1994.
- [3] NEEDIS: *Sectorstudie Kantoorhoudende Dienstverlening*, november 1996.
- [4] EnergieNed: *Landelijke energiebesparingsmonitor Utiliteit 1996*, september 1996.
- [5] CEA: *Informatiesysteem Energiegebruik in Utiliteitsgebouwen*, rapportnummer 9772, juli 1997.

September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

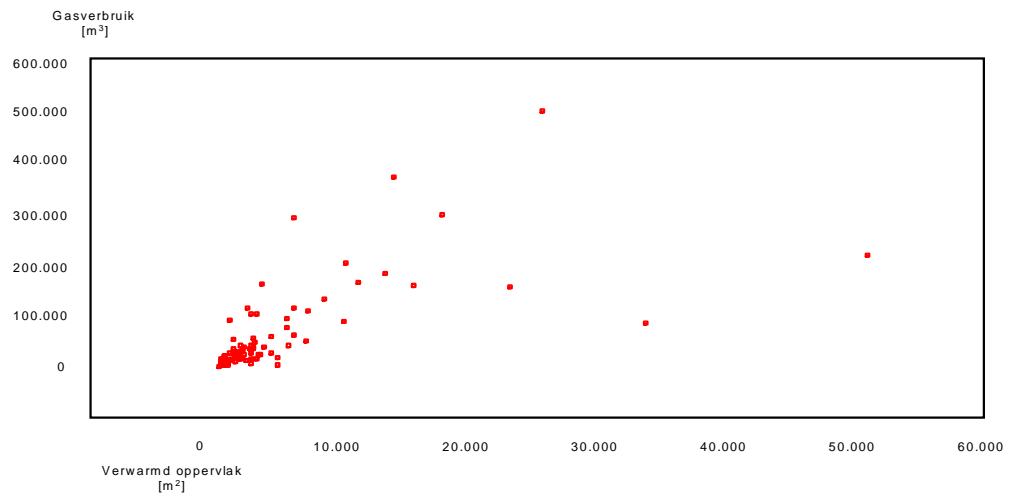
 In deze pdf-file is het enquêteformulier niet opgenomen.

 Voor inlichtingen over deze enquête kunt u zich wenden tot de heer F. van Wees telefonisch bereikbaar onder 0224 - 56 44 39.

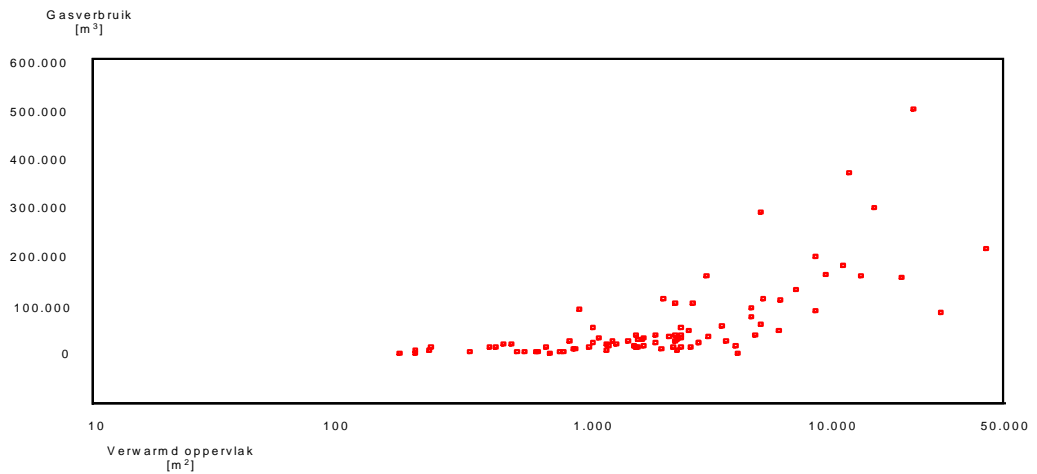
September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

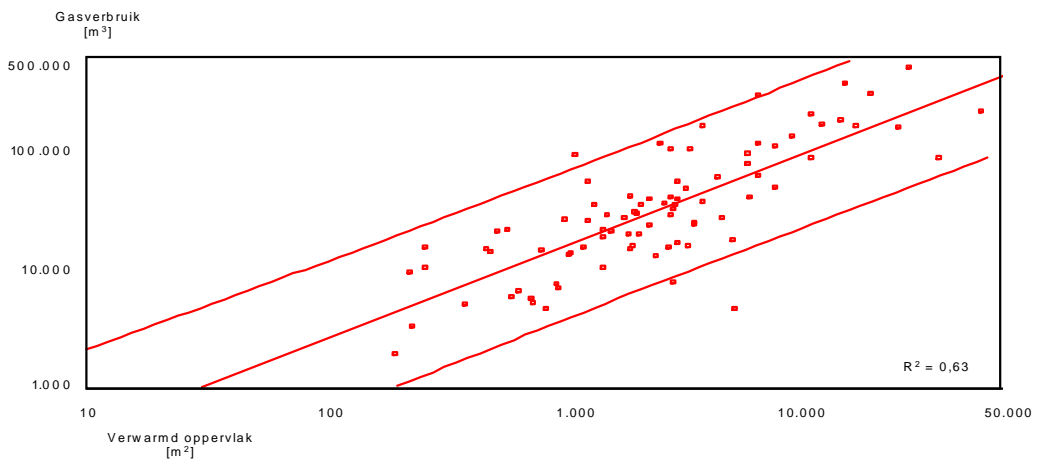
BIJLAGE B TRANSFORMATIE DATA



Figuur B.1 Zowel verwarmd oppervlak als ook gasverbruik lineair



Figuur B.2 Verwarmd oppervlak logaritmisch getransformeerd, gasverbruik lineair

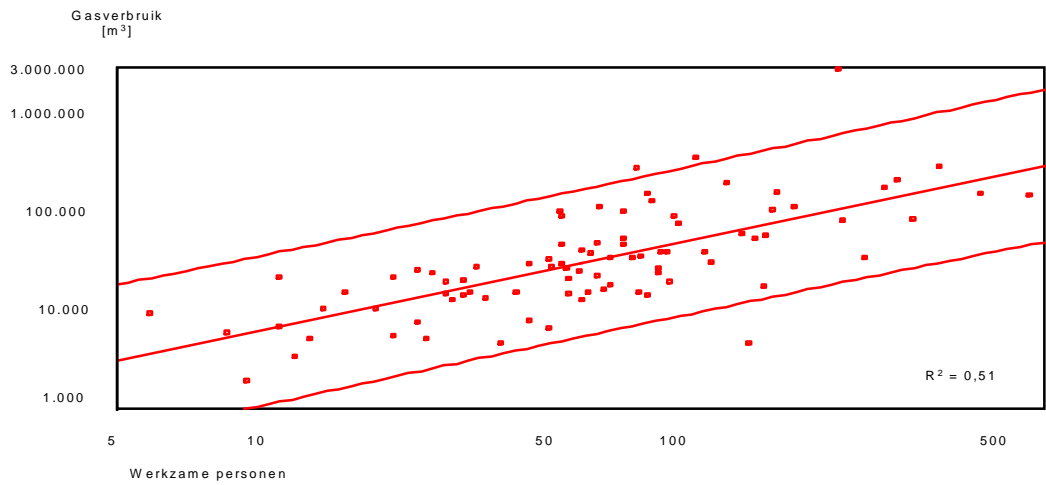


Figuur B.3 Zowel verwarmd oppervlak als ook gasverbruik logaritmisch getransformeerd

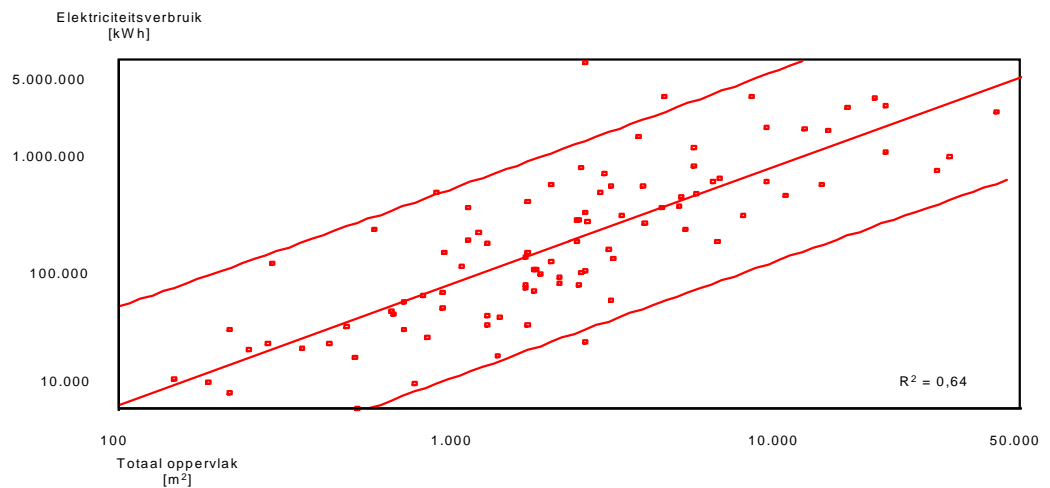
September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

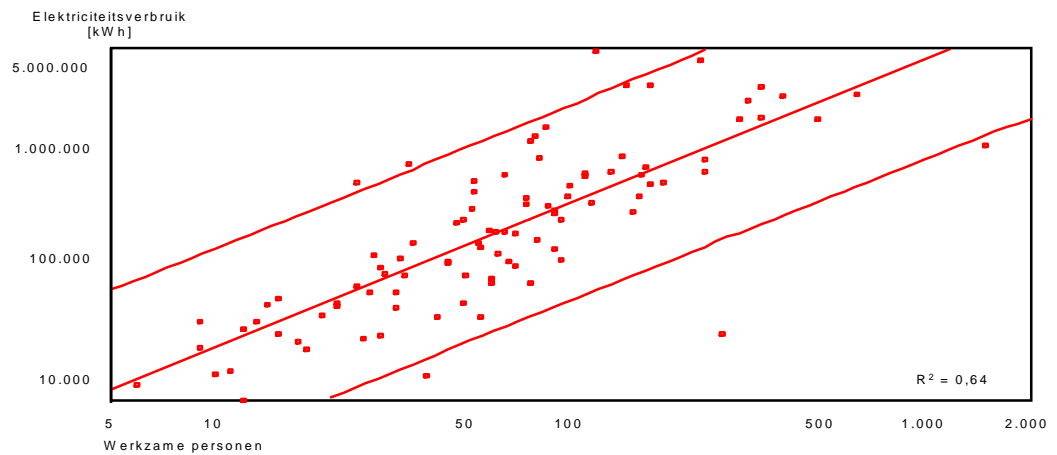
BIJLAGE C KANTOREN (excl. GROOTHANDEL)



Figuur C.1 Gasverbruik versus aantal werkzame personen



Figuur C.2 Elektriciteitsverbruik versus totaal oppervlak

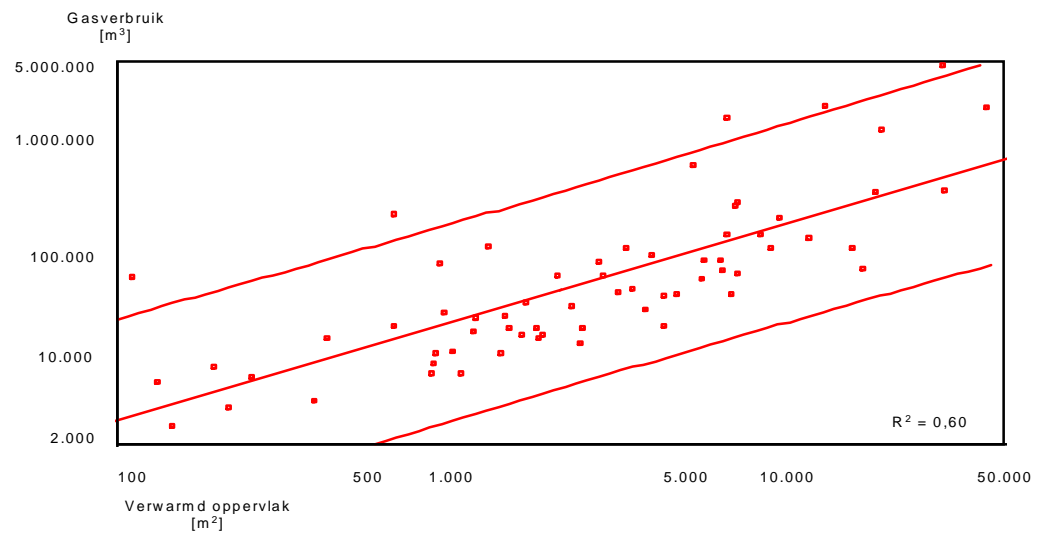


Figuur C.3 Elektriciteitsverbruik versus werkzame personen

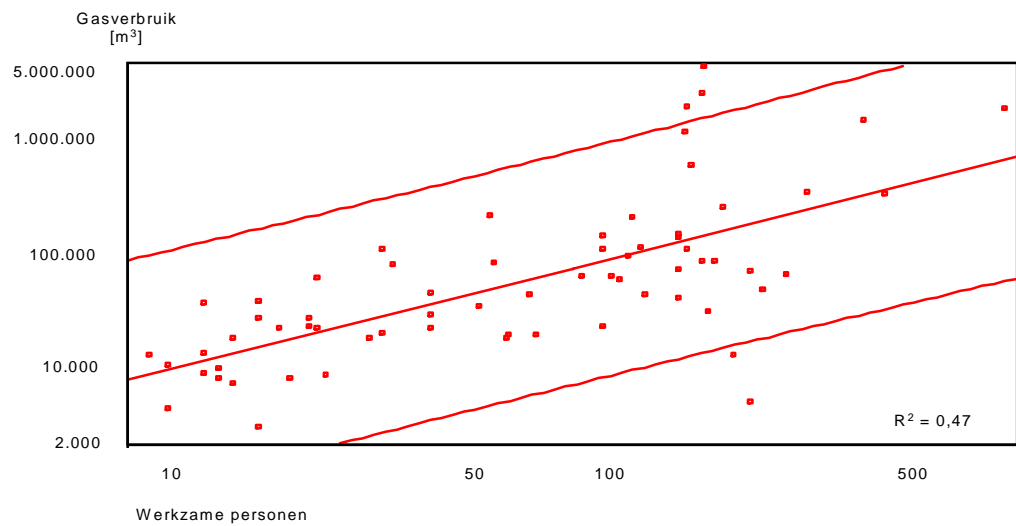
September 1998

Energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

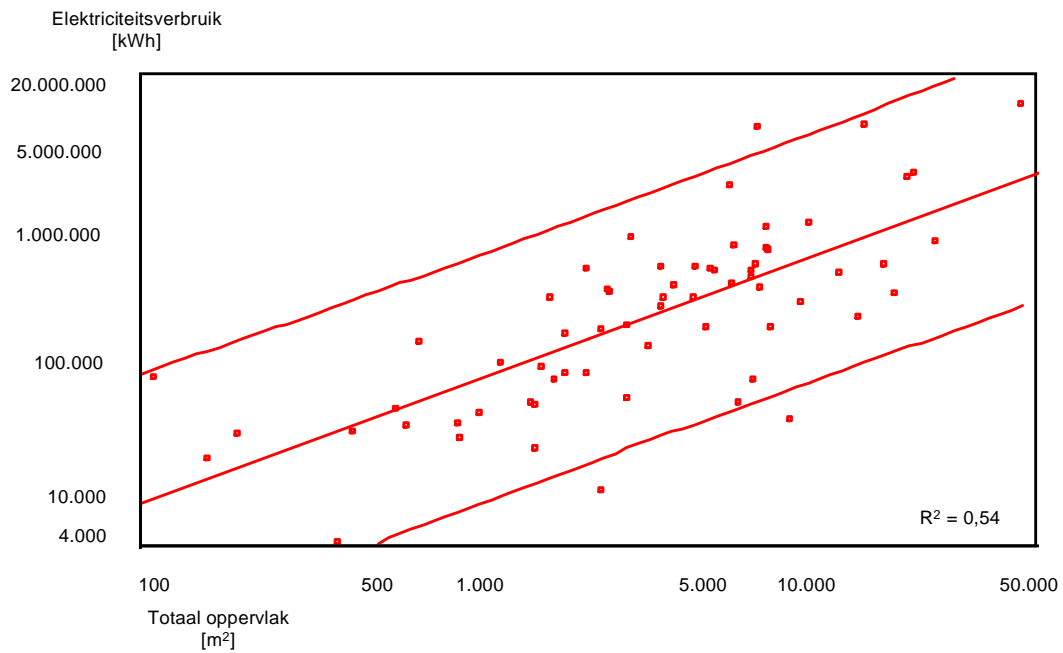
BIJLAGE D GROOTHANDEL



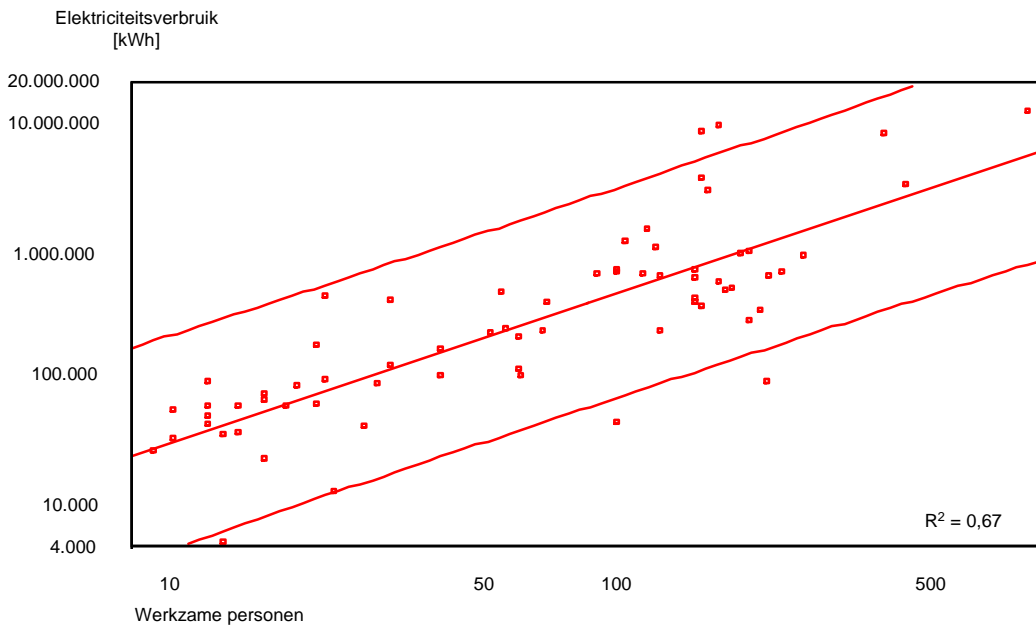
Figuur D.1 *Gasverbruik versus verwarmd oppervlak*



Figuur D.2 *Gasverbruik versus werkzame personen*



Figuur D.3 *Elektriciteitsverbruik versus totaal totaal oppervlak*



Figuur D.4 *Elektriciteitsverbruik versus aantal werkzame personen*