

**'N BEHEERSTRATEGIE VIR OPTIMALE
ENERGIEBENUTTING AAN SUID-AFRIKAANSE
UNIVERSITEITE EN TECHNIKONS**

DeROUEN ETTIENNE BASSON
B.Sc.Ing(Elect)(UCT), MBA(PUvCHO), DBA(PUvCHO)

Proefskrif goedgekeur vir die graad

PHILOSOPHIAE DOCTOR
in BEDRYFSADMINISTRASIE

in die

FAKULTEIT EKONOMIESE EN BESTUURSWETENSKAPPE

van die

POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT
vir CHRISTELIKE HOËR ONDERWYS

PROMOTORS: Prof J. P. Meyer
Prof J. Kotzé



POTCHEFSTROOM
1994

DANKBETUIGING

My opregte dank aan my Skepper wat my liggaamlik en geestelik in staat gestel het om die nodige insig en volharding aan die dag te lê om hierdie ondersoek te voltooi.

My dank ook in besonder aan my promotors Proff J.P Meyer en J. Kotzé wat met toegewydheid, hulp en ondersteuning dikwels op baie kort kennisgewing my met raad en leiding bedien het. Aan die Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys waar dit weereens my voorreg was om met praktiese en dinamiese akademië 'n pad te loop waartydens kennis versamel en verwerk is om hopelik van praktiese nut te wees spesifiek in die Suid-Afrikaanse opset.

'n Baie spesiale woord van dank en opregte waardering aan my eggenote wat dikwels onder uiters moeilike omstandighede die nodige aanmoediging en aansporing verskaf het om my te laat voortgaan. Navorsing kan dikwels 'n eensame pad wees nie net vir die navorser nie, maar veral die persoon wat hom moet bystaan en opofferings maak en dikwels nie die erkenning kry vir eensame opoffering nie.

Aan my talle kollegas by die verskillende opvoedkundige instansies, die Departement van Minerale & Energiesake asook spesifiek die Departement van Meganiese Ingenieurswese (Lugvaart Ingenieurswese) van die Universiteit van Pretoria, verskeie praktiese Raadgewende Ingenieurs, en bekwame Argitekte wat dikwels te midde van druk werkslas altyd gewillig was om inligting beskikbaar te stel : Baie dankie!

Oppedra aan Sylvia

ABSTRACT

The total annual energy expenditure for tertiary institutions may account for as much as R150 million of their total operating budgets or 3-5% of their respective budgets. The cost effective utilization of all resources in this period of rising cost and increasing inflation has therefore put the spotlight on the effective use of the energy resource. Empirical surveys of energy use compared the present energy use against generally accepted norms as well as unwise use.

The unique character of tertiary institutions required the adaptation of conventional energy control measures to incorporate it into an overall energy management strategy for these institutions.

Surveys confirmed that very little directives for energy control or energy norms during design, existed. Two specific areas where energy management can be applied are in the design stage, and in the operational stage. Furthermore, the designers of buildings were often not aware of the energy consequences of badly designed buildings. This was probably due to the fact that the operational responsibilities and energy budgeting is often that of other departments.

The application of energy controls in existing buildings often implies the purchase of additional expensive equipment, retrofitting and/or the appointment of control personnel. This often results in long and unaffordable payback periods. Life cycle costing analysis and elaborate motivation is often necessary to convince the financial department to provide financial support, especially if the financial gains are only marginal.

Larger energy savings will however materialize if an integrated energy efficient design approach rather than a retrofitting approach, is used. The practical design considerations outlined include the use of heatpumps, reuse of waste energy, power factor improvement, special consideration to the building envelope as energy flywheel as well as composite insulating materials, the building shape, shading and facing directions of building.

The large number of variables in modern buildings that may affect energy use, requires the suitable support of computers to simulate the mutual effect of the large number of parameters and conditions. Furthermore, it is imperative that planners and architects of new facilities be suitably trained or educated in cost effective energy design. The opportunities for energy efficient design rapidly diminish as the design proceeds and capable energy experts must be involved to maximize energy efficient benefits. Owners of buildings must insist on energy efficient design by employing proven energy experts at the early stages of design.

Energy use must be managed at all times by amongst others, analyzing deviations between predicted and actual energy consumption as well as verifying energy accounts from supply authorities. Careful analysis of accounts and verifications at the time of measuring is necessary. Negotiations with supply authorities to reconsider tariffs can only be beneficial .

Energy design incentives to consultants for energy efficient design will play a major role to promoting energy efficiency. The financial implications of these incentives are usually offset at a very early stage by savings achieved in energy conservation and replacement of energy consuming equipment, usually well within the first 5 years. It is therefore necessary that a collaborate approach in the design of all new facilities be adopted from a higher management level and not left to subordinate personnel with little or no influence in the design process.

OPSOMMING

Die totale jaarlikse energie rekening van tersiêre instellings bedra ongeveer R150 miljoen van die totale bedryfsbegroting van die instansies of 3-5% van die individuele begrotings. Koste effektiewe besteding van alle hulpbronne het veral in die periode van stygende koste en toenemende inflasie, die aanwending van die energiehulpbron, sterk onder die soeklig geplaas. Dit het noodwendig meegebring dat empiriese ontledings van energie gebruikte verifieer moes word teen algemeen aanvaarde energie standaarde.

Die geïdentifiseerde eiensortigheid van die akademiese bedryfssektor lei daartoe dat konvensionele energie beheermetodes aangepas moet word. 'n Bestaan 'n behoefte vir 'n oorkoepelende energie bestuur strategie vir hierdie sektor. Ontledings het getoon dat baie min voorskriftelikheid bestaan oor die beheer van energie of energie norme tydens die ontwerp van akademiese fasiliteite. Gevolglik ontvang die raadgevende span ook min riglyne van die kliënt in die verband. 'n Belangrike behoefte wat identifiseer is, is dat die energie hulpbron behoorlik bestuur moet word op veral twee belangrike vlakke nl. op die bedryfsvlak en veral tydens die ontwerp fase. 'n Verdere behoefte wat identifiseer is, is dat geboue ontwerpers dikwels nie bewus is van die kundige gebruik van energie nie en dat die bedryf van voltooid fasiliteite dikwels deur ander afdelings as die fasiliteite beplanningsafdeling of die oprigters van fasiliteite, beheer word en die bedryfsimplikasies nie terug gevoer word na die "verantwoordelikes" nie.

Die gebruik van beheerstelsels om energie gebruik te beheer veral op bestaande geboue, benodig aansienlike kapitale beleggings in toerusting en personeel asook relatief lang terugbetalingstermyne. Lewensikluskoste analyses moet ter regverdiging van regstellende aksie ingestel word ten einde die nodige finansiële ondersteuning te bekom. Dit is dikwels moeilik om geldelike steun vir retrospektiewe regstelling te bekom veral omdat finansiële voordele in die gevalle dikwels marginaal is.

Groter energie voordele is egter waarneembaar in geïntegreerde energie doeltreffende ontwerp van fasiliteite eerder as wat simplistiese bedryfsnorme gehandhaaf word of dit wat met retrospektiewe regstellings moontlik is. Van die prakties bruikbare ontwerp tegnieke wat behandel word sluit in die gebruik van hittepompe, die hergebruik van afval energie,

arbeidsfaktor korrigerend, die effek van gebou se termiese huls met inbegrip van spesifieke materiale, gebouform, afskerming en gesigsrigting. Geïntegreerde ontwerp benadering mag dikwels daartoe lei dat sekere gebruike of norme in isolasie minder aantreklik skyn te wees maar dat die geheelbeeld van besparings, meer gunstig is.

Met die groot aantal veranderlikes wat energie gebruik kan beïnvloed, is dit nodig dat argitekte en beplanners opgelei word om spesifieke aandag aan effektiewe geïntegreerde energie ontwerpe te skenk. Die gebruik van toepaslike rekenaar ontledings is uiters nuttig en feitlik 'n vereiste om die groot aantal veranderlikes se interafhanklikheid te bepaal. Die moontlikhede van energie effektiewe ontwerp neem vinnig af namate die ontwerp vorder. Bewese professionele energiekundiges moet baie vroeg tydens die ontwerp fase betrek te word om maksimale energie voordele te verseker.

Eienaars van akademiese fasiliteite behoort toe te sien dat energie doeltreffendheid tydens ontwerp verseker word deur voorskrifte en dat die energie hulpbron behoorlik bestuur word. Insentiewe aan raadgewende argitekte en ingenieurs vir energie doeltreffende ontwerpe word aanbeveel. Realistiese finansiële implikasie van sulke insentiewe is dikwels veel minder as die energie en aanverwante besparings reeds na slegs die eerste 5-jaar wat die fasiliteit bedryf word.

Spesiale erkenning

Die volgende persone word besonderlik bedank vir hulle onbaatsugtige bydraes, moreel en finansiëel, berekenings, verduidelikings, inligting, praktiese simulاسie voorbeelde en advies en tegniese bydraes tydens die navorsing.

Basson, J.A : Departement van Mineraal en Energiesake

Birrer, W: Raadgewende Argitek MLH & Partners

Brink, Dr.A: KUH, Pretoria

Conradie, D & Moffit, R: Eskom , Megawatt Park

Duke, R , Pappadimetriou, J. & Curtis, M: Schindler Lifts, Pretoria

Geitner, K: Raadgewende Ingenieur, Kaapstad

Holm, Prof. D: Hoof Departement Argitektuur, Universiteit van Pretoria

Klopper, Prof. C: Malan & Klopper Bestekopnemers, Pretoria

Leuschner, Prof.W: Dept Elektriese Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria

Low, L: Direkteur Techniheat Heat Pump Technology, Kaapstad

Mathews, Prof. E., Rosseau, Dr.P.,Grobber, L.J. : TEMM Int

Maartins , M. & Bhiko, M: Philips Lighting, Johannesburg

Meyer, Dr. J: EPS Raadgewende Ingenieurs

Newham, P: P J Technologies, Pretoria

Viljoen , P: Steyn & Viljoen Argitekte, Pretoria

Van Zyl, E: Lascon Lighting, Pretoria

Von Willich , P: P. A von Willich Raadgewende Ingenieurs, Pretoria

Zwennis,Mev B: Pretoria

CONTRIBUTIONS OF THE STUDY

A number of contributions have resulted from this study. Many of the shortcomings addressed have been identified in the past. However, in this particular research, corrective action have been tailored around the unique characteristics of tertiary institutions. The more outstanding contributions are:

- 1 Up to and in some case more than 5% of the total operational cost of tertiary education institutions is absorbed by energy usage. The targeting of this sector for not only energy conservation but also energy efficient design is thus fully warranted (Chapter 1). The industrial and commercial sectors already employ energy conservation but in many cases systems have to be tailored for tertiary education use. University buildings are by no means stagnant and over the life span of the facility, use of the facility could have changed a number of times. Every time there may be a considerable deviation from the previous use and the present use may differ considerably from original design goals (chapter 4). Teaching techniques and training equipment keep on changing, placing ever increasing demands on energy resources ie computers which not only places a demand on electricity, but also on the airconditioning system (chapter 9);
- 2 The need for a coordinated and integrated approach in energy management rather than 'energy control' has been identified. The parameters to be controlled vary over a large spectrum, involving various disciplines. Financial and technical responsibilities are usually located with different departments. There is very often not a very close working relationship between these disciplines. Accounts for energy may be paid without requesting the technical people for verification thereof (chapter 10);
- 3 A very important concluding aspect is the analysis of the consulting fees structure to determine improvements in energy efficient design. The present fees structure actually encourage elaborate and energy intensive design in order to obtain higher fees. The bigger the design, the higher the fees. Devoting more time to the design in order to design energy efficient, may result in lower reimbursement and higher risk to the consultant. In one case it was found that a certain airconditioning plant was heavily oversized. Incentives for energy efficient design are inevitable (chapter 10);

- 4 The client should be more prescriptive (chapter 6) and amongst others force the consultant to apply a life cycle cost analysis to all new projects. Tenders must NOT BE ADJUDICATED on first cost basis only, but must be evaluated after a LIFE CYCLE COSTING ANALYSIS. In the case of a large hospital complex costing well over R100 million, it was found on completion that the operational cost was unaffordable, resulting in the random cutting of cost and possibly too, the life expectancy of the building;
- 5 Norms for hot water usage and electrical energy for men's hostels have been compiled (chapter 3) and can serve as a guideline to prospective consultants. A large proportion of the total energy consumption occur at hostels and constantly increase to meet with improved standards of students;
- 6 Waste energy, especially from air conditioning systems, is generally more than that expected (chapter 8). In the case of the Merensky library, not less than 65% of the energy input into the building was consumed in the removal of waste heat generated by various means. The effective recovery of this waste heat by heat exchangers, could provide free hot water to a number of hostels if the buildings were located geographically closer. A similar occurrence was detected when heatpumps were used to withdraw heat energy from the atmosphere to generate hot water. At the same time waste 'cool air' was liberated to the atmosphere. This 'waste' cool air could have been utilized simultaneously for kitchens or dining room cooling.

BYDRAES VAN DIE STUDIE

'n Aantal bydraes uit die navorsing is uniek in die opsig dat, ofskoon daar wel in die verlede knelpunte kon wees, daar nou daadwerklik oorgegaan is in nie net die identifisering daarvan nie, maar ook tot die formulering van sekere regstellende aksie om spesifiek die uniekheid van tersiêre onderwys instellings te akkomodeer. Van die meer aktuele bydraes is die volgende:

- 1 Tot 5% van tersiêre opvoedkundige instellings se bedryfsbegroting word bestee aan energie. Dit beteken ongeveer R150 miljoen per jaar aan alle Suid Afrikaanse tersiêre inrigtings! Navorsing in die veld van energiebesparing by sulke inrigtings is dus belangrik (hoofstuk 1).

Hierdie studie is die eerste een wat die Suid-Afrikaanse tersiêre opvoeding as bedryf teiken vir die effektiewe gebruik van energie. Navorsing in hierdie veld is nodig omdat die Suid-Afrikaanse universiteite en teknikons as bedryf uniek is. Navorsing in ander sektore kan nie direk hier toegepas word nie. Spesifieke probleme by universiteite is veranderende opleidingstegnieke en tegnologiese hulpmiddels soos byvoorbeeld die gebruik van elektroniese rekenaars (hoofstuk 9). Die veranderende bedryfsituasie kan duidelik gesien word by die Merensky biblioteek wat tans opgegradeer moes word. Die bedryf en die gebruik van die gebou verskil tans aansienlik van toe dit oorspronklik opgerig is (hoofstuk 4).

- 2 Die proefskrif stel vir die eerste keer voor dat spesifieke persone aangestel moet word om volle verantwoordelikheid vir energiebestuur aan tersiêre inrigtings te neem. Die presiese meganisme word in die proefskrif gegee (hoofstuk 10).

Die rede vir die voorstel is dat daar geïntegreerd na die energie probleem gekyk moet word. Finansiële en tegniese verantwoordelikeheidsaspekte lê tans by verskillende departemente. Die beste oplossings word dus nie altyd verseker nie. 'n Voorbeeld hiervan is die betaal van energie rekenings terwyl ooglopende probleme heers by die kVA maksimum aanvraag lesing wat moontlik toe te skryf is aan die feit dat die meterleser waarskynlik nie nà die vorige maandlesing die meter na nul herstel het nie. Gevolglik moes die kliënt aansienlik duurder betaal.

- 3 Hierdie studie maak 'n voorstel vir 'n nuwe vergoedingstruktuur van raadgewende ingenieurs (hoofstuk 10). Die rede is dat daar tans geen insentief vir die ingenieur is om energie doeltreffend te ontwerp nie. Hoe groter sy stelsel, dus hoe meer energie verbruik word, hoe groter word sy fooie. As hy moeite doen om energie effektief te ontwerp, word sy fooie gesny en sy risiko neem toe. Dit is natuurlik onsinvol. Daar is baie voorbeelde van sulke ontwerpe op ons kampusse. By 'n bekende kampus biblioteek is byvoorbeeld gevind dat die lugreëlingstelsel baie groter is as wat oorspronklik nodig was!

- 4 Die proefskrif stel nuwe voorskrifte voor wat die energieprobleem sal ondervang by die ontwerp van nuwe geboue. Dit word byvoorbeeld tans nie van ontwerpers verwag om 'n lewensiklus koste analises te doen nie. In die proefskrif word voorgestel dat dit 'n integrale deel moet wees van die ontwerpvoorskrifte van die inrigting (hoofstuk 6). Tenders moet nie alleen op eerste koste oorweeg word nie maar liever op lewensiklus koste. 'n Voorbeeld hiervan is waar 'n akademiese hospitaal kompleks van meer as R100miljoen opgerig is en daar by ingebruikstelling bevind is dat die bedryfsfondse benodig te hoog is en sekere noodsaaklike funksies besnoei moes word.

- 5 Norme is vir die eerste keer voorgestel vir warmwaterstelsels vir koshuise (hoofstuk 3). Verder is norme ook opgestel vir die energieverbruik per koshuisstudent. Hierdie norme is baie nodig aangesien warmwater vir koshuise van die groter toepassings van energie op die kampus is en nog steeds toeneem as gevolg van die verbetering in lewensstandaard van studente.

- 6 Die afval energie veral uit lugreëling installasies is aansienlik groter as wat werklik beseft word (hoofstuk 8). Die hergebruik van hierdie energie kan groot energie koste voordele inhou. In die geval van die Merensky biblioteek is gevind dat 65% van die totale energie inset van die gebou aangewend word om hitte uit die gebou te verwyder. Indien geboue korrek geplaas was, kon hierdie afval energie 'n aantal koshuise van gratis warmwater voorsien het. Dieselfde geld vir die 'gelyktydige' gebruik van hitte pompe waar die afval produk nl. koue lug, hergebruik kan word vir voorverkoeling deur die gebruik van hitteuitruilaars

INHOUDSOPGAWE

Dankbetuiging	ii
Abstract	iii
Opsomming	v
Spesiale erkenning	vii
Contributions of study	viii
Bydraes van studie	x

DEEL 1

DOELWITTE, NAVORSING, METODIEK

HOOFSTUK 1 DOEL VAN ONDERSOEK	BLADSY
1. Doelwitte met navorsing	2
1.1 Inleiding	2
1.2 Hoofdoelwit met navorsing	5
1.3 Aanvullende doelwitte	6
1.4 Huidige voorskriftelikheid	7
2. Navorsingsgebied	7
2.1 Instansies betrokke	7
2.2 Knelpunte	13
2.3 Eiesoortigheid van universiteite en teknikons	17
2.3.1 Spesifieke unieke omstandighede	18
2.3.2 Finansiële beheer	19
2.4 Samevatting	20
3. Energie	24
3.1 Die energiekrisis	24
3.2 Energiebronne	26
3.3 Energie beheermaatreëls	27

3.4	Vergelykende energietariewe wêreldwyd	31
3.5	Energie-inligting oor Suid-Afrika	33
3.6	Energiebegrippe en -definisies	35
3.7	Voorsiening en verspreiding van elektriese energie in die RSA	38
3.8	Rolspelers by die effektiewe gebruik van energie	38
3.8.1	Die regering van die dag	38
3.8.2	Diensorganisasie wat energie versprei	39
3.8.3	Die vervaardigers van toerusting	41
3.8.4	Eindgebruikers van energie	41

HOOFSTUK 2 METODIEK VAN NAVORSING EN NAVORSINGSGBIED

1.	Metodiek van navorsing	42
1.1	Inleiding	42
1.2	Behoeft vir ondersoek	43
1.3	Spesifieke strategieë tydens ondersoek	44
2.	Navorsingsgebied en inligtingsbronne	44
3.	Inligtingsversameling	46
3.1	Spesifieke probleme	49
3.2	Indeling van inligting	54
3.3	Vraelyste	55
4.	Samevatting	55

DEEL 2

TEGNIESE ASPEKTE

HOOFSTUK 3 KAMPUS ENERGIEGEBRUIK

1.	Inleiding	58
----	-----------	----

1.1	Kaloriewaardes van energiebronne	60
2.	Vragklassifikasie op 'n tipiese kampus	61
2.1	Kampusvrag (akademiese gedeelte)	61
2.1.1	Vragprofiele tipiese kampusvrag	64
2.2	Koshuisvrag	66
2.2.1	Vragprofiele vir koshuise	68
3.	Groter kampusvragte	71
3.1	Inleiding	71
3.2	Lugreëling, ventilasie, ruimtebehaaglikheid	72
3.3	Warmwater	73
3.3.1	Warmwater - tegniese begrippe	73
3.3.2	Warmwatergebruike : akademiese geboue	75
3.3.3	Warmwatergebruik by koshuise	77
3.3.4	Werklike warmwatergebruik - manskoshuise	79
3.4	Beligting	84
3.4.1	Inleiding	84
3.5	Hysers en roltrappe	86
3.6	Opleidingstoerusting en -fasiliteite	91
4.	Samevatting	91

HOOFSTUK 4 TEGNIESE HULPMIDDELS VIR ENERGIEBEHEER

1.	Inleiding	93
2.	Arbeidsfaktor	93
2.1	Arbeidsfaktor - algemene begrippe	94
2.2	Arbeidsfaktorprofiel	97
2.3	Die effek van swak arbeidsfaktor	98
2.3.1	Die gevolge van swak arbeidsfaktor	99
2.3.2	Regstelling van swak arbeidsfaktor	100

2.4	Arbeidsfaktormetings vir biblioteek - 'n gevallestudie(1)	102
2.5	Arbeidsfaktor korrigering: Praktiese gevallestudie(2)	106
2.6	Arbeidsfaktor samevatting	111
3.	Elektriese vrag diversiteit	113
3.1	Definisies en begrippe	113
3.2	Voordele van gekonsolideerde toevoere	116
3.3	Diversiteit samevatting	119
4.	Vragprofiele en vragopnames	120
4.1	Nut van vragprofiele	120
4.2	Aard van vragopnames	121
4.3	Uitvoer van vragontledings	124
5.	Elektriese motors	125
6.	Energie ouditte	127

DEEL 3

FINANSIËLE BESTUUR

HOOFSTUK 5 DIE KOSTE VAN ENERGIE

1.	Inleiding	130
2.	Faktore wat energiegebruik beïnvloed	132
3.	Leweransiers van elektrisiteit	133
4.	Elektrisiteitstariewe	135
4.1	ESKOM tariewe	137
4.2	Alternatiewe leweransiers se tariewe	140
5	Verifikasie van elektrisiteitsrekenings	142

HOOFSTUK 6 HULPMIDDELS VIR FINANSIËLE BEHEER

1.	Beheer verantwoordelikheid	146
----	----------------------------	-----

2.	Invloed van energiekoste op studente klasgelde	147
3	Aktiwiteitskoste (ABC)	147
3.1	Die energie kosteketting	149
4.	Lewenssiklus koste-analise (LCC)	150
4.1	Definisies	150
4.2	LSK-analise benaderings	152
4.3	Toepassing van LSK-analise	157
4.4	Ontleding en evaluering van projek - LSK tegnieke	160
4.5	Aanbieding van LSK inligting	167
4.6	Samevatting van LSK	172
5.	Energieverhalingsbeleid	172
6.	Energie verliesbeheer	173
7.	Finansiële beheer	176
7.1	Begrotingsbeheer	178
7.2	Kontrolelys vir finansiële beheer	181
8.	Samevatting	182

DEEL 4

ENERGIEBESTUUR

HOOFSTUK 7 NOODSAAKLIKHEID VAN ENERIEBESTUUR

1.	Inleiding	186
2.	Energiebeleid	191
3.	Hulpmiddels en tegnieke vir energiebesparing	197
3.1	Personeel en energiebestuur	202
3.2	Beperkings in energiebestuur	203
4.	Huidige praktyke	206
5.	Professionele ontwerppraktyke	209

6.	Bestuursverantwoordelikheid	211
7.	Samevatting	212

HOOFSTUK 8 PRAKTIESE VRAGBEHEER

1.	Inleiding	215
2.	Praktiese vragbeheer moontlikhede	216
2.1	Beheer van maksimumaanvraag	218
2.2	Persoonlike energiebeheer	219
2.3	Algemene vragbeheer	222
3.	Herwinning van afval energie	226
3.1	Hergebruik van energie uit afvalwater	226
3.2	Herwinning van energie uit lug	230
4.	Samevatting	230

HOOFSTUK 9 ENERGIE DOELTREFFENDE ONTWERPTEGNIEKE

1.	Inleiding	233
1.1	Veranderde tegnologiese vereistes	236
2.	Veranderings aan bestaande fasiliteite & herindelings	237
3.	Nuwe fasiliteite	241
3.1	Gevallestudie : Energie-effektiewe ontwerp	247
3.2	Praktiese algemene energiebeheer	250
3.2.1	Periodieke afskakeling van minder noodsaaklike vrag	250
3.2.2	Gebruikergekoppelde energiebeheer	252
4.	Ontwerpnagaanlyste	252
5.	Die eksterne omgewing	253
5.1	Die makro omgewing - Die son se invloed op geboue	253
5.2	Die eksterne gebou-omgewing	255
5.2.1	Die gebouligging	257

5.3	Vensterafskerming	262
5.4	Gebou intern	275
5.4.1	Hittebronne	280
5.5	Ventilasië en Lugreëling: Algemeen	281
5.5.1	Oorwegings by die voorsiening van lugreëling	283
5.5.2	Ventilasië	286
5.5.3	Verdampingsverkoeling	289
5.5.4	Lugreëlingspesifikasies vir Suid-Afrikaanse toestande	289
5.5.5	Lugreëling- en ventilasië standaarde	291
5.6	Beligting	293
5.6.1	Algemene beligtingsontwikkelings	299
5.6.2	Energie-effektiewe beligting	301
5.6.3	Gebruik van natuurlike daglig	303
5.6.4	Taakbeligting	305
5.7	Warmwatervoorsiening	309
5.7.1	Konvensionele metodes	309
5.7.2	Warmwater ontwerpvoorwegings	311
5.7.3	Spesifieke oorwegings vir energiedoeltreffendheid	318
5.8	Hittepompe	319
5.8.1	Omskrywing	319
5.8.2	Koste-effektiwiteit van hittepompe	329
5.8.3	Gebruiksmoontlikhede van Hittepompe op kampusse	335
5.8.4	Hittepompe : samevatting	337
6.	Energie meet- en moniteertoerusting	339
6.1	Meetinstrumente	339
6.2	Sentrale beheerskakeling	341
7.	Arbeidsfaktor en diversiteit	342
8.	Ontwerpvolgorde	342
8.1	Voorontwerpfase	342

8.2	Kontrole- en ontleedfase	342
8.3	Sketsplan ontwerpfas	342
8.4	Volledige ontwerpfas	343
9.	Hulpmiddels vir ontwerp	343
9.1	Ontwerpkontrol	345
10.	Samevatting	347

HOOFSTUK 10 GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

1.	Inleiding	349
2.	Die klient se rol	356
2.1	Rolspelers by energie-effektiewe ontwerp	356
3.	Professionele fooie	359
3.1	Simulasie van insentiewe vir energie doeltreffende ontwerp	363
4.	Die energiekontrol	368
5.	Personeel en energiebestuur	371
6.	Samevatting	371
7.	Verdere toepaslike navorsing	376

LYS VAN TABELLE

1-1	Universiteite en teknikons in Suid-Afrika 1992	11
1-2	Universiteite en teknikons : Satelliet kampusse	Bylae A
1-3	Subsidering van universiteite en teknikons	14
1-4	Universiteite uitgawes aan SANSO verstrek	Bylae A
1-5	SANSO-inligting opsomming van universiteite uitgawes	16
3-1	Kaloriewaardes van verskillende energiebronne	61
3-2	Koste van lugreëling kVA & kWhr : Merensky Biblioteek	72
3-3	Warmwatergebruik op 'n tipiese kampus	75
3-4	Warmwater verliese vs pylengtes	76
3-5	Koshuis watergebruik vir 2 manskouise	80
3-6	Koshuis kombuis warmwatergebruik	81
3-7	Huishoudelike warmwater gebruik 100L persoon/dag	82
3-8	Warm.kouewater kombinasie per 100L skottelgoedwaswater	84
3-9	Skedule van vloeroppervlakte gebruik tov Skematiek 3-3	89
4-1	Effek van arbeidsfaktor	98
4-2	Arbeidsfaktorverbetering - ekonomiese oorweging	Bylae L
4-3	Arbeidsfaktorverbetering simulaties	Bylae L
4-6	UP arbeidsfaktorberekenings projekteerde besparings	109
4-7	Diversiteit vs aantal vragte	117
5-1	ESKOM energietariewe 1 Januarie 1992	137
5-2(a)	Vergelyking van verskillende tariewe op spesifieke 8000 kW vrag veranderlikes LF 60% AF 95	Bylae M
5-2(b)	Vergelyking van verskillende tariewe op spesifieke 8000 kW vrag veranderlikes LF 75% AF 80	Bylae M
6-1	Uniformat lewenssiklus koste-analise	155

8-1	Warm/koue water kombinasies per 100L skottelgoedwaswater	228
9-1	Algemene ontwerpkontrolelys	235
9-2	Gebouligging veranderings	259
9-3	Energieveranderings vs gebouligging	260
9-4	Sigbare golflengtes	263
9-5	Somer- en winterson afsnyhoeke vir Suid-Afrika	266
9-6	Vensterhoogte en vir dakoorhange verbande vir S.A.stede	267
9-7	Stralingsdeurlating van verskillende tipes glas en mure	267
9-8	Swaar termiese konstruksie geboue (Pretoria)	276
9-9	Ligte termiese konstruksie geboue (Durban)	276
9-10	Varslug aanbevelings - volumes in L/persoon	292
9-11	Ligarmatuur doeltreffendheid	297
9-12	Die effek van plafonhoogte op beligting	301
9-13	Kompakte energiedoeltreffende fluoreseer armature	308
9-14	Warm/kouewaterkombinasies per 100L bad/stort	311
9-15	Kostevergelyking : Hittepompe vs konvensionele verhitting	332
10-1	Energie-effektiewe ontwerp insentief	365
10-2	Kostevergelyking met en sonder insentief vir energie- effektiewe ontwerpe	367

LYS VAN GRAFIEKE

1.1	% Subsidering van universiteite en teknikons	14
1-2	Geldwaarde van subsidering	15
1-3	Inflasie aangepasde subsideringsyfer	15
1-4	Koste van nutsdienste, insluitende energie	16
1-5	Energietariewe wêreldwyd	19
3-1	Tipiese akademiese geboufrag	65
3-2	Tipiese manskoshuisfrag 19 April 1992	68
3-3	Tipiese dameskoshuisfrag vir 9 maande	69
3-4	Tuksdorp : gemengde koshuisfrag	69
3-5	Afkoelingskurwe van gebergde warmwater	74
3-6	Hyservragpatroon akademiesegebou	87
4-1	Arbeidsfaktorprofiel	98
4-2	Effek van swak arbeidsfaktor op energiekoste	100
4-3a-c	AF korrigering simulaties	Bylae L
4-4a-e	Merensky lugreëling en arbeidsfaktor	103
4-5a	Arbeidsfaktor voor korrigering	107
4-5b	Arbeidsfaktor na korrigering	108
4-6	Gesimuleerde afskakeling van AF-kapasitore	111
4-7	Diversiteit by manskoshuise en sportterrein	117
4-9	Jaarlikse vraganalises verskillende toevoere	125
5-1	Tariewe T1 & T2	139
5-2	UP hooftoevoer - Die effek van T1	140
5-3	Vergelykende energietariewe vir 5000kVA frag	Bylae M
5-4	UP hoofsubstasie totale elektriese rekening	141
5.5	Grafiese vergelyking/afwykingsbeheer van verskillende toevoere	144

9-1	Lugreëlingkoste vs vloeroppervlakte	248
9-2	Gebouvorm vs energiekoste	249
9-3	Termiese storing vs kVA aanvraag	249
9-4	Energieverandering vs verandering van gebouligging	260
9-5	Sensitiwiteit van menslike oog	263
9-6	Stralingsdeurlating van verskillende tipes glas & mure	272
9-7	Warm/kouewater samestelling per 100L gemengde water	315
9-8	Energie in kWh vs temperatuurverskil by 1000L stortwater	316
9-10	Verhittingsdrywing	316
9-10	Verandering in WVK (COP) volgens geografiese ligging	325
9-11	Kostevergelyking : Hittepompe vs konvensionele verhitting	333
10-1	Fokusstrategie - besparings en bestedings	355
10-2	Kostesamestelling van gebou oor lewensverwagting	361
10.3	Effektiewe ontwerpinsentief	366

LYS VAN SKEMATIEKE

1-1	Geografiese ligging van universiteite en teknikons in die Republiek van Suid-Afrika	9
2-1	Navorsingindeling	56
3-1	Energiegebruik - universiteite en teknikons	59
3-2	Stroombane vir noodsaaklike en minder noodsaaklike vrag	63
3-3	Tipiese vloeruitleg : Toringgebou	89
4-1	Arbeidsfaktor	95
4-3	AF korrigerende verbindings by hoofsubstasie	111
6-1	Die energie aktiwiteitskosteketting	150
6-2	LSK vloediagram	155
6-3	LSK projekmodellering	160
6-4	Aanbieding van LSK-analise inligting	168
6-5	Tipiese energiekostesamestelling per maand	173
6-6	Finansiële beheer van energie rolspelers	180
7-1	Energiebestuur	201
9-1	Betrokkenes by oorweging van veranderings aan bestaande geboue	239
9-3	Dak- en vensterafskerming	265
9-4	Waterverhitting geforseerde konveksie	281
9-5	Somer verkoeling deur natuurlike konveksie	281
9-6	Minimum behaaglikheidstoestande vir S.A.	289
9-7a	Taakbeligting van lesingsale	306
9-7b	Taakbeligting algemeen	307
9-8	Hittepomp beginsels	319
10-1	Energiebestuur interaksie	355

10-2	Die ontwerpspan	357
10-3	Energie-onderzoek vloeikaart	369
10-4	Skedule van energiegebruik en energie uitskotvoorkoms	370

LYS VAN FIGURE

6-1	LSK en voorkomende instandhouding	171
9-1	Energiebesparingsmoontlikhede vs stadium van ontwerp	236
9-2a	Helling van aarde se as	254
9-2b	Posisie van son volgens tyd van die jaar	254
9-3	Minimum behaaglikheidstoestande vir S.A klimaat	289
9-4	Energiebalans by warmwater vermenging	311

LYS VAN FOTOS

9-1	PU vir CHO : Frans du Toit afskerming	268
9-2	UP Opvoedkundegebou : vensterafskerming	271
9-3	PU vir CHO Ou Hoofgebou : dakoorhang afskerming	273

LYS VAN BYLAES

BYLAE	BESKRYWING
A	i Universiteite en Technikons in SA : 1992 kampusse
	ii SANSO-inligting ten opsigte van universiteite en teknikons
B	i Vraelys 1
	ii Vraelys 2
	iii Vraelys 3
	iv Vraelys 4
	v Vraelys 5
	vi Vraelys 6
	vii Vraelys 7
C	i LSK voorbeeld #1
	ii LSK voorbeeld #2
	iii LSK voorbeeld #3
	iv LSK voorbeeld #4
	v LSK voorbeeld #5
	vi LSK voorbeeld #6
	vii LSK voorbeeld #7
D	i Elektrisiteitstariewe ESKOM en Munisipaliteite SA
	ii Stadsraad van Pretoria tariewe Augustus 1992
	iii Vergelykende elektrisiteitstariewe wêreldwyd
E	i Energie kontrolelyns van toepassing op universiteite en teknikons
	ii Energie kontrolelyns van toepassing op universiteite

- en teknikons
 - iii Energie kontrolelys van toepassing op universiteite en teknikons
 - iv Energiekontrolelys van toepassing op universiteite en teknikons
 - v Effek van alternatiewes op termiese energie en ligenergiewaardes
 - vi Effek van alternatiewes op termiese energie en ligenergiewaardes
 - vii Unifomat lewenssiklus koste-analise program
 - viii Oorsigtelike energie opnamelys

- F
 - i Ontwerp insentiewe tabel
 - ii Ontwerp insentiewe grafies

- G
 - i Universiteit van Suid-Afrika Energiegebruike
 - ii Universiteit van Pretoria Tandheelkunde vragprofiel
 - iii Universiteit van Pretoria hoof substasie vragprofiel
 - iv kVA aanvraag per koshuisstudent
 - v Vragfaktor vir UP hoofsubstasie
 - vi Totale energie en kVA uitgawes op hoofsubstasie

- H
 - i Tegniiese inligting

- I
 - i Uniekheid van universiteite en teknikons
 - ii Finansiële beheer inisiatiewe

- J
 - i Lugreëling ontwerpvoorsorge

K i Vensterafskerming

L i Voorbeelde van arbeidsfaktor korrigering

M i Vergelyking van elektriese tariewe

DEEL 1

DOELWITTE, NAVORSINGGEBIED, METODIEK

Sleutel begrippe:

Doelwitte, bydrae van navorsing, instansies betrokke, navorsingsgebied, knelpunte, eiesoortigheid, energiekrisis, energie bronne, energie beheermaatreëls, energie tariewe, energie inligting, verspreiding van energie, rolspelers, toerusting vervaardigers, eindgebruikers, metodiek van navorsing, behoefte vir ondersoek, strategieë, spesifieke probleme, inligting indeling, vraelyste.

HOOFSTUK 1

DOEL VAN ONDERSOEK

1 DOELWITTE MET NAVORSING

1.1 INLEIDING

Die vroeë sewentigerjare is gekenmerk as 'n ekonomiese bloeitydperk in Suid-Afrika waarby ook tersiêre akademiese inrigtings gebaat het deurdat meer fondse vir meer voortreflike fasiliteite beskikbaar was is.

Dit het meegebring dat nie net geboue en toerusting aansienlik verbeter het nie, maar aansienlik beter werkstandaarde en -omstandighede geskep is. In dié verband word spesifiek verwys na die voorsiening van veral volle lugreëling, verbeterde beligting en die redelike wye gebruik van hoë tegnologie toerusting. Die fasiliteite het weer hoër elektriese energiegebruik tot gevolg gehad.

Die estetiese voorkoms van geboue het in die tyd hoë aansien geniet. Ekonomiese en koste-effektiewe ontwerpe en die minimalisering van bedryfs- en veral energie uitgawes, is tydelik op die agtergrond geskuif.

Daar is ook nie spesifieke riglyne of norme gehandhaaf vir behaaglikheidstoestande wat vanselfsprekend energie-aanwending beïnvloed het nie. Energie is dikwels as regstellingsmaatreël gebruik om te kompenseer vir minder gunstige ontwerpe of om die fasiliteite bruikbaar te maak.

Maksimale en optimale besetting van fasiliteite is nie doelgerig aangespreek nie en duplisering van fasiliteite en dieselfde soort opleidingsgeriewe het tussen universiteite en selfs by dieselfde universiteit voorgekom. Op daardie stadium was daar geen behoefte vir rasionalisering van fasiliteite nie. 'n Groot aantal kursusse is dikwels as 'n statussimbool beskou, ongeag of dit koste-effektief is of nie.

Die afswaai in die ekonomie tydens die laat tagtiger- en vroeë negentigerjare, het feitlik alle bedryfsektore gedwing om die koste-effektiwiteit van organisasies fyn te ontleed. Opvoedkundige instellings soos teknikons en universiteite, wat tradisioneel sterk gesteun het op subsidiering vanaf owerheidsweë, moes ook alle hulpbronbesteding krities evalueer en toesien dat fondse koste-effektief aangewend word om maksimum opbrengste te verseker.

'n Groot aantal hulpbronne word tydens die opleiding van studente gebruik. Dit is dus noodsaaklik om alle hulpbronbesteding te ontleed deur middel van, onder andere, die ABC-konsep (aktiwiteitskoste) en as persentasie van die globale begroting uit te druk.

Sedert 1980 word finansiering van universiteite en teknikons deur die SANSO-norme gereguleer. Die beheerliggaam van die KUH het sekere riglyne formuleer waaraan voldoen moet word alvorens volledige gesubsidieerde finansiering sal plaasvind. Hierdie norme is onder andere gebaseer op ruimtetoewysing per vakgebied wat doseer word, asook student/dosent verhouding. Die subsidie word breedweg baseer op 'n per student(voltydse ekwivalent) per vakrigting as basis. In geval van nie-

voldoening aan neergelegde norme, word die betrokke instansie gepenaliseer.

Universiteite en teknikons is welliswaar nie volgens algemene maatstawwe, deurgaans groot gebruikers van energie nie. Die energie-uitgawes van die organisasies kan egter 'n aansienlike deel van die normale bedryfsuitgawes beloop, moontlik soveel as 3-5%. Jaarlikse eskallasie van energietariewe kan uitgawes nog meer ongunstig beïnvloed.

Vir die opvoedkundige sektor, waarby slegs universiteite en teknikons ingesluit word, kan energie uitgawes globaal tot R100 Milj per jaar beloop (inligting van die KUH). Besparings in energie kan fondse beskikbaar stel wat weer vir akademiese doeleindes aangewend kan word. So kan druk op die reeds beperkte finansiële hulpbron, wat steeds afneem as gevolg van die afnemende subsidiering vanaf owerheidsweë, verminder word. Energiebesparings kan inderdaad as alternatiewe bron van finansiering vir akademiese opleiding gesien word.

SANSO maak nie spesifiek voorsiening vir norme vir ander bedryfshulpbronne soos energie nie, basies omdat daar tot datum weinig navorsing by akademiese instansies ten opsigte van die doeltreffende aanwending van energiehulpbronne in die bedryfsituasies gedoen is. Indien energie norme wel toegepas word, sal dit ook 'n invloed hê op die ontwerppatroon van nuwe fasiliteite en beslis op bedryfsuitgawes. Hoe noukeuriger normale bedryfsuitgawes beheer word, hoe meer fondse sal beskikbaar wees vir verbetering van die gehalte van akademiese opleiding.

Die huidige formaat van die voorgeskrewe finansiële verslaggewing dra daartoe by dat energie uitgawes nie baie duidelik sigbaar is nie en eerder in 'n mate verskans is met ander uitgaweposte. In die navorsing is juis gepoog word om die energie uitgawes meer sigbaar te maak.

1.2 HOOFDOELWIT MET NAVORSING

Die uiteindelige doelwit is om te bepaal tot welke mate die energiehulpbron koste-effektief gebruik word. 'n Verdere doelwit is om 'n praktiese bestuursriglyn vir energie beheerpraktyke vir **bestaande** geboue en fasiliteite te ontwerp. Riglyne sal dan ook saamgestel word om sekere fasette van bestaande inrigtings se huidige energiegebruik te monitor met die oog op moontlike regstellingsaksies.

Terselfdertyd word aandag geskenk aan die ontwerp van **toekomstige** geboue vir SA universiteite en teknikons sodat koste-effektiewe energie aanwending verseker word. Duidelike en definitiewe voorgeskrewe riglyne aan die raadgewende professionele span word formuleer en voorgehou om beter ontwerp van nuwe fasiliteite te verseker.

Dit is van besondere belang om dissiplines wat tradisioneel ver van mekaar staan, tydens die ontwerp van nuwe fasiliteite saam te snoer en so te verseker dat die onderskeie dissiplines gelyktydige insette lewer en mekaar se probleme begryp. Sodoende kan 'n energie korrekte ontwerp daargestel word en energiegebruik beperk word. Die dissiplines wat gelyktydig betrek word kom uit beide die eksakte wetenskappe (ingenieurs, argitekte, bourekenaars) en die ekonomiese wetenskappe (bestuurders, finansiers, ekonome).

1.3 AANVULLENDE DOELWITTE

Tydens universitêre instandhoudingskongresse wat sedert 1979 by Suid-Afrikaanse universiteite en teknikons plaasvind, is die behoefte vir die samestelling van riglyne vir energiebeheer, verskeie kere uitgespreek. Beskikbare dokumentasie dateer terug tot voor 1982 toe die noodsaaklikheid van energiebesparing al aangehaal is. Daar was 'n duidelike bewustheid dat energie gebruik 'n bron vir verdere ondersoek is.

Uit die ondersoek word verder gepoog word om die volgende aanvullende doelwitte te bereik, naamlik:

- om gebruike en moontlik wangebruike in nuwe en bestaande fasiliteite te identifiseer;
- om energiegebruike in noodsaaklike en minder noodsaaklike kategorieë in te deel;
- om 'n aanvaarbare energiestandaard te bepaal;
- om 'n prakties uitvoerbare energiestrategie en -bestuurmodel vir universiteite en teknikons saam te stel.

Steekproef ondersoek het getoon dat die uiteindelijke doelwitte slegs bereik kan word indien

- die eiesoortigheid en uniekheid van opvoedkundige inrigtings in verhouding tot ander bedrysektore, in berekening gebring word;
- die verskille en eiesoortigheid van opvoedkundige inrigtings relatief tot mekaar, in berekening gebring word;
- die betrokkenheid van deelnemers verkry word deur hulle te oortuig van die besparingsmoontlikhede deur die toepassing van praktiese beheermaatreëls;
- die effektiwiteit van beheermaatreëls en doelwitbereiking

- deurlopend gemonitor word;
- die betrokkenheid van die Topbestuur van universiteite en teknikons by enige energie beheerprogram verkry kan word ten einde te verseker dat die nodige besparings realiseer.

1.4. HUIDIGE VOORSKRIFTELIKHEID

Die bestaande SANSO-norme (Suid-Afrikaanse Na-Sekondêre Opleiding) word tans op Suid-Afrikaanse universiteite en teknikons toegepas om voorskrifte oor akademiese uitbreiding te handhaaf. In die navorsing word gepoog om soortgelyke energienorme voorskrifte te formuleer en te handhaaf ten opsigte van die ontwerp van toekomstige akademiese fasiliteite.

Tersiêre inrigtings verskil aansienlik van mekaar en vaste, eenvormige riglyne vir energiebeheer sal moeilik uitvoerbaar wees. Absolute vergelykings tussen inrigtings is ook nie sinvol nie, onder andere omdat daar ook tussen inrigtings verskille waarneembaar is wat die instelling nie self kan beheer nie.

2. NAVORSINGSGBIED

2.1 INSTANSIES BETROKKE

Die instansies wat by die navorsing betrek is, is universiteite en teknikons in die Republiek van Suid-Afrika, die TBV state asook Namibië. Sommige is residensiële instellings terwyl ander weer hoofsaaklik korrespondensie instellings is. Direkte, absolute vergelykings is gevolglik nie moontlik nie omdat relevante omstandighede, eiesoortighede en geografiese aspekte dikwels aansienlik verskil.

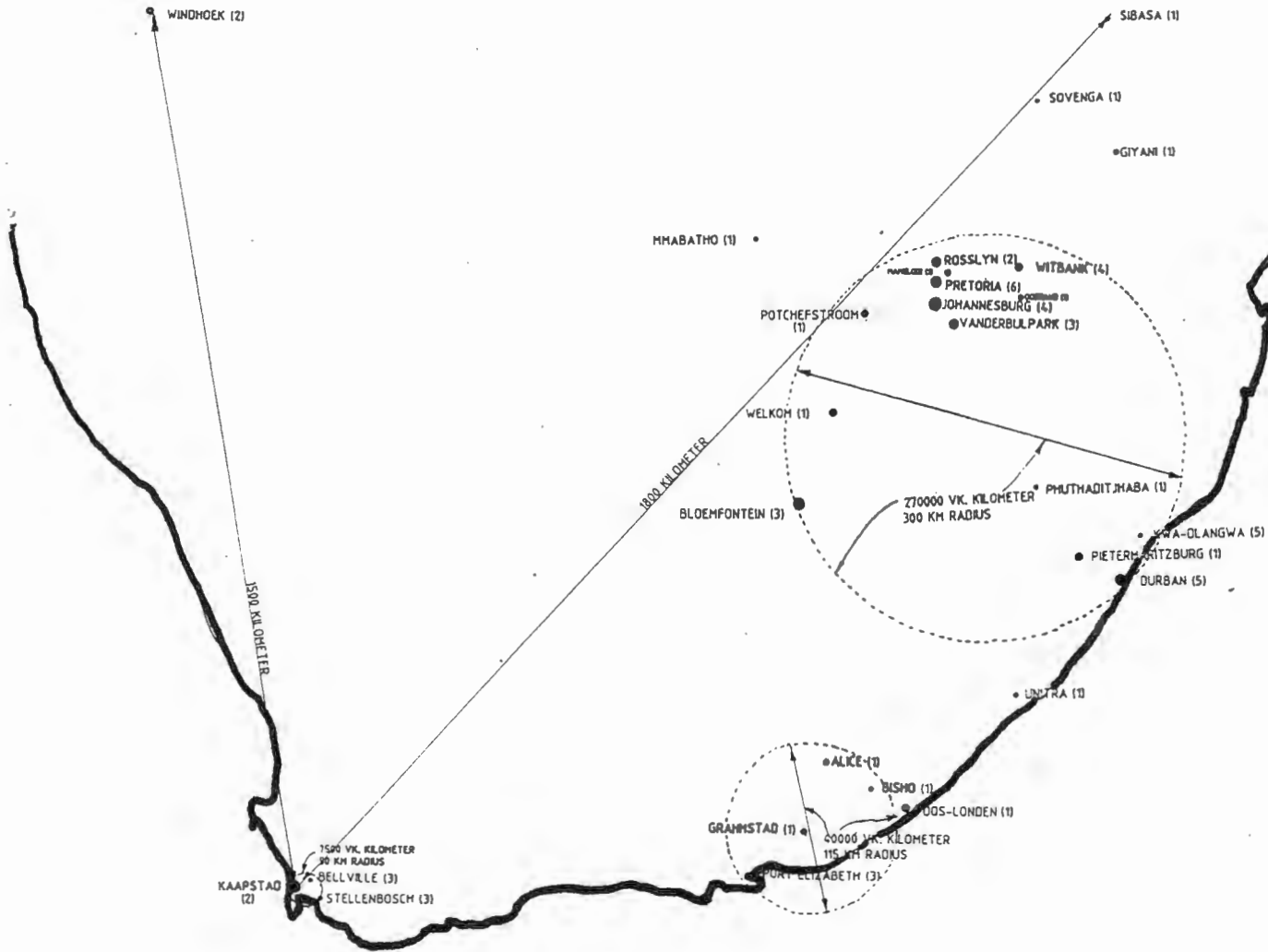
Weens die uitgestrektheid van Suid-Afrika kon opleidingsfasiliteite nie te ver van groeipunte en gebruikers geplaas word nie. *Skematiek 1-1* toon die ligging van die verskillende akademiese inrigtings in Suid-Afrika asook die inrigtings wat satelietkampusse bedryf ten einde nader aan groeipunte en gebruikers te wees.

Volgens hierdie skematiek is dit duidelik dat die grootste konsentrasie van tersiêre opvoedkundige instellings in 'n area van nagenoeg 270'000 vk km voorkom wat die PWV, Natal en die Oranje Vrystaat insluit. Daarna is daar 'n verspreiding van tersiêre opvoedkundige inrigtings oor 'n gebied van 40'000 vk km in die Ooskaap rondom Port Elizabeth as fokuspunt, en daarna 'n relatief kleiner gebied van 7'500 vk km rondom Kaapstad as fokus, wat twee groter en een effens kleiner universiteite asook twee teknikons met sateliet-kampusse insluit.

Met die uitsondering van Windhoek en van die vlootopleiding universiteit in Saldanha, is daar geen verdere residensiële tersiêre opleidingsfasiliteite te weste van die drie bogenoemde geïdentifiseerde gebiede nie.

Skematiek 1-1

GEOGRAFIESE LIGGING VAN UNIVERSITEITE & TECHNIKONS IN
SUID-AFRIKA 1992



In totaal is daar in die Republiek van Suid-Afrika, insluitende die op daardie stadium tuislande en Namibië*

19 Universiteite met gesamentlik 293'974 studente op 35 kampusse

15 Teknikons met gesamentlik 85'393 studente op 15 kampusse.

* Daar word nog voortdurend uitgebrei en die 1993 syfers verskil aansienlik.

Wat verder opval is die relatiewe yl verspreiding van opleidingsinstellings en die relatiewe groot afstande tussen instellings, behalwe in die PWV gebied en Kaapstad. Dit het die effek dat gereelde besoeke tussen instellings om inligting uit te ruil of om probleemsituasies te bespreek, redelik beperk is - dikwels tot een kongres per jaar. 'n Instandhoudingskongres tussen universiteite en teknikons vind jaarliks op 'n rotasiebasis plaas, waartydens bedryfsprobleme bespreek word. Tyd word ingeruim om ter plaatse besoeke aan kampusse te bring om spesifieke probleme waar te neem. Tabel 1-1 toon die verskillende universiteite en teknikons en die onderskeie studentegetalle. Die Universiteit van Suid-Afrika, met hoofkampus in Pretoria, is die enigste nie-residensiële universiteit terwyl die Technikon RSA ook hoofsaaklik 'n nie-residensiële instelling is.

In *Bylae A (Tabel 1-2)* word die verskillende kampusse en satelliet kampusse van universiteite en teknikons in Suid-Afrika aangedui.

Dit is hoofsaaklik universiteite wat satellietkampusse bedryf en veral Vista Universiteit beskik oor 'n groot aantal satellietkampusse. Elkeen van hierdie kampusse het eiesoortige probleme, nie noodwendig dieselfde as die moederkampus nie en vir alle praktiese doeleindes vir sover dit energieprobleme aangaan, word dit as aparte kampusse hanteer.

Tabel 1-1

UNIVERSITEITE EN TECHNIKONS IN SUID-AFRIKA 1992: STUDENTE

(Syfers uit WORLD OF LEARNING 1992)

NAAM VAN INRIGTING	TIPE INRIGTING	GETAL STUDENTE
UNIVERSITEIT VAN SUID-AFRIKA	UNIVERSITEIT	115 850
VISTA UNIVERSITEIT	UNIVERSITEIT	25 000
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA	UNIVERSITEIT	22 247
UNIVERSITEIT VAN WITWATERSRAND	UNIVERSITEIT	19 341
TECHNIKON RSA	TECHNIKON	14 222
UNIVERSITEIT VAN WES-KAAPLAND	UNIVERSITEIT	13 800
UNIVERSITEIT VAN NATAL	UNIVERSITEIT	13 643
UNIVERSITEIT VAN KAAPSTAD	UNIVERSITEIT	13 379
PRETORIA TECHNIKON	TECHNIKON	12 500
RANDSE AFRIKAANSE UNIVERSITEIT	UNIVERSITEIT	9 200
UNIVERSITEIT VAN DIE NOORDE	UNIVERSITEIT	10 603
POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR CHO	UNIVERSITEIT	8 806
WITWATERSRANDSE TECHNIKON	TECHNIKON	8 499
KAAPSE TECHNIKON	TECHNIKON	8 011
VAALDRIEHOEKSE TECHNIKON	TECHNIKON	8 000
UNIVERSITEIT VAN DURBAN WESTVILLE	UNIVERSITEIT	7 402
M L SULTAN TECHNIKON	TECHNIKON	7 000
TECHNIKON NATAL	TECHNIKON	6 800
UNIVERSITEIT VAN TRANSKEI	UNIVERSITEIT	6 241
PORT ELIZABETH TECHNIKON	TECHNIKON	6 100
UNIVERSITEIT VAN FORT HARE	UNIVERSITEIT	5 550
UNIVERSITEIT VAN ZOELOELAND	UNIVERSITEIT	5 151
UNIVERSITEIT VAN PORT ELIZABETH	UNIVERSITEIT	5 000
SKIEREILANDSE TECHNIKON	TECHNIKON	4 800
TECHNICON OVS	TECHNIKON	4 000
RHODES UNIVERSITEIT	UNIVERSITEIT	3 700
UNIVERSITEIT VAN BUPHUTHATSWANA	UNIVERSITEIT	2 872
TECHNIKON NOORD TRANSVAAL	TECHNIKON	1 980
MEDIESE UNIVERSITEIT VAN SUID-AFRIKA	UNIVERSITEIT	1 689
UNIVERSITEIT VAN VENDA	UNIVERSITEIT	4 500 ■
TECHNIKON MANGOSUTHU	TECHNIKON	1 031
TECHNIKON SETLOGELO	TECHNIKON	800 ■
CISKEI TECHNIKON	TECHNIKON	900 ■
TECHNIKON NAMIBIë	TECHNIKON	750 ■
TOTAAL		376 917

UNIVERSITEITE

TECHNIKONS

<i>Getal</i>	19	15
<i>Stude</i>	293 974	85 393
<i>Personeel</i>	13 511	3 255

■ *Beraamde Syfer*

Besoeke aan universiteite in die VSA en Brittanje, het getoon dat omstandighede tussen hierdie universiteite en Suid-Afrikaanse universiteite aansienlik verskil. Selfs tussen Suid-Afrikaanse universiteite en teknikons kom groot verskille voor, hoofsaaklik vanweë die outonome bestuur, die geografiese ligging van die instansies, die studente populasies en spesifieke eiesoortighede.

Die verskille tussen instellings word bevestig uit 'n omvattende verslag (Carnegie Commision of Higher Education :The College and University Energy Management Workbook : ACE, APPA, NACUBO Energy Task Force) dat

... elke hoër onderwysinstelling uniek is in terme van fasiliteite, vestingsgebied, fakulteite, hulpbronne, personeel en geskiedenis en dat geen enkele bestuurstyl of beplanning twee kampusse tot dieselfde mate sal bevoordeel nie ... (Vry vertaal)

Indien genoemde stelling as korrek aanvaar word, moet tot die gevolgtrekking geraak word dat die effektiwiteit van enige aksieplan of strategie, grootliks sal afhang in welke mate die plan aangepas kan word vir die uniekheid van 'n besondere organisasie. Dit is dus sinvol om die ondersoek slegs op Suid-Afrikaanse universiteite en teknikons toe te spits en hieruit 'n gebruikspatroon te probeer bepaal eerder as wat oorsese riglyne aangewend of aangepas word vir toepassing op Suid-Afrikaanse omstandighede. Die geografiese ligging van akademiese instellings asook die redelik outokratiese bestuur van die verskillende inrigtings, bevorder ook nie maklike uitruiling van energie-inligting nie.

2.2 KNELPUNTE

Soos reeds genoem, het verbeterde ekonomiese toestande en gepaardgaande hoër standarde tot ongeveer die middel 1980's, by universiteite en teknikons voortgeduur. Daarna het toenemende wêreldwye ekonomiese verswakking ingetree en in Suid-Afrika spesifiek het bykomend, as gevolg van sanksies, 'n aansienlike afskaling in die lewenswyse plaasgevind. Die Staatsformule vir subsidiëring van onderwys- en opleidingsfinansiering, is progressief ingekort en feitlik jaarliks was daar 'n afname in die subsidiëring.

Hoewel baie minder bestee is op kapitale belegging het die bedryfskoste van bestaande fasiliteite gestyg, nie noodwendig in dieselfde verhouding as die inflasiekoers nie, maar ook as gevolg van die verswakking van die toestand van die bates wat moontlik nie in die verlede tyd in stand gehou en herstel is nie.

Opvoedkundige instansies moes inderdaad op wye vlak na rasionalisering en besnoeiing van uitgawes kyk. Van die meer algemene finansiële beheer inisiatiewe word in *Bylae I(iv-vi)* uiteengesit.

Die reaksie van verskillende instansies op die vermindering in die formule vir subsidiëring, was baie uiteenlopend. Oor die algemeen het alle instansies egter gepoog om op verskillende gebiede besparings te bewerkstellig, hoofsaaklik ten opsigte van bedryfsuitgawes. Hierdie doelgerigte besparingsreaksie word bevestig (Porter, M E : 1990, p41) dat voortgesette subsidieë, die inisiatief en innovasie van gebruikers beperk en 'n houding van

afhanklikheid behou. Die inkorting van staatssubsidieë, het universiteite en teknikons gedwing om hulle eie posisies te herevalueer.

Die subsidiering uit die Staatskas, wissel tussen universiteite en teknikons soos in **Tabel 1-3** aangedui.

Tabel 1-3

SUBSIDERING VAN UNIVERSITEITE EN TECHNIKONS*

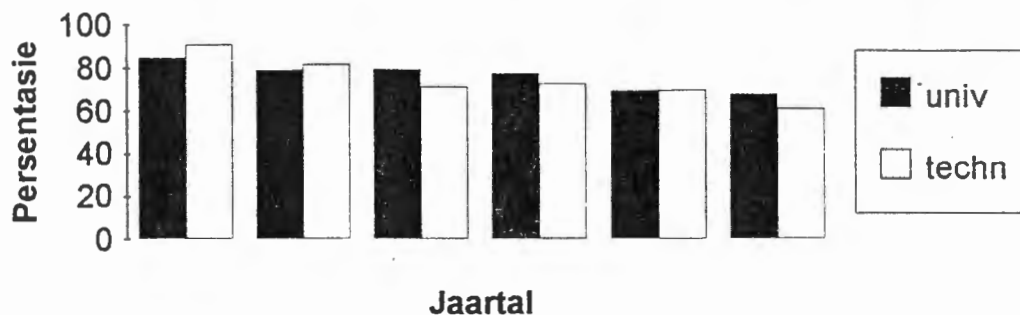
DATUM	UNIVERSITEITE	UNIVERSITEITE	TECHNIKONS	TECHNIKONS
1987	84.7	1006522000	90.9	211395000
1988	78.8	1051516000	81.7	214505000
1989	79.5	12554887000	71.5	253799000
1990	77.4	1465923000	72.7	327110000
1991	69.5	1568627000	69.5	387509000
1992	67.6	1682779000	61.1	460073000

*Syfers deur KUH Sekretariaat voorsien

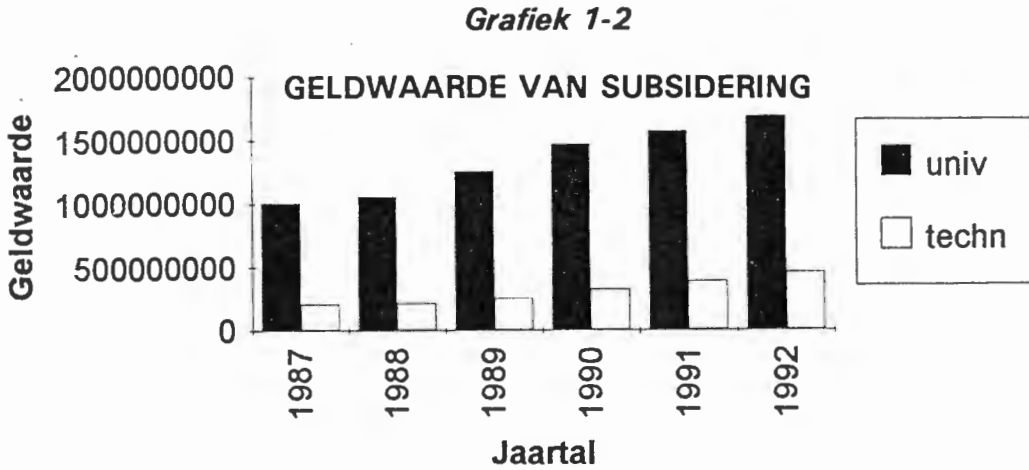
Grafiek 1-1 toon die afnemende toewysing van subsidie as persentasie van die aanvanklik ooreengekome subsidie. In 1992 is slegs 67.6% van die subsidie volgens die ooreengekome formule aan universiteite toegewys, dit is 32.4% minder as die aanvanklike riglyne.

Grafiek 1-1

% SUBSIDERING UNIVERSITEITE EN TECHNIKONS



Grafiek 1-2 toon die werklike geldwaarde van subsidie aan universiteite en teknikons toegestaan. Die groot verskil is toe te skryf aan die studenteverhoudings tussen universiteite en teknikons asook die formule vir befondsing.

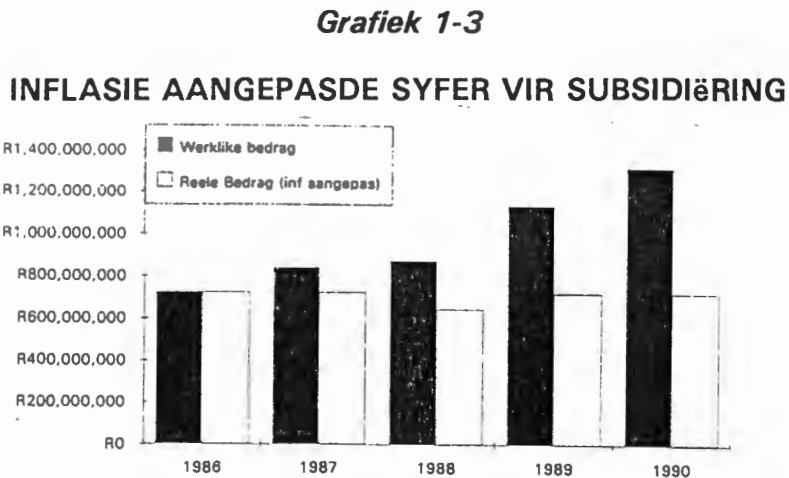


Ofskoon daar 'n jaarlikse toename in die subsidiebedrag is, is daar inderdaad 'n afname in die reële waarde van die subsidie as 'n jaarlikse inflasiekoers van 14% in berekening gebring word.

Grafiek 1-3 toon die inflasie aangepaste syfer bereken met 1986 se geldwaarde as verwysing. Daarna verminder die subsidie jaarliks in die verhouding

$$\left(1 - \frac{\text{inflasiekoers}}{100}\right)^n$$

waar n = die aantal jare vanaf 1986 waar n = 0



Die uitgawes van elke universiteit soos jaarliks aan die KUH voorsien word, word aangetoon in **BYLAE A(Tabel 1-4)**. Uit die tabelle is sekere syfers onttrek en opgesom en 'n globale opsomming word in **Tabel 1-5** uiteengesit. Dit toon 'n uittreksel van finansiële syfers wat vanaf 1986 tot 1990 deur universiteite aan die KUH voorsien is.

Tabel 1-5

SANSO INLIGTING TEN OPSIGTE VAN UNIVERSITEITSUITGAWES*

*KUH Sekretariaat

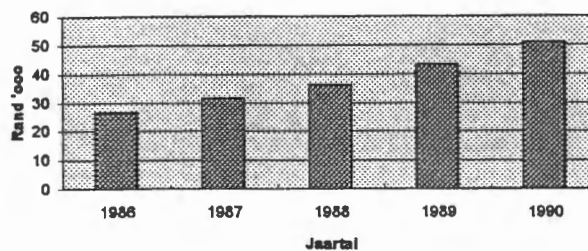
GLOBALE TOTAAL

JAAR-TAL	SUBSIDIE SENTRALE OWERHEID IN SA RAND	ADMIN UITG toev BEDRYF & ONDERHOUD IN SA RAND	ONDERHOUDGEBOUW IN SA RAND	NUTS-DIENSTE TOTAAL IN SA RAND	BEDRYFS- UITGAWES TOTAAL IN SA RAND	INFL 14% AANGEPASDE SUBSIDIE IN SA RAND
1986	723'872'908	6'937'392	30'906'408	28'633'210	1'503'905'512	723'872'908
1987	840'296'853	6'448'556	38'324'728	31'593'447	1'347'019'243	722'655'294
1988	876'220'959	7'984'948	41'268'492	36'085'334	1'582'740'991	648'053'021
1989	1'138'443'392	8'829'656	51'062'952	43'309'609	1'948'579'765	724'113'750
1990	1'327'068'114	11'011'327	65'334'215	50'875'497	2'338'599'420	725'917'087

Indien ander uitgawes byvoorbeeld nutsdienste (wat energie insluit) ontleed word, is daar skerp toenames soos duidelik blyk uit **Grafiek 1-4**. Die tendens is ongeveer dieselfde vir alle ander uitgaweposte.

Grafiek 1-4

KOSTE VAN NUTSDIENSTE INSLUITENDE ENERGIE



Dit is duidelik dat die effek van inflasie, die subsidie se reële geldwaarde jaarliks verminder en dat universiteite en teknikons gedwing word om uitgawes te her-evalueer, prioriteite te bepaal en bestuur volgens algemeen aanvaarde ekonomiese praktyke toe te pas. Een van die beter 'verantwoording' strategieë is waarskynlik om die gebruiker van energie aanspreeklik te hou vir sy uitgawes volgens die beleid van "the user pays".

2.3 EIESOORTIGHEID VAN UNIVERSITEITE EN TECHNIKONS

Universiteite en teknikons bedryf 'n verskeidenheid funksies wat tipies in 'n aantal ander bedryfsektore voorkom. Beheer maatreëls moet derhalwegig word volgens dit wat normaalweg op al die soortgelyke sektore toegepas word.

Alhoewel daar 'n sekere mate van owerheidsvoorskriftelikheid is wat hoofsaaklik in die SANSO-norme vervat word en waarvolgens universiteite en teknikons finansiële verslag moet gee van werksaamhede, is daar 'n redelike mate van outonomie van die onderskeie topbesture.

Die verskil in staatsubsidering en werklike uitgawes word gewoonlik aangevul deur

- skenkings ontvang
- vervreemding van bates
- renteverdienste op beleggings
- studentegelde.

Verhoogde studentegelde om die gaping te oorbrug, is in die huidige ekonomiese- en politieke klimaat 'n uiters omstrede en riskante wyse van

finansiering. 'n Onverskillige toename in studentegelde kan ook 'n weerstand van voornemende studente tot gevolg hê. Universiteite en teknikons moet gevolglik innoverend in finansiële bestuur wees en meer soos baie universiteite in die VSA, wat geen staatsubsidie ontvang nie maar nogtans mededingend funksioneer en mededingende studentefoosie handhaaf.

2.3.1 Spesifieke Unieke Omstandighede

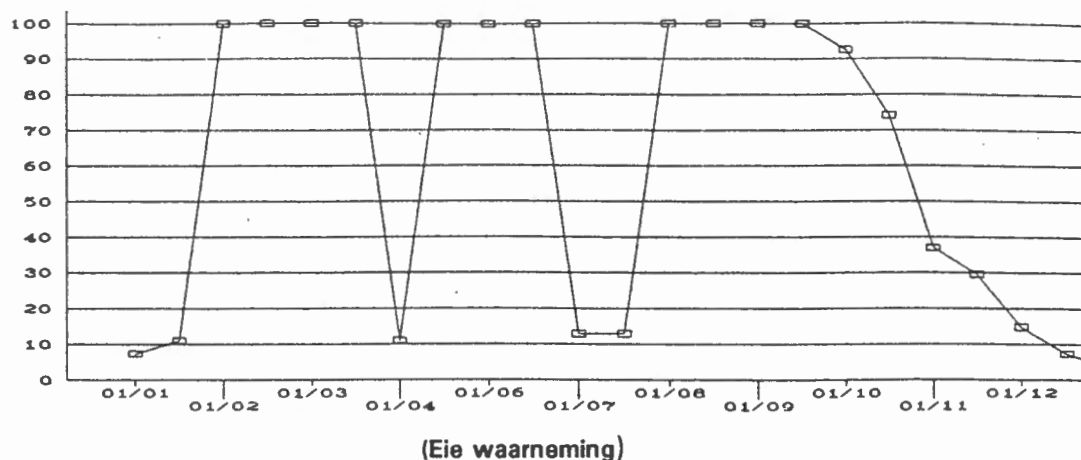
Een van die uitstaande uniekhede is die wisselende populasie en die wisselende teenwoordigheid van studente op die kampus (*Grafiek 5-1*). Studente is die grootste populasie komponent en as gevolg van die relatief lang resesse, wissel die aanspraak op dienste aansienlik. 'n Groot aantal nuwe studente skryf jaarliks vir studie in en 'n aantal voltooi hulle studies, die gevolg is ook 'n wisseling in studentegetalle wat weer die bedryfsomstandighede verder beïnvloed deur feitlik voortdurende oriëntasie van veral studente.

Al die omstandighede of faktore is nie uitsluitlik eiesoortig aan 'n akademiese instelling nie, maar beïnvloed wel die toepassing van sekere maatreëls, veral die ten opsigte van energiebeheer.

Omdat studente relatief jonk is, openbaar hulle dikwels 'n mate van onverantwoordelikheid teenoor duur fasiliteite of effektiewe energie benutting of hulle het dikwels nie begrip vir die beperking van fondse nie.

Grafiek 1-5

TIPIESE POPULASIE PROFIEL PER JAAR



'n Meer omvattende geïdentifiseerde lys van uniekhede van akademiese instellings word in *Bylae I(i-iii)* saamgevat.

Die uitwerking van sekere van hierdie unieke omstandighede, bemoeilik andersins eenvoudige energiebeheermaatreëls. 'n Noukeurige oudit moet gevolglik gedoen word om te bepaal of die omvang van moontlike besparings, verband hou met die koste van beheermaatreëls en besteding om sodanige besparings te bewerkstellig.

2.3.2 Finansiële Beheer

Die "regstellende" finansiële beheeraksies wat akademiese instellings uitvoer, sluit 'n groot aantal uiteenlopende benaderings in, almal wat daarop gemik is om hulpbronbesteding meer effektief te maak. *Bylae I(iv-vi)* som 'n groot aantal praktiese finansiële beheermaatreëls op wat of alreeds implementeer is of oorweeg kan word vir implementering.

Baie akademiese inrigtings het al ver gevorder op die pad van rasionalisasie

en gemengde suksesse is behaal. Sekere pogings was soms nie so suksesvol nie, moontlik omdat die eiesoortigheid van die spesifieke inrigtings nie ondervang is nie.

Die besparing van energie is nog nie ernstig aangespreek deur gestruktureerde optrede nie en die rede daarvoor is waarskynlik

- die feit dat die koste vir energie nie baie sigbaar is nie;
- dat daar onkunde heers oor wat gedoen kan word;
- die eiesoortigheid van die inrigtings dikwels die gebruik van meer algemene beheermaatreëls moeilik of onmoontlik maak.

2.4 SAMEVATTING

Ten einde vas te stel of die energieprobleem inderdaad 'n "probleem" is, moet bepaal word

- hoeveel energie word gebruik en hoe groot is die rekening?
- word energie koste-effektief deur akademiese instellings benut?
- hoe kan akademiese instellings die energierekening verminder sonder benadeling van die akademiese funksies?

Oplossings vir die vrae word nie in isolasie vir elke probleem voorsien nie, maar eerder deur gebruik te maak van beproefde, beskikbare geïntegreerde tegnieke of toerusting wat, in 'n toepaslik aangepaste vorm, aangewend kan word om energiebeheer te verbeter.

By energiebeheer is die uitgangspunt dat, alhoewel energiekoste verminder word, dieselfde vlak van aktiwiteit in die organisasie gehandhaaf moet word. Om die doelwit te bereik sal onverskillige energiegebruik en die vrylating van

ongebruikte energie, aan bande gelê moet word. Daarna kan gepoog word om 'n prakties uitvoerbare beheerprogram te formuleer.

Die energiehulpbron by opvoedkundige instellings word as 'n reël onvoorwaardelik en vanselfsprekend aanvaar en beskikbaar gestel sonder toepassing van die algemene beginsel " die gebruiker betaal" of dat die gebruiker aanspreeklik gehou word vir die effektiewe gebruik van energie.

Bestuur mag moontlik nie die totale omvang van die energierekening ten volle beseft nie of bloot versoek dat beheer uitgeoefen word sonder dat daar werklik riglyne formuleer word waarvolgens dit moet geskied. Op navraag by Suid-Afrikaanse universiteite en teknikons is byna sonder uitsondering gevind dat onduidelikheid bestaan oor wie die energie-uitgawes moet beheer, bestuur en gelewerde energierekenings as korrek moet sertifiseer.

Die tegniese aspekte rondom energiebeheer en -bestuur vereis gespesialiseerde tegniese kennis. Die gebruik van alternatiewes moet versigtig ontleed word, nie net op 'n aanvanklike kostebasis nie maar ook op 'n eenvormige koste basis waar "koste" ook langtermyn toepaslike bedryfs-, onderhouds- en vervangingskoste volledig insluit.

Vanweë die ingesteldheid van opvoedkundige inrigtings om uitnemendheid in opleiding na te streef, word baie verskillende vorms van beheer toegepas, veral beheer van koste ten opsigte van

- departementele- en administratiewe uitgawes

- uitgawes vir ondersteuningsdienste
- personeeluitgawes
- fasiliteitsuitgawes.

Soos reeds genoem word energie-uitgawes dikwels as 'n gegewe, ononderhandelbare uitgawe aanvaar, moontlik as gevolg van onkunde of omdat die gebruik daarvan nie algemeen vanuit tegniese oogpunte begryp word nie.

In geheel word voorsien dat enegiebeheer 'n baie konserwatief berekende energie- besparing van 10-17% op die energie bedryfsrekening kan verseker. In die lig van ESKOM se algemene stellings dat energievermorsing van tot 40% in Suid-Afrika voorkom, behoort die besparingsteiken heeltemaal haalbaar te wees.

Die **NACUBO-komitee (The College and University Management Workbook : ACE, APPA, NACUBO Energy Task Force)** het ook verdere waarnemings gemaak naamlik

- dat 'n plan vir energiebeheer slegs deur 'n organisasie aanvaar sal word indien sleutel administrateurs van die organisasie 'n bydraende rol gespeel in die formulering en toepassing van die beheer;
- dat, alhoewel die hulp van professionele buite raadgewers nuttig is, niemand die interne werking en eienaardighede van die onderwys instelling beter verstaan as sy eie personeel nie. Insette van eie kundiges is dus van onskatbare waarde.

In 'n ondersoek gedoen in die VSA (Wirtschaftler, R M et al : 1991, p2)

waarby hoofsaaklik skole oor die hele VSA betrek is, word tot die gevolgtrekking geraak dat energiebesparings realiseerbaar is indien insentiewe ingestel word waardeur deelnemers tasbaar vergoed word deur direkte finansiële middele of andersins waar deelnemers se fasiliteite of werksituasie verbeter word. Die doelpale moet ook nie aanhoudend verskuif word namate die aanvanklik gestelde doelwitte bereik of oorskry word nie. Dit lei tot opstandigheid en onttrekking van werknemers en baie min steun kan vir toekomstige pogings verwag word.

Daar word ook gepoog word om nie hoogs tegniese benaderings, verduidelikings en absolute metings te doen nie, maar eerder tendense te ontleed en benaderings te gebruik. In *Deel 2* van die navorsing, word tegniese ontledings gedoen van voor- en nadele veral uit huidige gebruikspatrone, en die voordele van alternatiewe benaderings behandel. Inligting berus op gevalle studies baseer op werklike aktiwiteite en situasies in akademiese instellings. *Deel 3* word spesifieke finansiële aspekte behandel terwyl *Deel 4* hoofsaaklik beheerstrategieë voorhou.

Die doel van die ondersoek is nie om as kits ontwerphandleiding te dien nie, maar eerder om toepaslike tegniese bestuursinligting en huidige praktyke onder die aandag van die Bestuur te bring. Spesifiek word gepoog om andersins hoogs tegniese ontwerp inligting op 'n redelik begrypbare wyse aan besluitnemers, wat moontlik dikwels nie oor genoegsame tegniese agtergrond beskik nie, voor te hou om selfstandig besluite te kan neem. Die 'bestuur' van hulpbronne, waarby energie ingesluit is, is gewoonlik die

verantwoordelikheid van nie-tegniese personeel en gevolglik moet tegniese begrippe, probleme en oplossings aan die kliënt duidelik gemaak word.

Van die kliënt sal uiteindelik verwag word om riglyne ten opsigte van bedryfs- en begrotingsbeperkings asook duidelik sy persoonlike voorkeure aan die professionele ontwerpspan oor te dra.

Deur bloot die gebruik van energie te verminder of te verbied byvoorbeeld 'n verbod op die gebruik van kamertoerusting in koshuise, sal nie noodwendig die probleem oplos nie. In 'n redelik mededingende omgewing is die gebruik van sulke energie intensiewe items dikwels deel van 'n leefswyse is en kan nie meer as "luuks" beskou word nie.

Praktiese, verkieslik outomatiese en selfregulerende beheer sal waarskynlik ook nodig wees om die unieke situasies en swak praktyke aan te spreek.

Die verklaarde missie van universiteite en teknikons lê oor die algemeen klem op die uitnemendheid in opleiding wat noodwendig die koste effektiewe aanwending van alle hulpmiddels insluit sodat meer fondse vir opleiding beskikbaar is.

3 ENERGIE

3.1.DIE ENERGIKRISIS

Die Midde-Oosterse oliekrisis in die vroeë sewentigerjare het die noodsaaklikheid van koste-effektiewe energiegebruik sterk onder die soeklig

geplaas. Die gepaardgaande olieboikot en buitensporige prysstygings, het daartoe gelei dat die gebruikers van olie as energiebron, alternatiewe bronne moes begin oorweeg. In talle gevalle het gebruikers vir die eerste keer die koste en die gebruik van energie, krities begin ontleed.

Plaaslik sowel as in die buiteland, is doelgerigte energie navorsingsprojekte en ondersoeke aangepak, dikwels om spesifiek identifiseerde bedryfsektore, organisasies en gebruikers se energie-aanwending koste-effektief te rig. Gerigte pogings is oor 'n wye front in die industriële-, kommersiële- mynbou- en vervoersektore formuleer om koste-effektiewe gebruik van energie aan te moedig en gebruikers bewus te maak dat die primêre energiebron in Suid-Afrika, naamlik steenkool, wel uitputbaar is. Volgens algemene verklarings, word minstens 40% van die energie wat vandag in Suid-Afrika gebruik word, vermors en minstens die helfte daarvan onnodiglik. As rede hiervoor word aangevoer die relatiewe lae koste van energie en die gepaardgaande onverskilligheid van gebruikers (*du Toit, J, 1992*).

Hoewel aansienlike besparing deur gebruik van reeds bestaande hulpmiddels moontlik is, is dit dikwels beperk tot besparings in 'n spesifieke bedryfsektor. Indien dieselfde hulpmiddels in 'n ander bedryfsektor aangewend sou word, kan dit min of geen resultate lewer nie. Dit kan selfs nadelige gevolge hê omdat kapitaalbesteding in sulke hulpmiddels, moontlik nie die verwagte besparings kan laat realiseer nie. Dit is dus belangrik om die behoefte van die spesifieke situasie te bepaal en dan toepaslike hulpmiddels, vir die besondere behoefte, te kies, te ondersoek en, indien nodig, aan te pas voor implementering.

3.2 ENERGIE BRONNE

Dit is feitlik ondenkbaar dat enige bedryfsektor sonder energie, in een of ander vorm, ekonomies en effektief kan funksioneer. Praktiese energiebronne wissel volgens verskillende bedryfsektore dog almal is uiteindelik aangewese op die maklik hanteerbare en beheerbare energiebron, elektrisiteit. Die gebruik van gas soos Sasolgas en stadgas, wat opgewek word deur sekere Plaaslike Owerhede soos die Stadsraad van Johannesburg, kan ook as aanvullende energiebron oorweeg word, veral op spitsaanvraag tye om spitsaanvraag te verminder.

Diesel as energiebron het as gevolg van die oliekrise in die Midde Ooste, redelike aantrekkingskrag verloor veral in die geval van Vervoerdienste wat diesel lokomotiewe gelyktydig met elektriese motors toegerus het om, met behulp van bogrondse elektriese toevoere, ook elektries aangedryf te kan word.

Elektrisiteit kan klassifiseer word as "sekondêre" energiebron omdat dit afgelei is vanaf 'n primêre bron soos

- kernkrag
- steenkool of ander fossielbronne
- die sonenergie
- geotermiese bron (byvoorbeeld in Groenland natuurlike warmwater- of stoombronne)
- ander bronne soos getybronne (see)
- windkrag (heelwat navorsing tans in Kalifornië)

3.3 ENERGIE BEHEERMAATREËLS

In die buiteland is verskeie energienavorsing- en energie koördinerings-organisasies in werking. In die VSA is 'n bekende, die California Energy Commision wat oor 'n wye spektrum energienavorsing doen en veral norme vir energiegebruik formuleer.

Die energiekrisis het heelwat lande gedwing om energie wanbesteding of swak benutting van energie deur toepaslike wetgewing aan bande te lê. In 1978, vyf jaar na die aanvang van die energiekrisis het Italië nasionale regulasies gepromulgeer wat energie aanwending in geboue sou beheer (Barker, T : 1980 New Italian Building Regulations on Energy Consumption, p59). Hierdie wetgewing en regulasies is afdwingbaar gemaak en dit het, onder andere, voorskrifte oor die tipe verhitting vir verskillende tipes van geboue, bevat. Norme en riglyne vir hoofsaaklik ses kategorieë geboue is neergelê, naamlik

- huishoudelike geboue, hotels, koshuise
- kantoorblokke
- hospitale en klinieke
- ontspanningsgeriewe
- kommersiële geboue
- sportfasiliteite.

In Italië moet ontwerpers van geboue volledige opgawes verstrek van alle apparaat en toerusting, hitte uitruilaars, en beheer- en meettoerusting wat vir die beoogde gebou beplan word. By voltooiing van konstruksie van fasiliteit, moet 'n onafhanklike liggaam toetse uitvoer om te bepaal of aan

voorgeskrewe energienorme voldoen is.

Energiegebruik is wêreldwyd ingekort deur verskeie energie besparingsdoelwitte te stel. 'n Behoefte het ook plaaslik ontstaan om huidige energienorme te heroorweeg, of selfs om na alternatiewe energiebronne te kyk. Die erns waarmee die Suid-Afrikaanse owerheid die behoorlike bestuur en beheer van energie benader het, blyk uit die instelling van die Nasionale Energieraad (NER) kragtens die Wet op Energie, 1987 (Wet 42 van 1987), tans bekend as Die Departement van Mineraal- en Energiesake.

Die missie van die Nasionale Energieraad word vervat in die **1989 Jaarverslag**:

"Die missie van die Nasionale Energieraad is om Energiebelange van die RSA te rig, te bevorder en te koördineer in samewerking met die openbare-en private sektore"

Hoewel dit deurlopend beklemtoon word dat energiebronne nie onuitputlik is nie en effektief aangewend moet word, word doelgerigte stappe om energie effektief te gebruik, nie deurgaans met die nodige erns bejeen nie. Hierdie gevolgtrekking word gestaaf in 'n Voorsittersrede oor energie bestuurstrategie (Forbes, R A : Voorsitter vir Die Komitee vir die Effektiewe Gebruik van Energie van die **NASIONALE ENERGIERAAD**) waarin bevestig word dat die Suid-Afrikaanse energie gebruikersmark, soos ook die geval in baie ander lande, die belangrikheid van energiebestuur nie met die nodige erns benader nie.

In die gemelde verslag word die onverskillige benadering ten opsigte van doelgerigte energiebeheer toegeskryf aan, onder andere

- gebrek aan begrip en oningeligtheid van die publiek en gebruikers van energie;
- onkunde deur gebruikers om energie te beheer;
- die feit dat elektrisiteitskoste dikwels 'n relatief klein uitgawe is in verhouding tot die res van die begroting of die produksiekoste is;
- afwesigheid van insentiewe ten opsigte van effektiewe gebruik of strafmaatreëls tov. die oneffektiewe gebruik van energie.

Die energie beheervraagstuk bevat hoofsaaklik twee komponente, naamlik

- die beskerming van energiebronne deur oordeelkundige bestuur en beheer;
- die beperking wat die effek van steeds stygende energiekoste op die elektrisiteits- en gepaardgaande produksie kosteketting kan hê.

Ter uitvoering van die verklaarde missie van die NER, is bedryfsektore waar energiebesparing toegepas kan word, oor 'n breë spektrum identifiseer en is praktiserende deskundiges in die werksaamhede van die NER betrek. Vanaf 1989 tot 1990 is meer as 220 energieverwante navorsingsprojekte, waaruit 'n Nasionale Energie strategie formuleer moes word, geregistreer en hoofsaaklik vanuit die Staatskas finansier.

Benewens energienavorsing deur die NER is ander instansies soos universiteite, teknikons en privaat industrieë ook by onafhanklike energie navorsing betrokke. Die Instituut vir Toekomsnavorsing by die Universiteit van Stellenbosch, onder beheer van Prof Doppegieter, het vanaf 1987 tot

1991 verskeie energie projekte geloods. 'n Navorsingsentrum vir Toepaslike Energie tegnologie is in 1989 deur die NER aan die Universiteit van Kaapstad, onder beheer van Prof Dutkiewitz, gestig.

Uit ontledings van Suid-Afrika se energie intensiteit in vergelyking met die van baie ander lande, is 'n paar faktore identifiseer waarom energiegebruik in Suid-Afrika relatief hoër is as dié van ander lande (Basson, J A : 1991). Suid-Afrika is die sestiende hoogste gebruiker van energie. Van die moontlike faktore wat hiervoor verantwoordelik kan wees, is

- relatiewe lae energiekoste as gevolg van die beskikbaarheid van eie primêre energiebronne, nl.steenkool ;
- dat die Suid-Afrikaanse ekonomie bestaan uit groot, groeiende primêre industrie- en mynkomponente met relatief hoë energiegebruik;
- die uitgestrektheid, lang afstande en relatiewe lae populasiedigtheid wat omvangryke vervoer energie noodsaak ;
- die beskikbare groot steenkoolbronne wat dikwels as "onuitputlik" beskou word veroorsaak dat die noodsaaklikheid van energiedoeltreffendheid dikwels nagelaat word;
- regeringsbeleid wat dikwels die energie-intensiewe metaaluitvoer subsideer, sonder oorweging van insentiewe vir doeltreffende energiegebruik;
- relatief lae energiekoste in verhouding tot arbeidskoste. Die energiekoste word nie krities hanteer nie omdat dit as koste komponent in die produksieproses relatief klein is.
- vir 'n lang periode in die geskiedenis, was energie-inligting en -statistiek, 'geklassifiseerde' inligting.

In 'n artikel (*Du Toit, J et al : 1992*) word klem gelê op verskeie swakhede in die huidige gebruik van energie in Suid-Afrika, en as 'n moontlike oplossing word aanbeveel dat

"If energy efficiency is to be pursued as a serious objective in South Africa, energy consumers, energy distributing institutions, manufacturers of appliances and Government will have to be persuaded to co-operate with each other"

3.4 VERGELYKENDE ENERGIETARIEWE WêRELDWYD

Energietariewe word jaarliks rapporteer (*International Electricity Prices*) op 'n gemeenskaplike vergelykende basis. Hiervolgens is die gunstige stand van energie tariewe in Suid-Afrika duidelik in *Bylae D(iii)*. 'n Grafiese vergelykende voorstelling van huishoudelike tariewe wêreldwyd word in *Grafiek 1-6* aangetoon.



Grafiek 1-6

ENERGIE TARIËWE WêRELDWYD 1991

Uit die grafiek is dit duidelik dat die energietariewe in Suid-Afrika op daardie stadium marginaal bokant dié van Nieu Zeeland is. Nieu Zeeland beskik egter oor volop water en aansienlike hidro-elektriese skemas wat relatief goedkoop elektrisiteit moontlik maak. Die Suid-Afrikaanse elektriese energietarief is bykans twee-derdes laer as die heersende tarief in 'n land soos Duitsland wat allerweë as 'n hoogs ontwikkelde land beskou word, en ook aansienlik laer as dié van die VSA. Trouens, die relatiewe lae koste van plaaslike energie, is een van die belangrikste redes waarom energie-besparing nie hoë voorrang geniet nie (*Du Toit, et al : 1992*).

Dit word ook aangevoer dat een van die redes vir die buitengewone hoë energie-intensiteit die uitgestrektheid van die land is as gevolg waarvan heelwat energie deur die vervoersektor absorbeer word (*Basson, J A : Enerconomy '92 : 1992*).

Die eweredige verspreiding van elektriese energie oor lang afstande, verhoog die koste daarvan. Daar is tans (1993-1994) 'n verskerpte poging om elektriese energie ook beskikbaar te stel aan onderontwikkelde gebiede. Die pogings word geloods om hoër gebruik van huidige elektrisiteit opwekkings-toerusting te bewerkstellig en om sodoende 'n beter besetting van vaste koste te realiseer. Om die voorsiening van "ekstra" kapasiteit te laat realiseer, is daar ook verskerpte pogings en insentiewe om energie-vermorsing te beperk.

3.5 ENERGIE INLIGTING OOR SUID-AFRIKA

Indien die hoë energie intensiteit in Suid-Afrika oorweeg word teen die lae vlak van meganisasie en outomatisasie, is die hoë energie gebruiksyfer nog meer verontrustend. Weens die spesifieke beleid wat vir 'n aantal jare in Suid-Afrika gevolg is, naamlik om werksgeleenthede nie onredelik te verminder ten gunste van meganisasie en outomatisasie nie, is produksiekoste dikwels relatief hoër omdat handarbeidskoste heelwat hoër as die masjienarbeidskoste per artikel is. Die laer intensiteit van meganisasie behoort 'n laer energiegebruik tot gevolg te hê en behoort laer energiekoste te beteken omdat meer handarbeid gebruik word in plaas van elektrisiteit. Dit gebeur egter nie in die praktyk nie. Daarom is die vergelykende hoër energie-intensiteit onrusbarend en moet aandag geskenk word aan moontlike gevalle van vermorsings, wangebruik of te hoë standaarde in fasiliteite wat energie gebruik.

Regeringsbeleid oor alle sensitiewe energiesake, wat as gevolg van sanksies as geklassifiseerde inligting beskou is, het daartoe gelei dat belangrike inligting en statistiek dikwels nie bekend gemaak is nie en gevolglik kon energie vergelykings, nasionaal en internasionaal, nie altyd sinvol en korrek gedoen word nie (Dutkiewitz, R K : 1992). Trouens, ernstige energie afwykings kon kwalik op 'n openbare forum bespreek word in 'n poging om die afwykende tendens te analiseer nie.

'n Hoë gebruik van energie vir byvoorbeeld lugreëling in verhuurbare geboue, ongeag of die prys van energie relatief laag is, kan die bedryfskoste en gevolglike verhuringskoste van sulke kantoorryimte, onbekostigbaar maak.

Dit geld ook vir ruimtes van akademiese inrigtings waar dit as bedryfskoste reflekteer word. Dit is gevolglik nodig om presies te bepaal waar, hoe, wanneer en waarom energie gebruik word soos tans die geval is en dan te bepaal of dit noodsaaklik is en of daar nie moontlik goedkoper alternatiewe energie is nie. 'n ABC analise kan moontlik baie lig werp op die oorweging *(Deel 3)*.

3.6 ENERGIE BEGRIPPE & DEFINISIES

By hierdie aansluiting is dit nodig om die begrippe energiebesparing en energiebeheer te definiëer. Onder die begrip ***energiebesparing*** word verstaan die werklike vermindering van energiegebruik. 'n Besparing van elektrisiteit deur die gebruik van 'n alternatiewe bron soos byvoorbeeld olie, steenkool, sonenergie, kwalifiseer nie as energiebesparing nie. ***Energiebeheer*** of ***Energiebestuur*** daarenteen, kan besparing insluit maar is in werklikheid meer omvattend omdat dit ook die volgende insluit :

- besparing
- alternatiewe bronne
- meer koste-effektiewe energiegebruik
- beheer en monitering van maatreëls
- herbenutting van afvalenergie
- ontwerpvoorskrifte
- personeelopleiding in energiebeheer

Vanuit dié perspektief is energiebeheer 'n funksie waarby 'n groot aantal dissiplines en beheeraspekte ingesluit word waarvan finansiële- en strategiesebestuur en energiebestuur deel vorm van die korporatiewe bestuur van die organisasie.

Energie-aanwending dra 'n aansienlike deel by tot die totale aktiwiteits-kosteketting (3-5% van bedryfskoste) van akademiese instellings en effektiewe beheer daarvan sal aansienlike finansiële voordele inhou.

Soos reeds aangetoon, sal vir die doeleindes van hierdie navorsing hoofsaaklik op elektrisiteit as energiebron konsentreer word ofskoon ander energiebronne ook 'n rol kan speel. Daar is Universiteite soos UOVS en US wat redelik wyd gebruik maak van hittepompe vir warmwatervoorsiening en hulle rekenings vir energie kan redelik hierdeur beïnvloed word, afhangende van die grootte van die installasie. In die geval van RAU word koolteer ketels gebruik om warmwater vir lugreëling op te wek.

Elektriese energie kan definiëer word as 'n kommoditeit of hulpbron wat aangewend of gebruik word om nuttige diens of werk te doen soos om hitte of lig te genereer, om apparate te laat funksioneer, of meganiese krag deur die interaksie van magnetiese velde te voorsien (elektriese motors).

Die benutting of aanwending van energie oor 'n tydinterval word deur twee begrippe beskryf naamlik

die **tempo** van energiebeskikbaarstelling (of verbruik) vermenigvuldig met tyd gee 'n meting van die totale energie.

'n Stadige tempo van energieverbruik oor 'n langer periode kan dieselfde totale energie lewer wees as 'n vinnige tempo oor 'n kort periode

Energie = tempo van gebruik x tyd

Die totale energie is die verbruikbare kommoditeit terwyl die gebruikstempo

(drywing) 'n aanduiding gee van die tempo of spoed waarteen energie aangewend of nuttige werk beskikbaar gestel word.

By die voorsiening en verkoop van veral elektriese energie word twee tariefkomponente as basis van betaling identifiseer, naamlik

- energie
- tempo (drywing) of tempo van aanwending.

Die wetenskaplike beginsel oor die Behoud van Energie bepaal dat energie nie geskep of vernietig kan word nie maar bloot van een vorm na 'n ander omgeskep kan word, met sekere onvermydelike omskakelingsverliese van energie en wat op daardie stadium moontlik onbenutbaar is. Gevolglik word verwys na doeltreffendheid of rendement van energie omsetting.

Om 'n eenvormige basis van vergelyking te verkry, word die energiewaardes van alle energiebronne uitgedruk in

- kalorieë waar $1 \text{ Kal} = 4.18 \text{ Joules}$ & $252 \text{ Kal} = 1 \text{ BTE}$;
- Joules of giga Joules waar $1055 \text{ Joules} = 1 \text{ BTE}$ of 252 Kal ;
- BTE waar $3412 \text{ BTE} = 1 \text{ kWHR}$;
- Watt-sekondes waar $1 \text{ Joule} = 1 \text{ watt-sekonde}$;
- Therm's waar $1 \text{ Therm} = 100'000 \text{ BTE}$

Algemene energiebronne soos tans in gebruik in Suid-Afrika is as volg:

Primêr :

Olie, diesel, petrol, organiese- of anorganiese materiaal

Son, water, wind, gety (vervangbare bronne, altans so skyn dit te wees)

Kernenergie

Sekondêr of Afgeleide Bron :

Elektrisiteit en stoom uit die verbranding of die omsetting van verskillende primêre bronne.

3.7 ELEKTRIESE ENERGIE: VOORSIENING EN VERSPREIDING IN DIE R.S.A.

Elektriese energie opwekking en -verspreiding in Suid-Afrika is hoofsaaklik in die hande van een organisasie naamlik ESKOM. Die basiese tarief word gevolglik deur ESKOM vasgestel. Daar is enkele Stadsrade wat aanvullend elektriese energie opwek maar dit word gewoonlik aangewend vir spitsvrag afplating. Met die uitsondering van een kernkragentrale te Koeberg en verskeie hidroskemas, is die hoof primêre energiebron steenkool. Elektrisiteitsopwekking vind hoofsaaklik in Transvaal se Oostelike gebiede plaas, naby die steenkoolvelde, teneinde vervoer- en hanteringskoste van steenkool te minimaliseer.

3.8 ROLSPELERS WAT DIE EFFEKTIEWE GEBRUIK VAN ENERGIE BEINVLOED

Die aanwending en metode van aanwending van elektriese energie berus hoofsaaklik by die eindgebruiker. Daar is ook 'n aantal ander rolspelers naamlik:

3.8.1 Die Regering van die Dag

Politieke doelwitte en strategiese planne vir 'n land mag dikwels 'n oorwegende rol speel en hoër prioriteite geniet as bloot die koste-effektiewe aanwending van hulpbronne. Juis gedurende 1993/94 is daar verskerpte

pogings in Suid-Afrika vanaf owerheidsweë aangewend om die lewensstandaard in onderontwikkelde gebiede deur die voorsiening van elektrisiteit, gedeeltelik te verhoog. Metaaluitvoer word tans gesubsidieer nieteenstaande die feit dat metaalprodukte 'n relatiewe intensiewe gebruiker van energie is en gevolglik verminder die behoefte om hier energie te beheer.

Oor die algemeen behoort die regering van die dag

- koste-effektiewe energie-aanwendings amptelik te propageer en te steun, veral waar die primêre bron nie plaaslik beskikbaar is en ingevoer moet word. Selfs al sou dit plaaslik beskikbaar wees, moet voorkom word dat die bron onredelik en onverantwoordelik uitgeput word en die land dan as gevolg daarvan, van eksterne bronne afhanklik raak en valuta so die land verlaat;
- inligting- en energie opvoedingsprogramme te loods om gebruikers bewus te maak van die realiteite van energiegebruik en die gevolge van onverantwoordelike en onverskillige optrede;
- regulasies en standaarde uit te vaardig vir koste-effektiewe energie-ontwerpe van geboue en toerusting;
- ekonomiese oorwegings te implementeer soos insentiewe vir effektiewe energiegebruik, penalisasies vir wangebruik of oneffektiewe gebruik van energie. Sekere buitelandse regerings het alreeds aktief aan hierdie aspekte gestalte gegee.

3.8.2 Diensorganisasies wat energie versprei

Hier word veral verwys na plaaslike owerhede wat elektriese energie van ESKOM koop, versprei, instandhou en herverkoop. Daar word bereken dat daar minstens 340 verspreidingsorganisasies is en meer as 1000 verskillende tariewe vir die verkoop van elektrisiteit toegepas word (Eskom

woordvoerder, MONITOR (SAUK), 1 November 1993).

Baie van die organisasies pas eensydige of ad hoc beheermaatreëls toe soos

- uitskakeling van waterverhitters gedurende spitstye;
- aanmoediging van buite-piek energiegebruik teen laer tariewe;
- volgens eie bywette en plaaslike regulasies soos van toepassing;
- insentiewe vir die handhaaf van 'n goeie lasfaktor.

Meeste van hierdie maatreëls is daarop gemik om 'n egalige las oor 24 uur te verseker of om 'n deurlopende, relatief hoë vragfaktor te handhaaf om daardeur beter kapitaalbenutting te verseker.

In die proses van energiever spreiding moet diensorganisasies aansienlike kapitaalbedrae bestee en bedryfsuitgawes aangaan om elektriese energie aan kliënte te voorsien byvoorbeeld om

- substasies, transformators en verspreidingsnetwerke daar te stel en in stand te hou ;
- vragbeheertoerusting te voorsien en te bedryf;
- instandhouding van netwerk te verseker en daarvoor te begroot;
- spanningsverlaging toe te pas om kliënt teen mees optimale spanning te bedien;
- lae intensiteit verbruik vir langer tye, wat groot verliese mag meebring as gevolg van vaste koste van toerusting, te handhaaf;
- rekeningstelsel en betroubare meetstelsel bedryf om diensinvorderings te doen, op te volg of te penaliseer;
- verskillende tariewe toe te pas om verskillende gebruikers te bevoordeel;
- aansluiting van toepaslike toevoere, dikwels groot aansluitings op relatief kort kennisgewing te voorsien;

- langtermyn projeksies en kontantvloeibepanning, begrotings en finansiering te doen.

Die administrasie hieraan verbonde is relatief omvangryk. Opvoedkundige inrigtings lewer ook dikwels hierdie diens en tree inderdaad op dieselfde wyse as herverspreider/herverkoper van energie op.

3.8.3 Vervaardigers van toerusting

Die insluiting van nuwe tegnologie wat uit Navorsing- en Ontwikkelingsprojekte voortspruit, moet in toerusting of masjinerie ingewerk word om energie-effektiwiteit te verseker. As daar nie doelgerigte navorsing en ontwikkeling (N&O) plaasvind nie, sal nuwe tegnologie beperk word. ESKOM, die grootste leweransier van elektrisiteit, speel 'n belangrike en verantwoordelike rol in dié verband deur jaarlikse insentiewe te stel vir energie-effektiewe innovasies, ontwerpe en gebruike (Eskom Energy Effective Design Awards of te wel EEEDA-toekennings).

3.8.4 Eindgebruikers van energie

Eindgebruikers openbaar eiesoortige werkswyses. Beheermaatreëls moet op individuele vlak ontleed word om die spesifieke eiesoortige beperkings van die organisasie te identifiseer en te ondervang. Die aktiwiteitskosteketting en eiesoortige omstandighede bepaal die beheerstrategie. In dié verband word tans baie klem gelê op DSM (Demand Side Management) waar die kliënt self sy posisie ten opsigte van onnodig hoë energiekoste kan verbeter. Dit is derhalwe die funksie van elke gebruikersorganisasie om self insette te lewer om die mees voordelige energie aanwendingsplan of strategie te ontwikkel.

HOOFSTUK 2

METODIEK VAN NAVORSING EN NAVORSINGSGBIED

1 METODIEK VAN NAVORSING

1.1 INLEIDING

Tydens die navorsing is spesifieke strategieë in 'n spesifieke volgorde gevolg om inligting te versamel in 'n poging om 'n prakties uitvoerbare beheerstrategie vir energiegebruik te kan ontwikkel.

Benewens die raadpleging van toepaslike geskrewe bronne en praktyke wat nasionaal en internasionaal beskikbaar is, is inligting aangevul deur middel van vraelyste tydens verskillende fases van die projek.

Direkte samesprekings is met belanghebbendes gevoer, die bywoning van en deelname aan verskeie energiebesparingseminare asook verskeie besoeke aan bestaande energieprojekte en die optekening van ontwerpe wat spesifiek energiebesparend en energievermorsend is, is gedoen. Direkte skakeling en besoeke aan bewese energiekundiges en ontleding en evaluering van suksesvolle energie ontwerpe, is uitgevoer.

Waar betroubare inligting nie geredelik uit beskikbare bronne bekombaar was nie, moes sekere direkte eksperimente en simulasies uitgevoer word, byvoorbeeld om intydse bedryfsinligting ten opsigte van warmwater installasies, hysers en lugreëling te bekom. Uitgebreide vragontledings is ter plaatse uitgevoer om die praktiese toepaslikheid en uitvoerbaarheid van

aanbevelings eers te toets en te evalueer alvorens dit aanbeveel word vir toepassing. Hierdie fase van navorsing is hoofsaaklik by die Universiteit van Pretoria gedoen, hoofsaaklik omdat die akkuraatheid, interpretasie en verifikasie van inligting makliker beheerbaar was .

1.2 BEHOEFTE VIR ONDERSOEK

Ten einde te bepaal of daar wel 'n behoefte vir sodanige navorsing bestaan, moes 'n aantal aspekte eers uitgeklaar word.

Eerstens, moes bepaal word of 'n behoefte wel bestaan om energiegebruik by akademiese instelling te ondersoek met die oog op moontlike beheer en besparing en, indien wel, hoe groot die behoefte is .

Tweedens, moes die spesifieke eiesoortigheid en beperkings van opvoedkundige inrigtings vasgestel en begryp word om die regverdiging vir so 'n ondersoek te kan bepaal.

Derdens, was die doelwit gestel om, indien moontlik, 'n energienorm per eenheid te bepaal , dit is per student of per vloeroppervlak.

Vierdens moes bepaal word watter hulpmiddels beskikbaar is, of dit deur wysiging aanpasbaar gemaak kan word op die akademiese situasie, of spesifieke hulpmiddels ontwikkel moet word, hoe hierdie hulpmiddels aangewend kan word en wat die geprojekteerde besparing sal wees teenoor kapitale belegging beheeraksies. Hierdie besparing sal aan bestuur voorgehou moet word as motivering vir die toepassing van verdere beheerstrategieë.

In die laaste plek moet 'n beheerstrategie met prakties uitvoerbare riglyne opgestel word om kostedoeltreffende energiebeheer ten opsigte van nuwe sowel as bestaande fasiliteite, te verseker.

1.3 SPESIFIEKE STRATEGIEë TYDENS ONDERSOEK

Namate die ondersoek gevorder het en meer inligting ingewin is, is daar na deeglike en versigtige oorweging besluit om deurgaans sekere riglyne te volg naamlik

- om terwille van die onderlinge geïdentifiseerde eiesoortigheid van inrigtings, die interpretasie van sekere inligting en die indeling daarvan in finansiële state, nie in absoluutheid met mekaar te vergelyk nie en ook nie inrigtings te klassifiseer in gunstige en minder gunstige organisasies ten opsigte van die bestuur van hulpbronne nie. Eerder is gepoog om geïdentifiseerde swakhede te veralgemeen, die gevolge daarvan te verduidelik en dit daarna oor te laat aan die betrokke instelling om te bepaal of daar ruimte vir verbetering is. Daar is te alle tye gepoog om ongekwalfiseerde samewerking te verkry;
- om nie onnodige wetenskaplike en hoogs tegniese ontledings of ontwerpe te behandel nie. Daar is eerder bewese ontwerpe gebruik om redelike aannames te maak en te omskep in verstaanbare finansiële modelle, ten einde die nodige begrip by die finansiële bestuur te ontwikkel. Uit die aard van die saak sal sekere algemene tegniese begrippe ten aanvang duidelik gemaak en definiëer moet word sodat die probleem duidelik begryp word;
- om sover moontlik tendense en gemiddeldes tussen instansies te bereken om so geskikte riglyne te formuleer.

2. NAVORSINGSGEBIED EN INLIGTINGSBRONNE

Soos reeds aangedui, is die ondersoek hoofsaaklik beperk tot universiteite en technicons in Suid-Afrika omdat die spesifieke instansies taamlike unieke eiesoortige probleme openbaar, anders as die industriële- of kommersiële sektore, en grootliks verskil van soortgelyke instansies in die VSA en Brittanje. Hierdie instansies is semi-outonoom alhoewel ruim finansiële ondersteuning vanaf owerheidsweë verkry word.

Energie inligting is verkry uit gesaghebbende boeke, tydskrifte, artikels en gerigte simposiums wat 'n wye gebied dek. Dit was dus nodig om dit wat op universiteite en teknikons van toepassing is, te identifiseer, te onttrek en aan te pas of op te volg met verdere navorsing.

Dissiplines en instansies wat bydraes tot hierdie navorsing kan lewer, is identifiseer as:

- die eienaar vir doeleindes van beleid, finansies, bestuur;
- eksterne of interne geïdentifiseerde energiekundiges;
- gebruikers van energie, dit is akademië, studente en ander personeel;
- ontwerpargitekte en ontwerpingenieurs vir die ontwerp van akademiese geboue;
- die WNNR, SABS en plaaslike owerhede.

Ander bronne wat bydraes tot koste-effektiewe energie tegnieke gelewer het is

- die Nasionale Energieraad, tans bekend as die Departement van Energiesake;

- buitelandse energienavorsers soos die California Energy Commission en ander opvoedkundige inrigtings;
- plaaslike navorsing by universiteite en teknikons;
- plaaslike owerhede soos Stadsrade wat energie leweransiers is;
- raadgewende elektriese- en meganiese ingenieurs;
- ESKOM wat verskeie inligtingstukke beskikbaar stel, raadgewend optree, en selfs koste-effektiewe energiegebruik beloon deur jaarlikse toekennings vir energie doeltreffende projekte te doen.

Rekenaar ondersteunde literatuur soektogte oor energiebestuur is gedoen deur die biblioteke van die Universiteit van Pretoria en die Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys. Heelwat internasionale publikasies oor energiebestuur en koste-effektiewe ontwerp is so opgespoor.

3. INLIGTINGSVERSAMELING

Soos aangedui moes inligting oor 'n breë spektrum versamel word en wel

- deur middel van vraelyste aan universiteite en teknikons oor die omvang van elektriese rekenings en die tariewe soos toegepas op elke instansie;
- deur skakeling met en vraelyste aan leweransiers van energie aan opvoedkundige instellings, gewoonlik stadsrade of ESKOM, ten einde die rekenings te verifieer;
- deur middel van vraelyste aan gebruikers om vas te stel watter ad hoc energiebesparingsmaatreëls suksesvol deur verskillende instansies toegepas word;
- deur onderhandeling met die KUH vir finansiële inligting soos finansiële toewysings en bestedings;
- deur die bywoning van energiesimposiums en deelname daarin

- om die ervaring van 'n wye spektrum van gebruikers te bekom;
- deur samesprekings met geïdentifiseerde kundiges op die gebied van energiebesparing, hittepompe, energie-effektiewe geboue-ontwerpe;
- besoeke aan suksesvolle energieprojekte.

Daar is besluit om kort, kragtige vraelyste met slegs 'n paar vrae per geleentheid, aan spesifieke bekende of identifiseerde persone te stuur en by ontvangs die inligting te evalueer en te toets. Verdere opvolgnavrae is daarna per telefoon, faks of brief geloods waar uitklaring oor sekere punte nodig was.

Om die bekendmaking van verdere inligting aan te moedig, is versamelde inligting van tyd tot tyd verwerk en aan deelnemers beskikbaar gestel om as insentief te dien. Die inligting is vervat in simposia stukke wat aan deelnemers beskikbaar gestel is of direk aan deelnemers voorgehou is saam met die daaropvolgende vraelys.

Die navraag is soms direk aan Rektore gerig en van die simposiastukke asook inligting wat reeds verwerk is, is aan hulle beskikbaar gestel. Dit is gedoen om die betrokkenheid van senior personeel te verseker wanneer, op 'n gevorderde stadium van navorsing, die uiteindelijke ondersteuning van die energie bestuursprogram deur senior personeel verseker wil word.

Die sigbaarmaking van nuttige, verstaanbare energie-inligting aan die Topbestuur, vorm 'n belangrike deel van die metodiek omdat dit die

verkryging van verdere inligting wat benodig mag word, makliker sal maak. Geselekteerde gedeeltes van die navorsing, wat belangstelling mag prikkel, is vinnig verwerk en beskikbaar gestel.

Verskeie direkte besoeke is afgelê by instansies wat alreeds sukses behaal het met koste-effektiewe energiebeheer. Daar is geskakel met die persone wat sulke energiebeheer ontwerp of implementeer het byvoorbeeld raadgewende ingenieurs.

Verskeie raadgewende ingenieurs en -argitekte, wat spesifieke bekendheid verwerf het vir koste-effektiewe energie-ontwerpe, is genader en praktiese toepassings, ontwerpe en doelwitte is bespreek, ontleed en evalueer.

Tydens besoeke aan 'n aantal universiteite in die VSA en Brittanje is vergelykings getref met hulle benaderings oor energie en energie-doeltreffende ontwerpe asook energie beheerstrategieë.

Verdere teorieë of ontbrekende inligting is aangevul deur direkte eksperimente uit te voer om so eerstepandse praktiese inligting te bekom.

Hier word verwys na

- die finansiële sukses met die implementering van arbeidsfaktor-korrigerings;
- warmwaternorme ten opsigte van studente en kombuise;
- tipiese verdeling in gebouvrage tussen lugreëling- en ander vrage;
- noue skakeling met ingenieursfakulteite by universiteite wat spesifiek energie/lugreëling/hittepompnavorsing doen;

- outomatiese verifiëring van energiegebruik by grootmaat aansluitingspunte;
- energiegebruik per koshuisstudent.

Vanweë die uiters beperkte beskikbare energiebesparingsvoorskrifte en inligting van toepassing op universiteite en teknikons, aangesien hulle 'n relatief klein bedryfsektor verteenwoordig, is beskikbare kommersiële- en industriële energiebesparingsmetodes en -tegnieke ontleed vir moontlike praktiese aanpassings en toepassings.

3.1 SPESIFIEKE PROBLEME

Algemene reaksie op vraelyste was goed behalwe vir sekere instansies wat deurgaans geen samewerking gegee het nie. Instansies wat bewus is van tekortkominge het soms verdedigend en ontwykend reageer of dikwels ongekontroleerde of swak inligting voorsien.

Meeste van die energie beheerpogings is implementeer as individuele ad hoc pogings eerder as wat gestruktureerde voorskrifte gevolg en vooruitskattings van besparings saamgestel is.

Die skynbare verskil in interpretasie van die voorgeskrewe finansiële verslaggewing aan die KUH, lei daartoe dat syfers tussen verskillende universiteite en teknikons nie direk en ongekwalfiseerd vergelyk kan word nie. Soos reeds genoem is gepoog om universiteite en teknikons nie direk te vergelyk nie, maar om eerder tipiese waardes per ooreengekome eenheid

te bepaal. As gevolg van die groot verskille in dagstudente, koshuis-studente, korrespondensiestudente en die verskil in funksionering van verskillende tipes laboratoria, is gepoog om gemiddelde, algemene norme, eerder as gespesialiseerde norme vir byvoorbeeld 'n spesifieke laboratorium, fakulteit of lesingsaal te bepaal. Die eiesoortigheid van elke instelling speel hierin 'n baie belangrike rol.

Daar is instellings wat alreeds sekere energiebesparingsmaatreëls implementeer het en waarvan die resultate alreeds die finansiële syfers gunstig beïnvloed sonder dat die rede daarvoor sigbaar is of afgelei kan word. Hier word veral verwys na die gebruik van alternatiewe energiebronne, die gebruik van hittepompe asook arbeidsfaktor korrigerings.

'n Verdere faktor wat syfers wat aan die KUH deurgegee word, mag beïnvloed is die mate van vryheid wat individuele instansies het om sekere uitgaweposte aan te pas, te verskuif of selfs verskillend te interpreteer.

Ondersoek by die KUH het getoon dat, alhoewel daar oor die algemeen 'n besondere fyn fragmentasie van kostetoedeling is, die energiekoste onder nutdienste voorkom. Die totale versamelde energiekoste is dus nie alleenstaande en duidelik sigbaar nie.

Daar is vanweë hierdie probleme en aan die hand van ervaring besluit om eerder direk na leweransiers van energie aan universiteite en teknikons te gaan om meer akkurate en werklike energiekostesyfers te kry. Die

leweransiers is ook geraadpleeg oor rekening inligting. Inligting oor alleenstaande amptelike woonhuise en kleiner aansluitings is ignoreer vanweë die relatiewe klein omvang daarvan.

Sekere beleide wat outonoom deur verskillende instansies gevolg word, byvoorbeeld die volle verhalings van alle bedryfskoste vanuit die spesifieke akademies/administratiewe departemente se eie bedryfsbegrotings, het ook 'n groot invloed op energiebesteding en op die verskille tussen instellings.

Aangesien baie van die inligting sensitief kan wees, veral as verskillende instansies teenoor mekaar opgestel word, mag instansies moontlik traag wees om inligting geredelik beskikbaar te stel. Veral op klerklike vlak waar nie oor die nodige magtigings beskikbaar word nie of waar daar twyfel bestaan oor die objektiewe gebruik van inligting, veral waar instansies bewus is van sekere interne tekortkominge, was dit moeilik om inligting te bekom.

'n Bo-na-onder beleid moet gevolg word om die toegangsmagtiging op hoë vlak te bekom, veral deur die uiteindelijke verwagte resultaat op 'n vroeë stadium van die ondersoek aan Topbestuur voor te hou. Magtigings vir die inligtingversameling is langs die weg voorberei. Die betroubaarheid van die inligting is ook vasgestel deur kontroles, soos verifikasie deur leweringsinstansies, te implementeer.

Die verwerking van toepaslike inligting vir die navorsing was soms 'n probleem aangesien die inligting met ander finansiële inligting saamgevoeg

is en die personeel wat daarmee werk, dikwels nie oorkoepelende insae het oor sekere praktiese aspekte nie.

Die breë verskille tussen instansies beperk direkte sinvolle vergelykings. Die meeste energie inligting is onttrek uit die bronne van die Universiteit van Pretoria wat, behalwe Vista (op 1992 syfers) wat gedeeltelik korrespondensiestudente bedien, die grootste residensiële universiteit is. Die rede hiervoor is dat meer betroubare en verteenwoordigende inligting verseker is omdat herhaaldelik teruggegaan kon word om uitsonderings te verifiëer en ook omdat deeglike en akkurate inligting vanaf die verspreidingsstelsel verkrygbaar is. Dieselfde toegang, beheer of selfs vertolking van toepaslike inligting, was nie moontlik by ander instansies nie.

Daar is dikwels verskillende grootmaat elektriese voorsieningspunte, soos woonhuise as kantoorgeboue elders en weg van kampus, wat almal direkte elektriese aansluitings het. In geval van die Universiteit van Pretoria is daar agt afsonderlike 11kV hoof aansluitpunte asook talle woonhuise. In die geval van die Universiteit van Stellenbosch is daar sewentien afsonderlike Stadsraad aansluitings.

Energie word ook deur ander instansies as stadsrade aan universiteite en teknikons herverkoop, veral waar fasiliteite nie direkte aansluitings het nie en waar gedeeltelik gedeel word byvoorbeeld

- navorsing in hospitaalkomplekse waar universiteitsfasiliteite 'n onderafdeling van die totale fasiliteit vorm;
- huur van ruimtes in kantoorgeboue.

Daar is ook die verkoopaspek van energie deur universiteite en teknikons aan huurders, waar die verhaalde koste van die universiteit of teknikon se bedryfsrekening afgetrek behoort te word byvoorbeeld

- restaurante en kafeterias se rekenings
- boekwinkels, klerewinkels, geld outomate en privaat huurders se rekenings
- skole wat van fasiliteite gebruik maak
- nie-amptelike navorsingsinstansies
- uitverhuring van fakulteite vir kongresse, simposia, ensovoorts.

Hierdie energiegebruike vorm 'n baie klein persentasie van die geheel en is gewoonlik seisoensgebonde, afhangende van studenteteenwoordigheid. In die geval van UP verteenwoordig hierdie nie-akademiese gebruikers minder as 5% van die totale energierekening. Dit moet nogtans in berekening gebring word vir bepaling van 'n verkoopstarief vir energie.

Ten einde korrekte inligting te bekom, is stadsrade direk genader vir syfers oor die hoeveelheid energie wat hulle aan opvoedkundige instansie verkoop, die maksimum aanvrae asook ander kontraktuele ooreenkomste. Hierdie inligting is deur middel van vraelyste, asook deur direkte besprekings en uitklarings volgens ervaring wat opgedoen is, bekom.

'n Ander beperking wat sterk na vore gekom het, is die gebrek aan meetfasiliteite by verskillende geboue. Dit het die nadeel dat

- inligting per gebou of fasiliteit nie geredelik sigbaar is nie;
- energiegebruik (of wangebruik) nie maklik tussen geboue of funksies vasgestel kan word nie;

- interne energie gebruikspatrone nie geredelik sigbaar is nie.

Die nie-sigbaarheid van hierdie inligting het die nadeel dat daar nie regstellend opgetree kan word nie. Meetfasiliteite tydens oprigting van fasiliteite is dikwels moeilik motiveerbaar, veral waar fondse baie beperk is, en dit word gevolglik as 'besparing' weggelaat. Om die meetprobleem vir doeleindes van hierdie navorsing te bowe te kom, is tydelik en van tyd tot tyd (somer, winter, werksdae, naweke) gelyktydige metings gedoen om byvoorbeeld te bepaal

- wat die gebou se totale energiegebruik is;
- wat die proporsionele gebruik vir ligte, lugreëling, toerusting is.

Verdere beperkings of invloede wat ondervind is, is

- verandering in klimaat en omgewingstemperatuur;
- resesse, vakansiedae, naweke, wat die populasiepatroon beïnvloed;
- stroombane binne geboue, wat om koste-effektiewe ontwerp-oorwegings nie geskei is nie. Dieselfde toevoer mag kantoorligte, lugreëling, hysers, ensovoorts bedien. Die noodsaaklikheid van vragte verskil maar omdat dit aan dieselfde stroombaan verbind is, kan beheer deur sentrale afskakeling nie toegepas word nie.

3.2 INDELING VAN INLIGTING

Die indeling van inligting word as volg in **Dele 1 tot 4** gedoen :

Deel 1 gee 'n oorsig van die agtergrond en doel van die ondersoek, die instansies betrokke en spesifieke unieke probleme, die metodiek van die

ondersoek en die wyse van inligtingversameling met die spesifieke probleme wat ervaar is.

Deel 2 behandel hoofsaaklik tegniese aspekte soos vragontledings, arbeidsfaktor, vragdiversiteit, lugreëling, warmwatergebruik, energiegebruik in koshuise en hittepompe. 'n Aantal toepaslike gevallestudies asook algemene tipe van energiegebruike en -beheer, soos van tyd tot tyd tydens energie-kongresse voorkom, word ook bespreek. Die grootste gedeelte van die inligting is empiries van aard maar moet aangesny word om begrip oor praktiese energiegebruik tussen die verskillende dissiplines te verseker. Ontwerppraktyke en energie doeltreffendheid in ontwerp sal aan die hand van empiriese ontledings verduidelik word.

Deel 3 ontleed finansiële implikasies, besparings, toepassings van finansiële beheermaatreëls, beheer en verifiëring van energie rekenings, tariewe en vragontledings.

Deel 4 ontleed 'n toepaslike energiebeheer strategie, insluitend bedryfsbeheer en voorskrifte vir ontwerp, gebaseer op huidige praktyk aangevul deur teoretiese onderbou. Die betrokkenheid en motivering van personeel en die betrokkenheid van Topbestuur in 'n beheerstrategie kom ook onder die soeklig.

3.3 VRAELYSTE

Alle vraelyste wat tydens die versameling van inligting gebruik is, word in **Bylae B** voorsien. Benewens die amptelike vraelyste is daar ook heelwat informele inligting samesprekings gevoer.

4. SAMEVATTING

Die eiesoortige en unieke probleme van opvoedkundige inrigtings bemoelijk die gebruik van andersins standaard beheerstelsels. Hierdie probleme is dikwels nie algemeen bekend nie en die duidelike identifisering daarvan kan tot beter begrip lei. Daadwerklike pogings kan deur belanghebbendes en navorsers aangewend word om 'n strategie vir energiebeheer aan opvoedkundige inrigtings sinvol aan te pas, moontlik tot dieselfde mate as wat daar vir kommersiële en industriële instellings gedoen word.

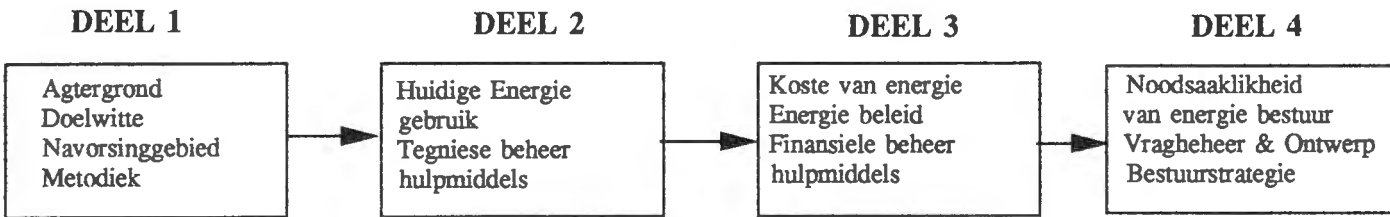
Vir die doeleindes van hierdie navorsing is gekyk na *alle Suid-Afrikaanse en TBV universiteite en teknikons asook dié in Namibië* omdat al hierdie instellings, as samebindende gemeenskaplike faktor, die eiesoortigheid van opvoedkundige inrigtings asook die uiteenlopende etniese samestelling van studente, wat redelik eiesoortig is aan die Suid-Afrikaanse opset, verteenwoordig.

Daar is deur middel van opnames by bestaande inrigtings gepoog om te bepaal watter praktiese maatreëls, spesifiek en in die algemeen, alreeds bestaan asook watter welslae behaal is en aanbeveel kan word vir gebruik by ander inrigtings. Daar is na heersende tariewe gekyk met die oog op die bedinging van moontlik beter of selfs alternatiewe tariewe.

Die navorsing indeling word in *Skematiek 2-1* aangedui.

Skematiek 2-1

NAVORSING INDELING



DEEL 2

TEGNIESE ASPEKTE

Sleutel begrippe:

Bestaande gebruik, vragklassifikasie, vraprofiel, kampusvrag, akademiesevrag, lugreëling, ventilasie, warmwater, beligting, hysers, roltrappe, opleidingstoerusting, arbeidsfaktor, diversiteit, elektriese motors, energie ouditte.

HOOFSTUK 3

KAMPUS ENERGIEGEBRUIK

1. INLEIDING

In hierdie afdeling word tipiese energiegebruike by universiteite en teknikons ontleed, die omvang daarvan bepaal, en moontlike swak gebruikerspraktyke identifiseer. Beperkte aandag word geskenk aan metodes en tegnieke om energie ondersoek op die mees koste effektiewe wyse aan te pak. Verder word ook gekyk na metodes, tegnieke en nuwe benaderings ter voorkoming van die heersende beperkings tydens energiegebruik.

In hierdie afdeling kom noodwendig aspekte voor wat ook in *Deel 3*, die gedeelte oor finansiële beheer en *Deel 4*, die finale aanbevelings oor 'n energie bestuurstrategie voorkom, maar dit word uit verskillende oogpunte benader.

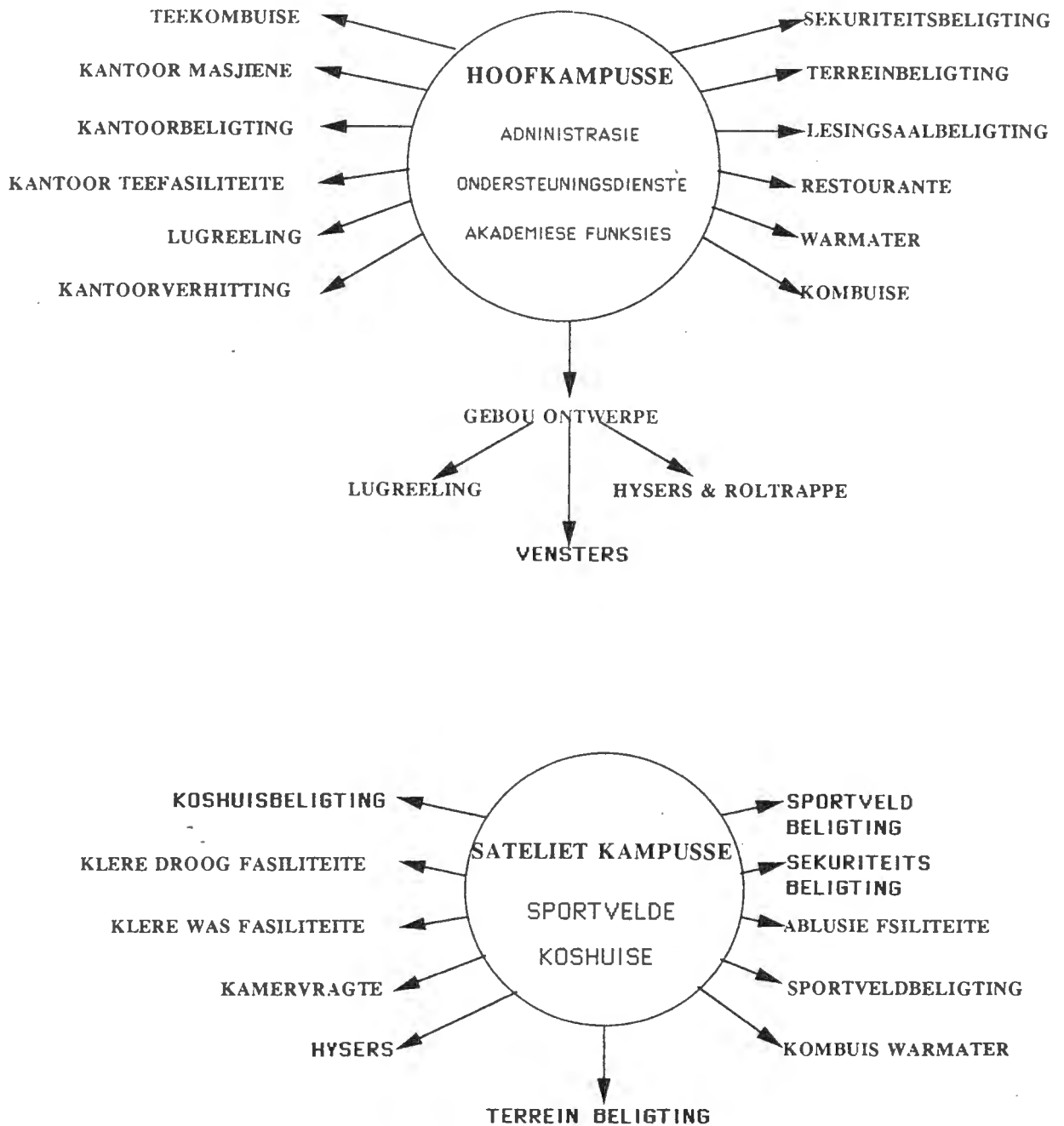
Die uitgangspunt met die verhandeling is om, soos reeds aangedui in *Deel 1*, 'n gapingsanalise tussen tegniese bedryfsaspekte en bestuursbedryfsaspekte te doen en om te poog om die gaping deur wedersydse begrip te oorbrug. 'n Energiestrategie moet bestaande sowel as nuwe geboue insluit. Inligting uit die praktyk is nodig om as onderbou en praktiese voorbeelde te dien vir die ontwikkeling van doelmatige bestuursstrategieë. Volle begrip en samewerking van bedryfspersoneel moet ook verseker word.

Voordat met 'n energie ondersoek op bestaande geboue begin kan word, moet 'n skedule van moontlike energiegebruik saamgestel word. So 'n skedule van energiegebruik word in *Skematiek 3-1* aangetoon.

Skematiek 3-1

ENERGIEGEBRUIK SKEMATIEK = = UNIVERSITEITE en TECHNIKONS

IDENTIFISEERBARE ENERGIE ONDERSOEK GEBIED:



1.1 KALORIEWAARDES VAN ENERGIEBRONNE

Die meer bekende en algemeen gebruikte primêre energiebronne en hulle relatiewe energiewaardes in BTE of JOULES per Kg, word in *Tabel 3-1* aangetoon. Dit is duidelik dat waterstof aansienlik meer energie per kg as konvensionele brandstowwe lewer, maar beheer en bedryf daarvan is uiters gevaarlik.

Hierdie waardes sluit nie verliese by omsetting, bedryfs- of ander verliese in nie. By die aanwending van energiebronne anders as elektrisiteit, moet die 'addisionele' bedryfsuitgawes sowel as veiligheidsvoorsorge, die aan- en afskakeling van die bron asook onderhoud in berekening gebring word.

Vanuit 'n geriefsoogpunt soos hantering, beheer en veiligheid, is elektriese energie waarskynlik die mees populêre. Dit kan maklik opgewek en versprei word, die kwaliteit verbeter veral ingeval van wisselstroom, en dit kan relatief eenvoudig beheer word. Die hoof nadeel is waarskynlik dat dit nie na opwekking geredelik opgeberg kan word nie en feitlik direk na opwekking gebruik moet word. Daar is ook relatiewe hoë vaste koste verbonde aan opwekking. Die koste van die verspreiding van elektriese energie deur 'n bestaande distribusiestelsel is relatief laag in verhouding tot vervoerkoste van ander energiekommoditeite, byvoorbeeld steenkool.

Tabel 3-1

KALORIEWAARDES van verskillende ENERGIE BRONNE*

ENERGIE BRON	Joules/Kg	BTE/Kg
Swaar olie	40.14 x 10 ⁶ Joules/Kg	38057 BTE/Kg
Steenkool	25.4 x 10 ⁶ Joules	24076 BTE/Kg
Antrasiet	31.5 x 10 ⁶ Joules/Kg	29799 BTE/Kg
LP Gas	50 x 10 ⁶ Joules/Kg	47300 BTE/Kg
Diesel	42.8 x 10 ⁶ Joules/Kg	40489 BTE/Kg
Petrol	46.98 x 10 ⁶ Joules/Kg	44444 BTE/Kg
Waterstof	144.41 x 10 ⁶ Joules/Kg	1136620BTE/Kg

* Onttrek en saamgestel uit verskillende inligtingsbronne

2. VRAGKLASSIFIKASIE OP 'n TIPIESE KAMPUS

2.1 KAMPUSVRAG (AKADEMIESE GEDEELTE)

Die aanspraak op elektriese energie styg voortdurend namate opleiding aangepas word om meer elektroniese- en rekenaarhulpmiddels vir opleidingsdoeleindes in te sluit. Die effek van elektroniese toerusting het dubbele implikasies op energie, naamlik

- hoër elektriese vrag as gevolg van toerusting wat energie gebruik;
- hoër lugreëlingvrag om hitte-energie wat aldus ontstaan, te verwyder.

In bykans elke vakgebied en fakulteit word huidiglik op groot skaal van rekenaartoerusting gebruik gemaak om studente op te lei. Tradisionele lesinglokale en laboratoriums word met groot getalle rekenaars toegerus, ook biblioteke waar literatuursoektogte deur studente deur middel van rekenaars onderneem word. Benewens die addisionele elektriese vrag, kan die hittevrage

wat as gevolg van die omvangryke gebruik van rekenaartoerusting ontstaan, 'n aansienlike invloed op lugreëling hê.

Die gebruik van rekenaars bring ook mee dat die ongeskeduleerde uitskakeling of afskakeling van die elektriese netwerk onder die soeklig geplaas moet word omdat inligtingverlies, as gevolg hiervan, verreikende en bykans onoorkomelike gevolge kan hê en selfs kan lei tot permanente verlies van navorsingsinligting. Dit lei weer tot die herbepanning van verspreidingsnetwerke of die voorsiening van ononderbroke kragstelsels.

Die gebruik van gemeenskaplike elektriese stroombane vir kantore en laboratoriums wat verskillende elektriese vragte soos lugreëling, rekenaars, woordverwerkers, ketels en ander toerusting op dieselfde stroombaan bedryf, dra by tot die probleem van inligtingverliese weens stroombane wat uitklink as gevolg van

- oorbelasting van bane, dikwels met geriefsvrag;
- aardlekkasie foute, dikwels as gevolg van foute op apparaat wat minder noodsaaklik is, veral waterketels en verwarmers.

Dit noodsaak 'n behoorlike vragklassifikasie en -verdeling en stroombane moet daarvolgens toegewys word. 'n Praktiese klassifikasie kan wees:

- **geriefsvrag** soos plaaslike lugreëling, ketels;
- **noodsaaklike** soos vir ondersteunende rekenaartoerusting, woordverwerkers, navorsingapparaat, ensovoorts.

Die gebruik van spesiale propuitgange soos plat punte of halfronde punte (of selfs waarskuwingskennisgewings!), verseker nie dat slegs 'noodsaaklike vrag aan die spesiale uitgange, wat hoofsaaklik vir rekenaars bedoel is,

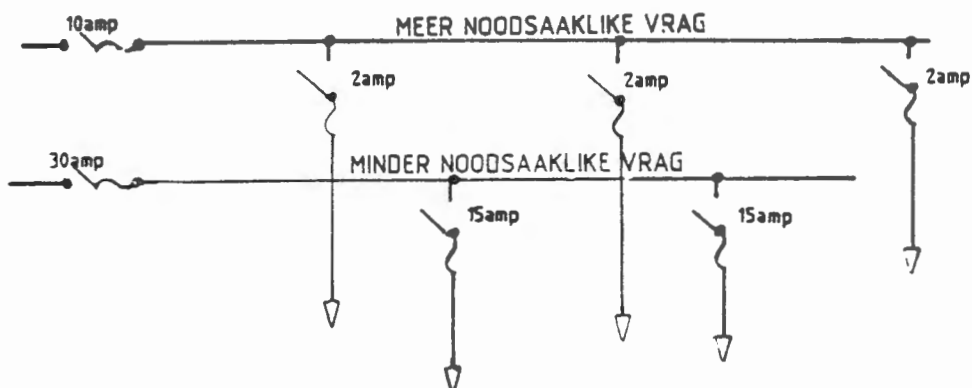
verbind word nie. Proppe kan gereedelik deur gebruikers bekom en omgeruil word sodat minder noodsaaklike vrag ook aan die toegewysde 'noodsaaklike vrag' stroombane gekoppel kan word en die gevolg is dat 'noodsaaklike vrag' ook uitklink. Hierdie aspek moet spesifiek tydens die vroeë *beplanning* van netwerke aandag geniet omdat veranderings daarna duur, bykans onmoontlik en definitief baie ontwrigtend is.

'n Oplossing is om alle propuitgange op bane wat vir 'noodsaaklike vrag' bestem is, met 'n lokale stroombeperkende skakelaar van 3 - 5 ampere te beskerm. So kan die inskakeling van ketels, verwarmers en lugreëling, wat geriefsvragte is, op 'noodsaaklike vrag' bane verhoed word.

Geriefsvrag, waarby lugreëling ingesluit is, is dikwels die groter gedeelte van die totale vrag. Dit is egter so dat sonder lugreëling, sommige swak ontwerpte geboue dikwels nie funksioneel is nie en daar kan sterk argumente aangevoer word dat lugreëling nie 'n 'geriefsvrag' is nie.

Skematiek 3-2

STROOMBANE VIR NOODSAAKLIKE en MINDER-NOODSAAKLIKE VRAG



Die belangrikheid van vragklassifikasie en -verdeling lê daarin dat deur vrag aan verskillende toevoerbane te koppel, die 'geriefsvragbane' tydelik vir kort periodes, soos tydens spitsaanvraag in die winter, onderbreek kan word en 'noodsaaklike vrag' deurentyd aangeskakel kan bly.

Die groter algemene elektriese vragte wat op 'n tipiese akademiese kampus, op 'n vaste voorkoms basis, identifiseer kan word, is

- lugreëling, ventilasie en ruimte verhitting;
- beligting;
- waterverwarming, ablusiegeriewe, teekombuise;
- kantoortoerusting en hysers;
- restourantvragte.

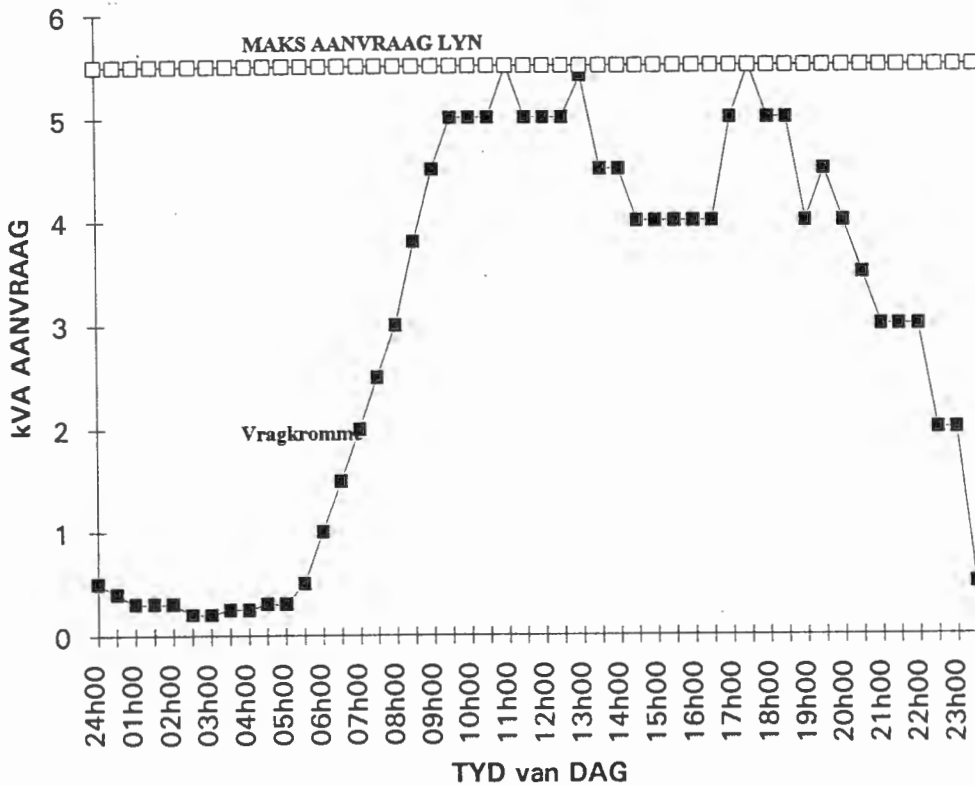
Daar is soms groter laboratoriumvragte wat per geleentheid aangeskakel kan word maar wat dikwels nie langdurig voorkom nie. Dit is gewoonlik die uitsondering en kom voor by fakulteite soos Ingenieurswese en Fisika.

2.1.1 VRAGPROFIEL vir 'n TIPIESE KAMPUSVRAG

In **Grafiek 3-1** word die vragprofiel van 'n tipiese kampus met slegs akademiese geboue (koshuise uitgesluit) getoon. Kenmerkend is die relatiewe lang en hoë spitsaanvraag wat soggens feitlik ononderbroke tussen ongeveer 9h00 en 13h00 voorkom.

Grafiek 3-1

TIPIESE VRAG van 'n AKADEMIESE GEBOU



Hier is feitlik geen moontlikheid van vragverskuiwing. Maksimum aanvraag word oor 30-minute periodes registreer. Om spitsvrag vir langer periodes na 'n ander tyd van die akademiese dag te skuif, soos in die geval van 24-uur per dag industrieë, is totaal onprakties vanweë die lang spitsaanvraag periode. Dis juis in die periode waar maksimum besetting van fasiliteite voorkom en die omgewingstemperatuur, veral in die vroeë winter oggendure, relatief laag is. Spitsvragverskuiwing by akademiese instellings is besonder moeilik en moontlik slegs beperk tot warmwateropberging na-uurs en lugreëling wat voor spitsye aanskakel kan word waar moontlik.

2.2 KOSHUISVRAG

Energiegebruik by koshuise van universiteite en teknikons is hoofsaaklik as volg:

- elektriese gebruik in studente se kamers;
- elektrisiteitsgebruik in kombuise;
- ablusiegeriewe insluitende warmwater en klere wasgeriewe;
- algemene gebruik in koshuise en op terrein.

Volgens praktiese vragontledings, toon die koshuisvrag 'n redelike groot diversiteit (verspreiding in aanvraag) en wel as volg :

- kamervrag wat hoofsaaklik namiddae tot laat aande voorkom;
- kombuisvrag wat hoofsaaklik in die tydsone 6:00 tot 8:30, 11:00 tot 14:00 en 16:30 tot 19H30 voorkom;
- ablusievrag wat hoofsaaklik in twee tydsone voorkom naamlik 6:30 tot 8:30 en 17:00 tot 20:30;
- algemene gebruik, hoofsaaklik ligte, ontspanningsgeriewe, terreinligte (saans) en terreinsprinkelbesproeiing (saans).

Volgens opnames en waarnemings kom daar weinig, indien enige, induktiewe vragte in koshuise voor. Induktiewe vragte het gewoonlik 'n nadelige finansiële invloed op die energierekening as gevolg van die uitwerking van die swak arbeidsfaktor (sien ook "Arbeidsfaktor"). Groter lugreëlinginstallasies kom weinig by koshuise voor. Dikwels word slegs waaiers in kombuise en ontspanningsgeriewe amptelik voorsien. In koelkamers van kombuise word wel van verkoelingsvrag (met moontlike swak arbeidsfaktor), gebruik gemaak.

Ongunstige spitse wat op vraggrafieke waargeneem is, word as volg

identifiseer: (*Grafieke 3-2 tot 3-4*)

- tussen 18:00 tot 20:00 is dit hoofsaaklik kombuisvrag plus waterverwarming wat hierdie hoë piek veroorsaak
- die lang spits vanaf 8:00 tot 11:00 is waarskynlik warmwater plus kombuisvrag (voorbereiding vir middagete).

Eersgenoemde is redelik tydsgebonde in die opsig dat kos nie lank voor die tyd voorberei kan word nie. Dit vereis gewoonlik redelike groot elektriese vragte op vasgestelde tye. Daar is tans oorweging om voedsel gedeeltelik te kook en vinnig met stikstof te vries en die bevrore voedsel teen lae temperatuur te hou. Snel ontdooiing en verhitting wanneer die voedsel benodig word, lewer voedsel wat te alle tye soos vars voorbereide voedsel voorkom. Hierdie prosesse is waargeneem by Edinburgh en Aberdeen Universiteite in die Verenigde Koninkryk. Die tegniek het besondere voordele in die opsig dat kos nou in *afspitstye* voorberei kan word.

Die produksie van warmwater vir studente en kombuisgebruik benodig redelik hoë energie en is 'n proses wat aandag kan geniet met die oog op vragverskuiwing of grootskaalse opberging van warmwater buite spitstye. Redelike vaste en grootskaalse warmwater gebruikspatrone kom voor naamlik 6:00 tot 8:00 daaglik en 17:30 tot 20:00 daaglik.

Beide hierdie periodes stem ooreen met die voorkoms van hoë kombuisvrag. In die afdeling wat handel oor warmwatervoorsiening en vragdiversiteit word hierdie aspek meer indringend behandel.

Die oorblywende kombuisvrag wat van belang is, is 'kamervrag'.

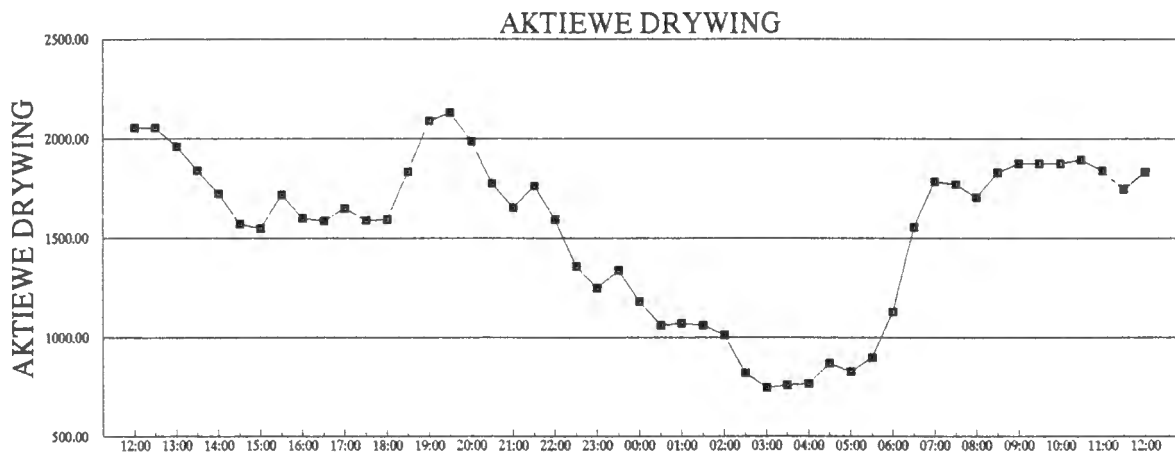
Tradisionele kamervrag het in die verlede bestaan uit 'n studeerlamp (dikwels gloeilamptipe), moontlik 'n radio en 'n klein verwarmers. Huidiglik het hierdie 'tradisionele vrag' aansienlik verander en dramaties toegeneem.

2.2.1. VRAGPROFIELE vir KOSHUISE

Alvorens gevolgtrekkings oor elektriese vrag by koshuise oorweeg word, moet tipiese vragprofile, soos in *Grafiek 3-2* tot *3-4* getoon word, ontleed word. Drie verskillende kategorieë word ontleed naamlik 'n suiwer manskoshuisvrag oor 24-uur, 'n suiwer dameskoshuisvrag (beide met kombuise) en 'n gemengde koshuis (sonder kombuis) met verskillende etniese samestelling oor 'n periode van nege maande. *Grafiek 3-2* toon dat die spitsaanvraag van manskoshuise om ongeveer 19h00 voorkom.

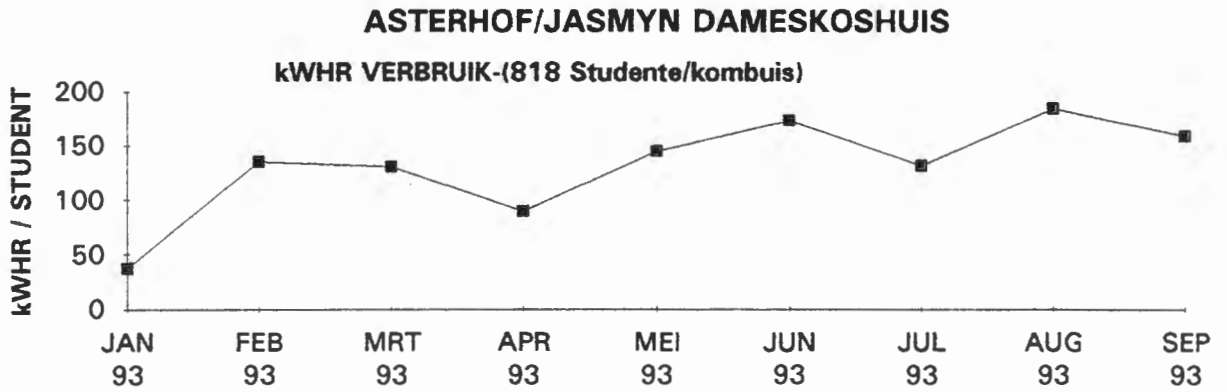
Grafiek 3-2

TIPIESE MANSKOSHUISVRAG 19 APRIL 1992



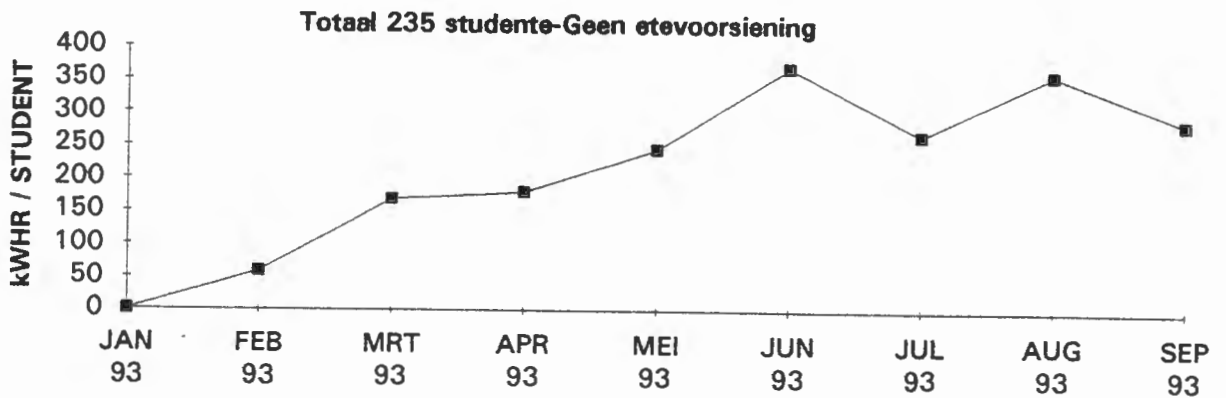
Grafiek 3-3

TIPIESE DAMESKOSHUISVRAG VIR 9 MAANDE in 1993 -- kWhr



Grafiek 3-4

TUKSDORP GEMENGDE STUDENTEGEMEENSKAP



Uit die vragprofiel (*Grafieke 3-3 & 3-4*) is die wisseling in vrag asook die seisoensvoorkoms van vrag duidelik sigbaar. Daar is ook 'n basislas wat selfs tydens die afwesigheid van studente voorkom.

Identifiseerbare faktore wat die tradisionele gebruikerspatroon van kamervrag aansienlik mag beïnvloed, is

- verhoogde lewensstandaard en daarmee gepaardgaande die gebruik van gesofistikeerde elektriese geriewe;
- 'n tendens dat studente aandring op eie voedselvoorsiening met gepaardgaande afslag van losiesgelde. Voedselvoorsiening deur koshuiskombuise word nie meer met dieselfde tevredenheid deur studente aanvaar nie vanweë voorkeure vir sekere kostipes en diëte wat deur studente gevolg word;
- verbeuring van maaltye vir redes soos die redelike beskikbaarheid van kitsvoedsel in die nabyheid van koshuise;
- algemene ekonomiese druk om so goedkoop moontlik te studeer.

Toenemende druk op owerhede om die voorsiening van maaltye af te skaf, het daartoe gelei dat die beleid as volg aangepas is:

- deur gladnie of slegs per bespreking voedsel by koshuise te voorsien;
- om 'n betaal-soos-jy-eet stelsel in te stel waar studente vooraf maaltye bespreek en slegs die maaltye word voorberei.

Hierdie beleid het 'n relatiewe klein effek op die energieverbruik as gevolg van die hoë vaste bedryfskoste vir kombuise, ongeag die hoeveelheid maaltye wat voorberei word.

Die netto effek van hierdie veranderde beleid is duidelik waarneembaar in studente se kamers deur die toevoeging van vragte tot kamers soos

- warmplate en broodroosters;
- koel/vrieskaste;
- mikrogolfoonde en ketels;

Verhoogde lewensstandaarde lei tot die toevoeging van

- haardroërs en stryksters;
- elektriese kombaerse.
- hoëtrou toerusting/opname masjiene
- televisie en -opnamemasjiene
- rekenaars en drukkers
- dakwaaiers
- sekere elektriese handgereedskap.

Die toevoeging van hierdie toerusting geskied gewoonlik sonder dat energiekoste van studente verhaal word. Indien daar geen meetmetode is om die vrag te monitor nie, is identifisering amper onmoontlik. Beheermaatreëls om hierdie identifiseerde toenemende vrag te beheer, word later in behandeling geneem.

3. GROTER KAMPUS VRAGTE

3.1 INLEIDING

Wanneer moontlike vragbeheer oorweeg word, is dit verkieslik dat 'n bo-na-onder ontledingsbenadering gevolg word. Ontleed eers vanaf die *groter* energiegebruike, veral waar die besparingspotensiaal waarskynlik die grootste is en skenk daarna aandag aan die kleiner vragte ondertoe.

Veral die groter vragte sal behandel word. Beligting word ook ingesluit omdat die situasie, anders as in die kommersiële sektor waar beligting dikwels nie meer as 4% van die totale vrag beloop nie, in 'n akademiese opset anders is. 'n Relatief hoë beligtingsvrag kom in lesingsale en biblioteke voor en dit is nodig om hierdie vrag te ontleed met die oog op nuwe ontwerpe.

3.2. LUGREËLING, VENTILASIE EN RUIMTEBEHAAGLIKHEID

Die bydrae van lugreëling tot die totale vrag van 'n gebou kan aansienlik wees maar omdat dit dikwels nie apart gemeet word nie, is dit nie duidelik sigbaar nie. Tydens April/Mei 1993 is energie vragtoetse op 'n moderne universiteitsbiblioteekgebou, wat hoofsaaklik bogronds is, gedoen en is bepaal dat die orde grootte van energie vir lugreëling, in die geval, soveel as 65% van die totale energie van die hele gebou is. Die resultate soos waargeneem word in *Tabel 3-2* opgesom.

TABEL 3-2

KOSTE van LUGREËLING : kVA en kWHR

MERENSKY BIBLIOTEEK

	DAG		MAAND		JAAR
	Hoeveelheid	Koste	Hoeveelheid	Koste	11 Maande
kWHR	3'800	R760	98'040	R19'608	
kVA	400		400	R12'000	R347'688

Die energiekoste is slegs ten opsigte van lugreëling bereken vir 'n gemiddeld

van 11 maande per jaar, 6 dae per week en teen tariewe van toepassing op Junie 1993.

'n Verdere probleem met sentrale lugreëling is dat dit vir 'n sekere populasie of geboubesetting ontwerp word. Enige verhoogde gebruik deur 'n toename in gebruikers, veroorsaak 'n ooreenstemmende toename in lugomruilings. As die toerusting in die eerste instansie presies korrek ontwerp is, beteken dit dat die bestaande toerusting waarskynlik te klein is en aansienlik aangepas of selfs vervang moet word in geval van veranderde gebruik. Verder variëer die gebruikerspopulasie aansienlik, veral tydens die later aandure is daar relatief minder gebruikers. Nieteenstaande dit moet volle lugreëling dikwels aangeskakel bly en alhoewel die ontladingskleppe van die kompressors die vrag beheer, is daar sekere vaste koste, ongeag die omvang van gebruik.

3.3. WARMWATER

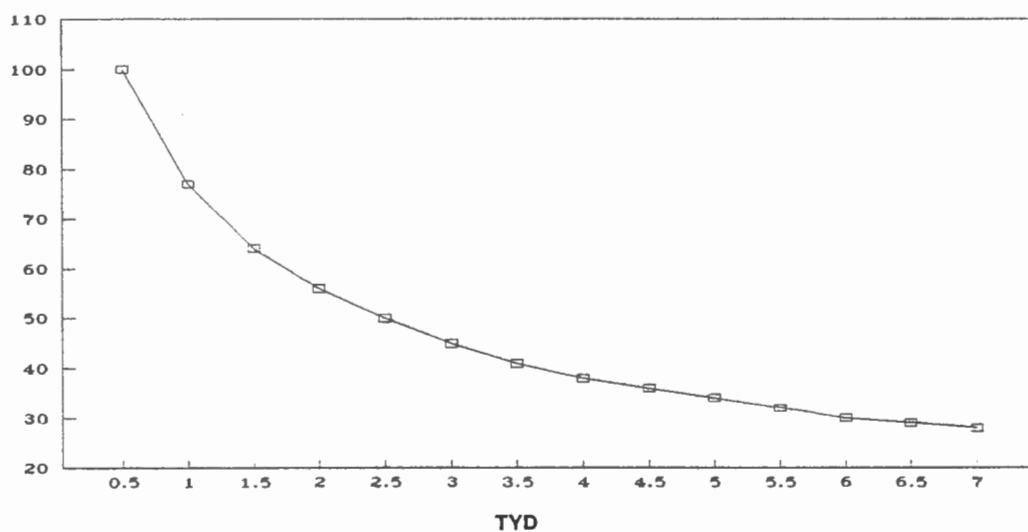
3.3.1 WARMWATERVOORSIENING - TEGNIESE BEGRIPPE

Wyd uiteenlopende gebruiksyfers vir warmwater in koshuise word dikwels aangehaal, sonder om te verwys na die temperatuur van die warmwater. Uit die aard van die saak is daar 'n omgekeerde eweredige verhouding tussen volume en temperatuur. Aanvullend tot hierdie ongespesifiseerdheid, is daar die omgewingstemperatuur wat afkoeling volgens die temperatuurverskil beïnvloed. Dit beteken hoe hoër die warmwatertemperatuur is en hoe laer die omgewingstemperatuur is, hoe vinniger koel die warmwater af. Hoe kleiner die verskil word hoe meer neig die grafiek na 'n asimtotiese lyn.

Grafiek 3-5

AFKOELINGSKURWE vir GEBERGDE WARMWATER

TEMP VERSKIL TUSSEN LIGGAAM & OMGEWING



Alvorens verdere sinvolle bespreking oorweeg kan word, is daar egter sekere konsepte en terminologie waaroor duidelikheid verkry moet word. In *Bylae H* word van hierdie energie terminologie definieer.

Die gebruik van warmwater by universiteite en teknikons kan in die volgende twee kategorieë ingedeel word (*Tabel 3-3*):

Tabel 3-3

WARMWATERGEBRUIK op 'n TIPIESE KAMPUS

a. Koshuise	Kombuisgebruik
	Ablusie geriewe
	Was van klere
	Kamer gebruik
b. Administrasie en akademiese geboue	Laboratorium gebruik
	Toilette
	Ablusievoorsiening (kampong)
	Lugreëling/ventilasie
	Teekombuise
	Restourante
	Wasserye

3.3.2 WARMWATER GEBRUIKE : AKADEMIESE GEBOUE

Warmwater gebruik by akademiese geboue is baie beperk, hoofsaaklik tot verskillende laboratoria vir huishoudkunde, hospitale en diere navorsings-eenhede. Ablusiegeriewe bestaan hoofsaaklik uit stortfasiliteite vir dienswerkers. Beperkte gebruik van warmwater vir lugverhitting kom ook voor.

In geval van die Universiteit van Kaapstad word van groot warmwater opgaartenks (sommige tot drie verdiepings hoog) in bykans elke nuwe gebou gebruik gemaak om water, vir 'n verskeidenheid van behoeftes, hoofsaaklik na-uurs te verhit. Deur middel van stratifikasie word warmwater teen verskillende temperature vir verskillende gebruike op verskillende hoogtes vanuit die tenk onttrek. Die Randse Afrikaanse Universiteit gebruik warmwater in plaas van elektriese verhitting vir die verhittingsiklus vir lugreëling.

Kleinere teekombuise kom verspreid voor en warmwatergebruik is beperk tot die was van skottelgoed. Warmwater vir hierdie doel hoef nie noodwendig vanuit 'n sentrale warmwater bergfasiliteit, wat moontlik ver verwyder kan wees, getrek te word nie en behoort plaaslik opgewek te word.

In geval van restourante is dit gebruikelik dat die gebruiker van die warmwater self betaal vir water en energie verbruik.

Die voorsiening van warmwater by toiletgeriewe is waarskynlik een van die mees koste-oneffektiewe gebruike van warmwater omdat

- die warmwateropwekking en -berging dikwels relatief ver weg is van die gebruiklike 200-300L huishoudelike waterverwarmers;
- groot hoeveelhede kouewater wegloop voordat 'n klein bietjie warmwater vir handewasdoeleindes benut word. Warmwatergebruik wissel van 0.5, 1.0, 1.5 liter op afstande van 10, 20, 30 meter deur 15mm, en 20mm pyp voorsien word.

Tabel 3-4

WARMWATERVERLIESE as gevolg van PYPLENGTES

Lengte m	Pyp deursnit	Water benodig 0.5 L	Water benodig 1.0L	Water benodig 1.5 L
10	15 mm	2.27	3.27	4.77
20	15 mm	4.04	5.04	6.54
30	15 mm	5.80	6.80	8.30
10	20 mm	3.64	4.64	6.14
20	20 mm	6.79	7.79	9.29
30	20 mm	9.93	10.93	12.43

3.3.3 WARMWATER GEBRUIKE BY KOSHUISE

Die ouderdom en tyd van oprigting van akademiese geboue dra grootliks by tot die groot verskeidenheid van warmwatervoorsiening fasiliteite. Dikwels word die wyse van warmwatervoorsiening nie deur die kliënt voorgeskryf nie en die argiteke en raadgewende ingenieurs gebruik eie oordeel. Beperkende ontwerp aspekte, veral finansies, is dikwels die oorsaak dat 'n beproefde en spesifieke of beheerde vorm van warmwatervoorsiening gekies moet word en dit beperk koste-effektiewe voorsiening. Lopende bedryfskoste speel dikwels geen rol by die aanvaarding van tenders van watter aard ookal nie.

Die meer algemene warmwaterstelsel wat by koshuise in gebruik is, is sentrale bergtenks wat gewoonlik op dakke van koshuise aangebring word. 'n Pypnetwerk versprei water deur die hele gebou, gewoonlik met behulp van 'n sirkuleerpomp, wat oombliklike warmwater verseker. 'n Terugvoerlyn voer ongebruikte water terug na die verhittingsbron. Pypinsulasie is van uiterste belang om afkoeling, as gevolg van omgewingstemperatuur, te beperk. Beskadiging en die 'natword' van pype deur stukkende insulasie kan lei tot groot energie verliese. Navorsing hieroor kan moontlik verreikende resultate lewer.

In alle gevalle word verhittingsenergie voorsien deur elemente of elektrodes afhangende van water se geleidingsvermoë, of selfs diesel, olie of steenkool.

Ander warmwaterstelsels tans in gebruik is

- individuele geysers per badkamer of selfs 'n paar geysers, veral waar die "woonsteleenheid" konsep toegepas word, dit is, 'n paar kamers beskik oor 'n eie badkamer, kombuis en ontspanningsfasiliteite.

- Hierdie konsep is redelik populêr omdat ad hoc plasings van eenhede baie eenvoudig en vinnig is en die voordeel van gebruik van standaard huishoudelike toerusting inhou. Veelvuldige geysers **MOET** egter, vir maksimum effektiwiteit, in serie verbind word. Ontlugtings- of vakuümkleppe moet voorsien word om lugversperrings uit te skakel;
- sentrale dak- of grond monteerde elektrode- of verhittingselement tipe verwarmers met bergtenks en ononderbroke sirkulasie pompe vir 'oombliklike warmwater'. Die insulasie van die warmwaterleidings is van groot belang om hitteverliese te bekamp;
 - sentrale hittepompe vir warmwatervoorsiening. Van die grootste gebruikers hiervan is waarskynlik UOVS en US. Groot opgaartenks word benodig vir die stoor van warmwater asook sirkuleerpompe vir verspreiding en drukvoorsiening. 'n Hittepomp word tans vir beperkte swembadverhitting deur UP gebruik.

Die gebruik van diesel en ander ingevoerde olie het die afgelope aantal jare aansienlik veld verloor as gevolg van versnelde prysstygings, sanksies en die onderhoudskoste van toerusting. In sommige koshuise van die **Universiteit van Natal** word van steenkoolverhitting gebruik gemaak vir warmwatervoorsiening terwyl die Universiteit van die Noorde dieselketels gebruik. **RAU** maak aanvullend gebruik van koolteerketels, 'n byproduk van Sasol, om warmwater vir lugreëling op te wek. **UPE** het hulle sentrale stoomaanleg tot niet gemaak vanweë hoë verliese van energie en hoë bedryfskoste.

Die gebruik van sonenergie absorpsiepanele vind, vir verskillende redes, nog nie algemene byval by universiteite en teknikons in Suid-Afrika nie. Hittepompe vind wel inslag by sekere instellings en daar is 'n groot toename in die gebruik van hittepompe, veral as 'n LSK-analise vooraf uitgevoer is.

Warmwatergebruik by koshuise is hoofsaaklik beperk tot kombuisgebruik, ablusiefasiliteite en klerewasfasiliteite. Volgens opnames en beskikbare inligting, verkies damesstudente oor die algemeen om te bad terwyl mansstudente verkies om te stort. Hierdie bevinding word bevestig tydens die omskepping van koshuise vir ander geslagte wat dikwels die omskepping van storte na baddens en omgekeerd vereis.

In 'n toets wat oor die periode 1990 tot 1992 gedoen is, is die volgende bad- en stortpatrone vir studente vasgestel :

Stort (mansstudente) ongeveer 120Liter water

Bad (damesstudente) ongeveer 150Liter water

Temperatuur van stort/bad 39°C

Hierdie syfers verteenwoordig gemiddelde gebruikspatrone. Daar is 'n tendens, veral in die winter rugbyseisoen, dat studente langer as gewoonlik stort om hulle self te verwarm. Gevolglik verhoog gebruiksyfers in die periode.

3.3.4 WERKLIKE WARMWATERGEBRUIK BY MANSKOSHUISE

Die bepaling van realistiese gebruiksyfers vir tipiese koshuise oor 'n verteenwoordigende periode is uiters moeilik vanweë

vakansietye, naweke, seisoene.

Toetse wat by manskoshuise gedoen is (*Tabel 3-5*) vir die periode Januarie tot Junie 1993 het getoon dat

i) gemiddelde warmwater/studente oor volle periode

= 23.14 Liter per dag per student is (55°C)

ii) gemiddelde gebruik vir ononderbroke termyn van 28 dae in winter
(naweke ingesluit maar geen vakansies nie)

= 31.65 Liter per dag per student is (55°C)

iii) ooreenstemmende energieverbruik oor die periode was

= 0.55 en 0.78 kWhr onderskeidelik per dag per student

Tabel 3-5

Koshuis Watergebruik vir twee Manskoshuise

Periode 12 Januarie 1993 - 15 Junie 1993

PERIODE 18 Mei-15 Jun 1993	BOEKENHOUT	OLIENHOUT
Dae	28	28
Liter Water	245510	224480
kWhr	6040	6256
Studente	277	271
Liter/Student/Dag	31.65	29.58
kWhr/Student/Dag	0.78	0.82
PERIODE 1 Feb-15 Jun 1993	BOEKENHOUT	OLIENHOUT
Dae	135	135
Liter Water	865260	741370
kWhr	20580	19516
Studente	277	271
Liter/Student/Dag	23.14	20.26
kWhr/Student/Dag	0.55	0.53

Tabel 3-6

Koshuiskombuis warmwater

TAAIBOS KOMBUIS	
Dae	28
Liter Water	224770
kWHr	8530
Studente	232
Liter/Student/Dag	34.6
kWHr/Student/Dag	1.313116

Die warmwatergebruik van 'n tipiese kombuis oor dieselfde termyn gemeet en die resultate is as volg (**Tabel 3-6**):

34.6 Liter per student per dag (55°C), of

1.313 kWHr per student per dag

Die totale syfer vir warmwatergebruik in kombuise en vir ablusiefasiliteite vir koshuisstudente, soos eksperimenteel bepaal, is

Volume = 65 Liter/student/dag (55°C)

Energie = 2.1 kWHr/student/dag

Verreken volgens hierdie beginsels is die kWHr per dag per persoon vir warmwater $(60 - 22) \times 65 \times .001163$ waar die omgewingstemperatuur 22°C is

= 2.5 kWHr

Dit vergelyk goed met die gemiddelde warmwater gebruiksyfer in 'n gemiddelde huishouding naamlik tussen 50L en 75L per persoon per dag

teen 50-55°C (*Meyer, J P : 1990*). 'n Formule vir die gemiddelde warmwaterbehoefte per persoon per dag word as volg saamgestel (*Meyer, J P : 1990*) (*Tabel 3-6*)

$$\text{Warmwater } L = 12.5 \{1 - \cos [360(m-0.22)/12]\} + 50$$

waar m vir Jan = 1 & Des = 12

Tabel 3-7

HUISHOUELIKE WARMWATERGEBRUIK L/persoon/dag

Maand	WARMWATER L
Januarie	51
Februarie	55
Maart	61
April	67
Mei	72
Junie	74
Julie	73
Augustus	69
September	63
Oktober	57
November	52
Desember	50

Dit word aanvaar dat warmwatergebruik in wintertye ongeveer 30-40% hoër is as somertye.

Tydens die opname het dit opgeval dat alle gebruikte warmwater teen relatief hoë temperature afgevoer word. Die optimale stort- of bad temperatuur is 39°C terwyl die temperature van afvalwater wissel van 34°C tot 37°C.

Indien die hitte in die afvalwater herwin word deur die gebruik van

hittepompe en water/water hitte uitruilaars, kan 'n aansienlike hoeveelheid energie herwin en heraangewend word as voorverhitting vir stort- en badwater.

Met 'n hitte ruildoeltreffendheid van 80% is daar nog aansienlike ekonomiese moontlikhede om hitte uit afvalwater te onttrek byvoorbeeld

as die omgewingstemperatuur = 18°C, en storttemperatuur = 39°C,

is die energie benodig om 100L water vanaf 18°C tot 39°C te verhit

$$(39 - 18) \times 100 \times .001163$$

$$= 2.44 \text{ kWhr}$$

Die hitte-inhoud van afval stortwater @ 36°C is gelyk aan 2.09 kWhr. As die energie bruikbaar sou wees, sou dit 85.65 liter stortwater @ 39°C kon lewer. Slegs 14.35 L kouewater hoef vanaf omgewingstemperatuur na 39°C verhit te word en saam met die 'afvalhitte' gevoeg te word om weer 100 L warmwater (stortwater) @ 39°C te lewer.

Die ooreenstemmende energie om 14.35 L na 39°C te verhit, is 0.35 kWhr en as hitte ruildoeltreffendheid 80% is, kan die energie-inset aangepas word na 0.4 kWhr. Die hoeveelheid energie wat aldus "gespaar" word is 82.06%

In geval van opwaswater in kombuise is die afvalwater temperature aansienlik hoër. Tot soveel as 60-65°C is in die praktyk aangeteken.

Die besparings in die geval van kombuis afvalwater is dus aansienlik hoër afhangende hoe hoog die "weggooi" temperatuur is. (*Tabel 3-8*)

Tabel 3-8

**WARM/KOUEWATER KOMBINASIES PER 100 LITER
SKOTTELGOEDWASWATER**

Warmwater Temp C	Kouewater Temp C	Warmwater Liter	Kouewater Liter	Waswater Temp C	Waswater Liter	kWhr nodig
80	60	50	50	70	100	1.16
80	55	60	40	70	100	1.74
80	50	66.67	33.33	70	100	2.33
80	45	71.43	28.57	70	100	2.91
80	40	75	25	70	100	3.49
80	35	77.78	22.22	70	100	4.07
80	30	80	20	70	100	4.65
80	25	81.82	18.18	70	100	5.23
80	20	83.33	16.67	70	100	5.81

Indien die water wat uit die skottelgoedwasmasjiene kom direk weggegooi word, kan die "weggooi" temperatuur hoër wees en kan hoër besparings as 80% realiseer. Indien hittepompe gebruik word, moet die COP (Coefficient of Performance) in aanmerking geneem word.

3.4. BELIGTING

3.4.1. INLEIDING

Onder normale omstandighede word beligting as 'n relatiewe 'klein' vraag in verhouding tot ander elektriese bedryfsvragte beskou. Beligtingskundiges (Martiens, M: Philips Lighting, JHB) kwoteer energiegebruik vir beligting wêreldwyd as synde laer as 4-5% van die totale energiegebruik.

In die geval van universiteite en teknikons waar verskeie lesingsale en biblioteke voorkom, gewoonlik met baie goeie beligting, kan die omvang van beligtingsvraag groot afmetings aanneem. Die hittebydrae 'n aansienlike effek op lugreëling hê, afhangende watter tipe armature gebruik word.

Moderne opleiding bring mee dat 'n groot aantal verskillende en vroeër onbekende opleidingstegnieke gebruik word en dat beligtingsgebruik dienoooreenkomstig verander. Die gebruik van ligarmature wat vir spesifieke doeleindes ontwerp is, neem toe, byvoorbeeld ligarmature by rekenaars moet aangepas word sodat hierdie medium tot volle potensiaal gebruik kan word.

Konvensionele metodes van onderrig deur formele lesings en voordragte het plek gemaak vir visuele aanbiedings. So byvoorbeeld moet ligintensiteit verdof word om ongewenste blikkering of weerkaatsings te beperk of ligarmature moet afgeskerm word sodat rekenaarskerms leesbaar is. 'n Groot aantal tegnieke, wat wissel van verdonkering, voorsiening van indirekte beligting, korrekte plasing van ligarmature relatief tot student (dosent) en spesiale filters oor rekenaarskerms, is alreeds ontwikkel as gedeeltelike regstelling.

Saam met hierdie intydse behoeftes word ook 'n magdom ander probleme ondervind soos

- streng tegniese voorskrifte vir monteringshoogte van armature asook gebruik en bedryf;
- onderhoudsvereistes van armature;
- hoë hitte-opwekking wat weer 'n invloed op lugreëling het;
- sekere nadele met aan- en afskakel;
- ontwerp van gebou en somtyds moeilike bereikbaarheid van ligarmature.

Ander vereistes of omstandighede wat tiperend van akademiese instellings is en wat die ontwerp van beligting kan beïnvloed is

- verskillende gebruikers en gebruike van lokale;
- verskillende besettings van lokale;
- relatief lang periodes wat lokale gebruik word waartydens onderhoud nie maklik gedoen kan word nie;
- oudio-visuele aanbiedings wat verdowwing benodig;
- die plasing van ligarmature wat sodanig moet wees dat lig te alle tye egalig is, nie weerkaats op rekenaarskerms nie, en beide die studente en die dosent nie deur ongunstige blikkering benadeel word nie;
- lokale wat dikwels sonder vensters ontwerp word om eksterne geraas uit te skakel en gevolglik is daar geen aanvullende natuurlike beligting beskikbaar nie;
- gebruik van lokale verander soms;
- raadgewende ingenieurs word dikwels gewissel. Daar is dus dikwels geen kontinuïteit of terugvoering van ervaring met byvoorbeeld ligarmature nie.

Aanvullend tot hierdie probleme is daar nog 'n baie belangrike faktor wat redelik algemeen voorkom naamlik dat die kliënt of eienaar nie altyd duidelike riglyne oor sy behoeftes gee nie en dat die beligting dikwels moet inpas of aanpas by die ontwerp.

3.5 HYSERS EN ROLTRAPPE

Die keuse van gebou-ontwerp word grootliks beïnvloed deur die beskikbaarheid van goedkoop grond of ander oorwegings. Toringgeboue het verskeie beperkings, afgesien van die feit dat dit esteties aanvaarbaar mag wees, en die aanvaarding van sulke geboue-ontwerpe, dwing gewoonlik die

kliënt om hysers en/of roltrappe in geboue te laat voorsien. Benewens die feit dat hierdie toerusting relatief duur is, kom daarmee saam heelwat ander beperkings en bedryfsprobleme soos wagtyd, onderhoud ensovoorts.

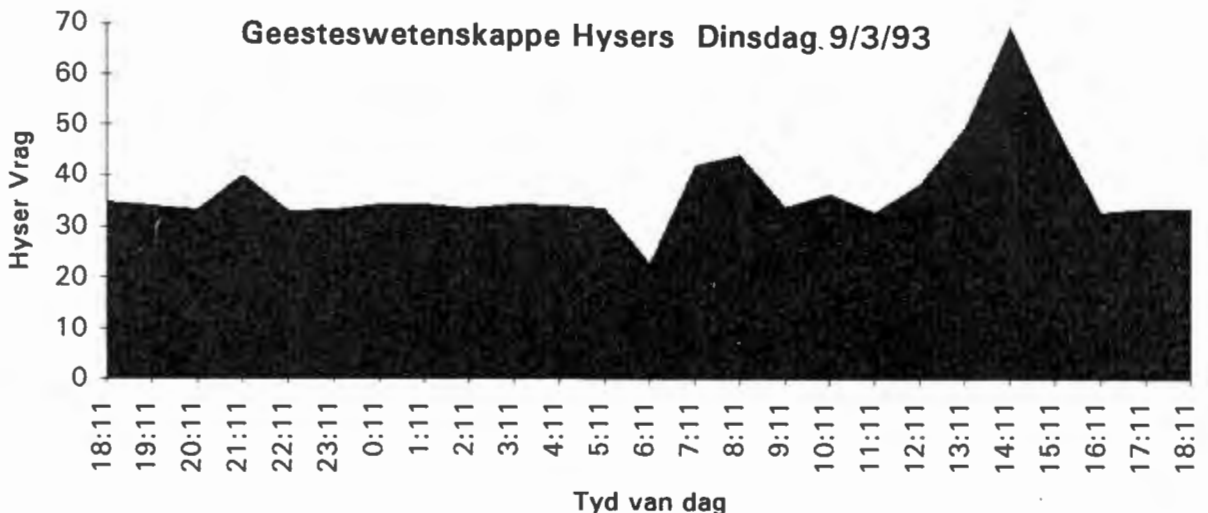
Die bedryfskoste van hysers kan hoog wees. Hoewel gepoog word om hysers tydens periodes van lae besetting af te skakel, kom daar nogtans relatief hoë vaste- en veral energiekoste voor.

Die ontwrigting in geval van 'n kragonderbreking of hysers wat defek raak, veral in eksamentye, is 'n verdere nadeel.

Die patroon dat feitlik alle klasomruilings dieselfde tye voorkom, maak die skielike en vinnige gebruik van hysers gedurende omruilings baie moeilik indien nie onmoontlik nie.

Grafiek 3-6

Hyservragpatroon Akademiese Gebou



Sekere instellings is voorskriftelik oor die aantal verdiepings van nuwe

geboue. Waar die kliënt egter die spesifieke opdragte nalaat, staan dit die argitek vry om na goeë dinge te ontwerp. Al word hoë geboue dikwels vir slegs administratiewe doeleindes gereserveer, word gevind dat die toedeling binne sodanige gebou dikwels veel te wense oorlaat. Dit is byvoorbeeld gevind dat 'n gemeenskaplike teekamer op die boonste verdieping van 'n gebou geplaas word. Die gevolg is dus dat die oorgrote meerderheid van die personeel die hysers moet gebruik om te gaan tee drink. Dieselfde geld waar gereelde funksies, waarby baie mense betrokke is, op 'n vlak geplaas word waar toeganklikheid slegs per hysers moontlik is. Hysers het besliste voordele maar oordeelkundige ontwerp kan hysergebruik minimaliseer. Verkeersstudies moet gebruik word om die optimale plasing van gebruikers te bepaal.

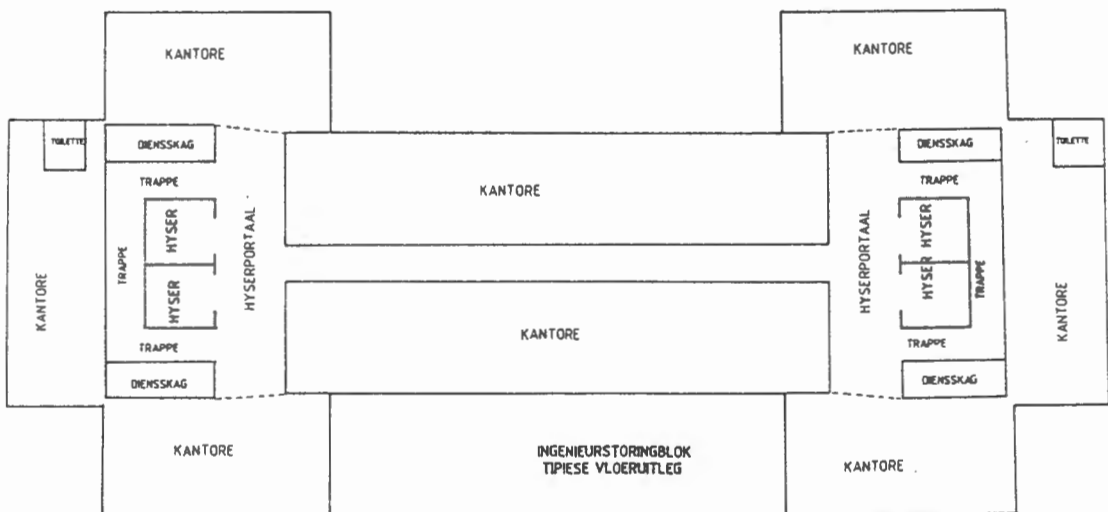
Die algemene nadele van hysers kan as volg tabuleer word:

- die installasie van hysers is relatief duur ;
- onderhouds-, bedryfs- en energiekoste is hoog;
- periodieke klagtes oor hyserspoed, reaksie tye en verkeersopeenhopings as gevolg van die spesifieke siklusse gebruikspatroon van opvoedkundige inrigtings. Dit lei dikwels tot vandalisme met verdere gevolge, veral in eksamentye;
- relatief hoë instandhouding- en opgraderingskoste om nuwe tegnologie te akkomodeer. In een geval was die opgraderingskoste van 'n hysersinstallasie na 15 jaar se gebruik, gelyk aan een derde van die oorspronklike totale geboukoste;
- hysers beset 'n relatief groot vloerruimte en duur vloerspasie, veral in geval van toringgeboue met 'n baie klein basis. Dit verhoog die koste per benutbare vloeroppervlakte nog verder.

In *Skematiek 3-3* word 'n tipiese vloeruitleg van 'n bestaande akademiese gebou gegee met inbegrip van hysers vloeroppervlakte.

Skematiek 3-3

**TIPIESE VLOERUITLEG VAN 'n TORINGGEBOU - UNIVERSITEIT VAN
PRETORIA**



Tabel 3-9

**SKEDULE VAN VLOEROPPERVLAK GEBRUK TEN OPSIGTE VAN
SKEMATIEK 3-3**

GEBOU: INGENIEURSTORINGBLOK

VLOER	TOTAAL	GANGE	TRAPPE	TRAPPORT	HYSERS	ABBLUSIE	SKAGTE	KANTORE
TIPIESE								
vk. m	737	33.75	100.5	66	33	8	27	468.75
%	100	4.58	13.64	8.96	4.48	1.09	3.66	63.6

GEBOU: GEESTESWETENSKAPPE

VLOER	TOTAAL	GANGE	TRAPPE	TRAPPORT	HYSERS	ABBLUSIE	SKAGTE	KANTORE
TIPIESE								
vk. m	668	97.2	31.9	13.6	30.2	18	26	451.1
%	100	13.19	4.33	1.85	4.1	2.44	3.53	61.21

In *Tabel 3-9* word twee bestaande toringgeboue se globale oppervlaktes vergelyk. Van die spesifieke gebou word slegs 67.27% van die totale vloer oppervlakte 'nuttig' gebruik, terwyl 4.48% deur hysers beset word. Trapportale voor hysers beslaan 8.96% en trappe 13.64% van die totale vloeroppervlakte. Die tabulering van die 'Geesteswetenskappegebou' toon soortgelyke tendense. Die gebruik van toringblokke moet, uit 'n ekonomiese en praktiese bedryfsoogpunt, uiters versigtig en omsigtig oorweeg word.

Soortgelyke beperkings kan ten opsigte van roltrappe geopper word. Voeg hierby ontwrigting tydens kragonderbrekings en die aantreklikheid van hoë geboue word al minder.

Dit sal sinvol wees om vooraf 'n verkeersvloei analise deur 'n kundige raadgewende ingenieur te laat opstel, met inagneming van die toewysing van vloervlakke vir sekere aktiwiteite. Vloei-analises van die aard wat in die verlede gedoen is, het al dikwels die oorsaak van probleme op verrassende en heel onverwagse wyse sigbaar gemaak.

Met die beperkings en probleemareas aangespreek, moet die kliënt deeglik besin oor die oprigting van toringgeboue omdat dit dikwels uit verskillende oogpunte duur is. Verspreide trapskagte sonder roltrappe of hysers in 'n relatief lae gebou, sê 3-4 verdiepings, sal nie net energie bespaar nie maar 'n beter verkeersverspreiding tot gevolg hê. Die kliënt moet ingelig wees oor die volle implikasies en die voor- en nadele en die langtermyn bedryfskoste van die fasiliteite wat beplan word.

3.6 OPLEIDINGSTOERUSTING en -FASILITEITE

Die snel veranderende akademiese omgewing deur die gebruik van veral rekenaars, het 'n nuwe en relatief groot addisionele elektriese las tot gevolg, die gesamentlike omvang waarvan relatief groot kan wees. In die geval van laboratoriums waar studente opgelei word in die gebruik van rekenaars, kan dit gebeur dat die elektriese vraag verdriedubbel. Onder normale omstandighede word hitte wat deur persone verwek word op 400 BTE per persoon per uur gestel. Die elektriese vraag van 'n persoonlike rekenaar word op 300 watt bereken, wat relatief laag is. Dit gee 1023 BTE per uur, wat 'n persentasie toename per persoon wat die rekenaar bedryf, gee van

$$\begin{aligned} & 1023/400 \times 100\% \\ & = 256\% \end{aligned}$$

Dit is dus van kardinale belang dat die *kumulatiewe* effek van persoonlike rekenaars in ontwerpe in berekening gebring word, veral waar groter rekenaarlaboratoriums voorkom en die hittelas aansienlik eskalleer. Daar is ook 'n merkbare toename in elektriese- en elektroniese onderrig hulpmiddels.

4. SAMEVATTING

Anders as kommersiële of industriële geboue kom tipiese kampusvragte oor 'n relatief wye gebied voor met weinige gekonsentreerde vragte. Lugreëling en waterverwarming is waarskynlik die grootste vragte en selfs dit kom oor 'n wye gebied voor. Dikwels kan die beheeraspekte juis as gevolg hiervan nie gereedklik kombineer word om vragte gesamentlik te beheer nie.

Vragbeheer in bestaande geboue kan slegs toegepas word as 'n behoorlike vragopname en gebruikspatroom, met energie hoeveelhede, saamgestel is.

Vragontledings is gebaseer op werklike situasies en klem word gelê op die groter vragte waar die koste-effektiwiteit van beheer meer regverdigbaar is.

Kapitale bestedings vir beheer en beheertoerusting moet deurgaans met die geprojekteerde verwagte besparings vergelyk word voordat beheerpogings implementeer word. LSK-analises kan hier met groot vrug aangewend word om die oorsigtelike scenarios beter toe te lig.

HOOFSTUK 4

TEGNIESE HULPMIDDELS VIR ENERGIEBEHEER

1. INLEIDING

In hierdie afdeling word die waarde van verskeie tegniese hulpmiddels en tegnieke en die invloed daarvan op energie-effektiwiteit, behandel. Arbeidsfaktor, vragdiversiteit, vragontledings en energie ouditte word, as tegniese hulpmiddels om energie uitgawes te minimaliseer, ontleed. Ervaring en toepassings deur gebruikers wat alreeds bewese resultate behaal het, asook moontlike swak praktyke in die akademiese opset wat verkieslik vermy moet word, geniet aandag. Meeste van die konsepte is nie nuut nie maar die nut daarvan, in soverre dit die energierekening van akademiese instellings kan beïnvloed, kan groot wees.

2. ARBEIDSAKTOR

Energiebestuur en -beheer impliseer dikwels bestuur aan die aanvraagkant of te wel "Demand Side Management" (DSM). Die rede hiervoor is dat die aanvrager of gebruiker self die aanvraag en energiegebruik, as gevolg van sy eie unieke omstandighede, optrede en elektriese vraggebruik, ongunstig beïnvloed. Derhalwe word verwag dat korrigerende aksie vanaf die kant van die gebruiker moet kom en nie soseer die leweransier se verantwoordelikheid is nie.

Besparing en beheer van energie betrek hoofsaaklik drie partye, naamlik

- die opwekker van energie wie se voortbestaan saamhang met

- die verkoop van die energie;
- die verspreider wat dikwels as tussenganger optree met 'n funksie van groothandelaar wat elektrisiteit aankoop, dit na 'n geskikte spanningformaat vir die verbruiker verwerk en aan die gebruiker verkoop;
- die gebruiker self.

Dit is slegs die gebruiker wat 'n nadelige uitwerking kan hê op die energiegebruik deur die wyse waarop hy energie aanwend. Die verbruiker moet gevolglik verantwoordelik gehou word om enige swak toestand wat deur hom geskep word, reg te stel of andersins daarvoor gepeenaliseer te word. Dit is die rede waarom die begrip van DSM of "Gebruikskantbeheer" so belangrik is omdat die voorsiener van energie dikwels nie in 'n posisie is om op eie koste die kwaliteit van energie reg te stel nie. Die *gebruiker* word finansieël gepeenaliseer vir swak arbeidsfaktor. Volgens toetse en opnames, kan swak arbeidsfaktor dikwels vir tot 50% en meer van die totale energierekening verantwoordelik wees en daar is weinig of geen gebruiksnut daarvan nie.

2.1 ARBEIDSAKTOR - ALGEMENE BEGRIPPE

Die meer algemene vorm van elektrisiteitsverspreiding vind teen *wisselspanning* plaas. Die enigste ander grootmaat hoogspanning verspreidingstelsel tans in Suid-Afrika, is die Cahora Basa-Apollo hoogspanningverspreiding wat teen 532kV *gelykspanning* plaasvind. Om sekere tegniese en ekonomiese redes is die betrokke verspreiding op die wyse gedoen en is dit die enigste van die aard in Suid-Afrika.

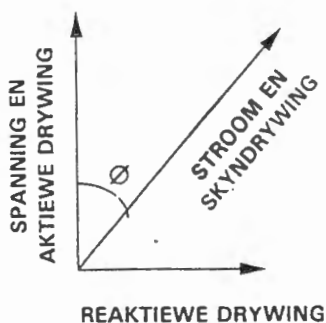
Verspreiding deur wisselspanning het die voordeel dat spanningsafname as gevolg van verliese, redelik maklik deur middel van transformators reggestel kan word, iets wat nie so eenvoudig in geval van gelykspanning verspreiding is nie.

Wisselspanning energie is kenmerkend in dié opsig dat drie vragkomponente identifiseer kan word naamlik

- aktiewe drywing wat die werklike tasbare en waarneembare tempo van energiegebruik verteenwoordig. Dit word gewoonlik gemeet in kW;
- reaktiewe drywing wat toerusting beveilig en wat energie van een vorm na 'n ander oorsit. Dit word gewoonlik in kVAR uitgedruk;
- skyndrywing wat die vektorsom is van aktiewe en reaktiewe drywing. Dit word in kVA gemeet.

Skematiek 4-1a

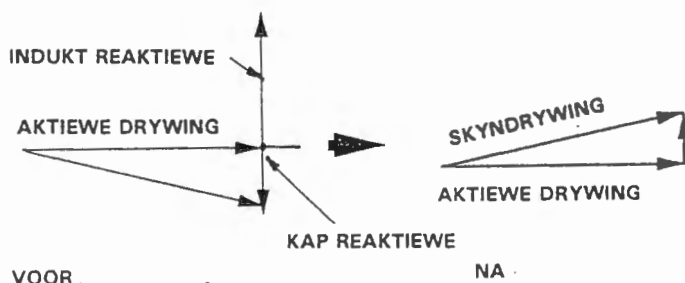
Arbeidsfaktor komponente



$$\text{Arbeidsfaktor} = \cos \phi$$

Skematiek 4-1b

Arbeidsfaktor Korrigering



Die verhouding tussen die waarneembare aktiewe drywing en die skyndrywing, is 'n cosinus verhouding soos in *Skematiek 4-1* aangetoon. Die vrageienskappe bepaal die grootte van die hoek tussen die aktiewe- en skyndrywing. Een gebruiker kan nie 'n ander gebruiker se energiekwaliteit, selfs op dieselfde netwerk, beïnvloed nie.

Uit 'n praktiese oogpunt is algemene elektriese toerusting by universiteite en teknikons, wat die arbeidsfaktor nadelig mag beïnvloed, identifiseerbaar as:

- transformators, elektriese sweistoerusting en hysers
- ontladingsligte (fluoreseer, kwikdampe, natrium, metaalhaliede, ensovoorts)
- elektriese motors, insluitende waaiers, lugreëling, pompe.

Items wat die arbeidsfaktor glad nie, of uiters onbeduidend, beïnvloed is

- verwarmers, insluitend elektriese warmwateropwekkers
- sekere tipe ligarmature soos gloeidraadtipe
- elektriese kookfasiliteite

As 'n elektriese stelsel uit byvoorbeeld slegs verhittingsvrag bestaan sal

skyndrywing = aktiewe drywing en die reaktiewe drywing = NUL.

Die ooreenstemmende Arbeidsfaktor = 1

Dit is absoluut die ideale toestand maar sonder die induktiewe vragte kan die elektriese voorsieningsnetwerk kwalik funksioneer en gevolglik moet vir die nadelige effek van induktiewe vrag beplan en kompenseer word. Dit word gedoen op verskeie maniere, die bekendste en mees praktiese is waarskynlik die toevoeging van kapasitore (of sinkroonmasjiene). Die uitwerking hiervan

is direk omgekeerd aan die uitwerking van die induktiewe vrag en kanselleer so die nadelige effek van induktiewe vrag. (*Skematiek 4-1b*)

2.2 ARBEIDSAKTORPROFIEL

Die inligting wat uit die leweransiersrekenings onttrek kan word, gee

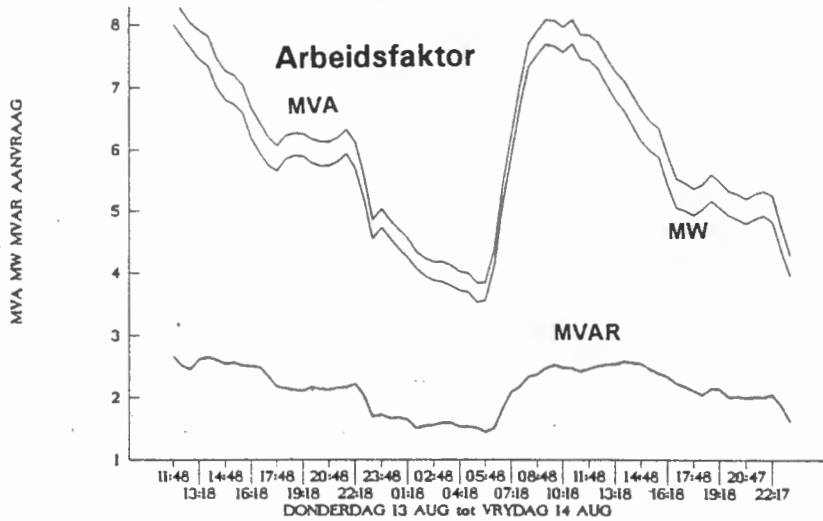
- 'n maand of periode se **energieverbruik**;
- die **hoogste aanvraag** gedurende **enige halfuur** in die maand of die betrokke periode.

Die arbeidsfaktor van verskillende dele van die netwerk behoort afsonderlik gemeet te word. Vir dié doel moet 'n volledige vragprofiel, teen tyd as basis, gedoen word om te bepaal op watter punt die gunstige koste-effek van regstellende aksie die hoogste is. Dit is noodsaaklik dat die ontleding oor 'n volle verteenwoordigende periode gedoen word. Die grootte van die vrag, die aard van die vrag asook die diversiteit van die vrag, bepaal die arbeidsfaktor. 'n Tipiese voorbeeld van 'n praktiese geval wat ontleed is, word in *grafiek 4-1* weergegee. Ofskoon arbeidsfaktor direk registreer kan word en te alle tye 'n direkte lesing kan gee, is dit nodig dat die vrag ook gelyktydig registreer word aangesien dit dan 'n idee gee van die grootte van korrigeer toerusting. Gewoonlik word die kVA, kVAR, kW gelyktydig registreer en die ooreenstemmende arbeidsfaktor trigonometries bereken as

$$AF = kW / kVA = \text{cosinus verhouding tussen spanning en stroom.}$$

Geskikte vraganalise toerusting kan dikwels 'n verskeidenheid van die mees beperkte komponente direk meet terwyl ander meettoerusting beperkte metings doen en die oorblywende komponente wiskundig bereken.

Grafiek 4-1



2.3 DIE EFFEK VAN 'n SWAK ARBEIDSAKTOR

'n Swak arbeidsfaktor van sê 0.5, beteken dat die aktiewe drywing verkry word teen 'n stroomwaarde wat **DUBBEL** soveel is as wanneer die arbeidsfaktor 1.0 sou wees (**Tabel 4-1**). Die energiegebruik word nie beïnvloed nie. Dit beteken dat vir dubbel die normale hoeveelheid maks aanvraag betaal word. As in aanmerking geneem word dat maks aanvraag dikwels meer as 50% van die rekening is, is die effek aansienlik.

Tabel 4-1

EFFEK VAN ARBEIDSAKTOR

AF	kW	kVA	% VERSKIL
1.	100	100	0
0.95	100	105.26	5.26
0.9	100	111.11	11.11
0.85	100	117.65	17.65
0.8	100	125	25
0.75	100	133.33	33.33
0.7	100	142.86	42.86
0.65	100	153.85	53.85
0.6	100	166.67	66.67
0.55	100	181.82	81.82
0.5**	100	200	100

** Sien tabelle 5 in Hoofstuk 5.

'n Swak arbeidsfaktor word gewoonlik reggestel deur statiese kapasitore te voorsien. 'n Volledige tegniese en ekonomiese uitvoerbaarheidsondersoek is egter nodig om te bepaal of die regstelling *ekonomies regverdigbaar* is.

Anders gestel, as die AF swak is, is baie meer stroom (kVA) nodig vir dieselfde energiegebruik en gevolglik is

- groter kapasiteit transformators, groter lyne en groter kables vir verspreiding nodig;
- hoër verliese waarneembaar. Energieverliese variëer met (stroom)² en 'n stroomverdubbeling lei tot viervoudige verhoging in lyn- of transformator verliese.

Plaaslike leweransiers penaliseer gewoonlik die kliënt vir kVA-aanvraag en hoe swakker die arbeidsfaktor is, hoe groter is die kVA en hoe hoër is die penalisasie. Die resultate soos in *Tabel 4-1* vervat word grafies voorgestel in *Grafiek 4-2*.

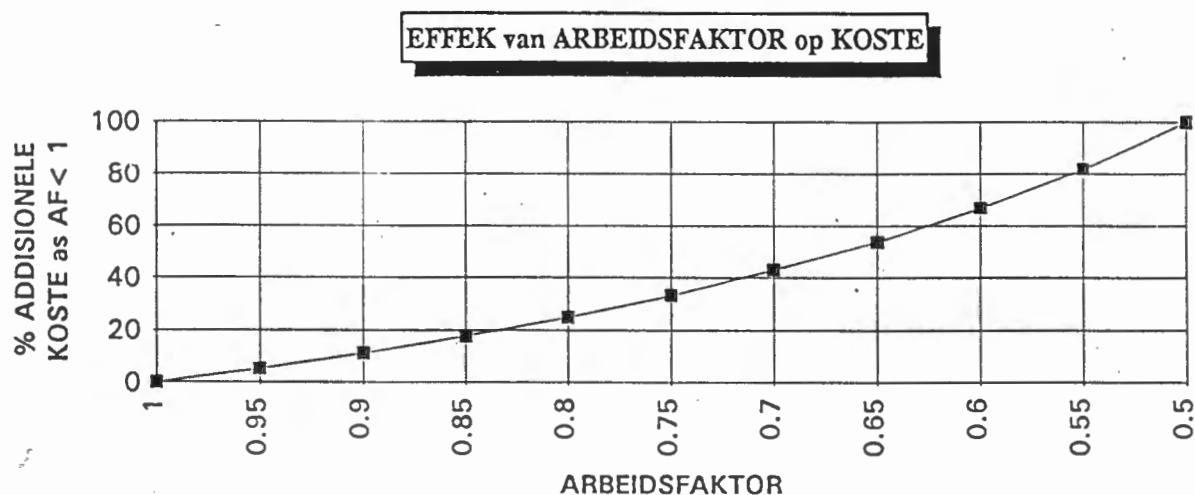
2.3.1 DIE GEVOLGE VAN SWAK ARBEIDSFAKTOR

Die effek van swak arbeidsfaktor is, soos reeds aangestip, dat die eindgebruiker, die verspreider en die opwekker groter kapasiteit verspreidingstoerusting benodig, hoër kapitale besteding moet aangaan en ook groter verliese ly. Alle partye poog gevolglik om die party wat vir die swak arbeidsfaktor verantwoordelik is, te penaliseer en die volgende koste-toevoegings tot die kosteketting vind plaas

- die Stadsraad as herverkoper van energie penaliseer die gebruiker;
- die voorsieningsowerheid penaliseer die Stadsraad;
- die voorsieningsowerheid moet groter toerusting voorsien.

Grafiek 4-2

Effek van Swak Arbeidsfaktor op Energie Koste



Die tariefstruktuur is gewoonlik so dat die gebruiker, onder andere, betaal vir

- energie in kWHR vir werklike energie benut, en
- kVA gelyktydige aanvraag, gewoonlik gemeet oor 'n periode van 30 minute per maand. Die hoogste kVA gebruik oor enige 30 minute per maand is die penalisasiernorm. Elke maand word die kVA meter na "NUL" herstel en word die meetsiklus vir die volgende maand herhaal. As die effek van arbeidsfaktor op koste grafies voorgestel word, toon dit dat as die AF = 0.5 die koste vir kVA aanslag 100% meer is as wat die geval sou wees as arbeidsfaktor = 1.0.

2.3.2. REGSTELLING VAN SWAK ARBEIDSAKTOR

Die regstelling van die arbeidsfaktor hou slegs kostevoordele vir die gebruiker in en die gebruiker sal geen ander voordeel of nadeel ondervind nie.

Voordele wat behaal kan word met die verbetering van die arbeidsfaktor is

- vermindering van sisteemverliese as gevolg van verlaagde stroom;
- vermindering van maks aanvraag en gevolglik verminderde penalisering;
- beter benutting van sisteem kapasiteit in totaal. Alle kapasiteit is nou beskikbaar en lê nie opgesluit in reaktiewe drywing nie.

Die implementering van arbeidsfaktorverbetering is hoofsaaklik 'n ekonomiese oorweging waar die besteding aan toerusting opgeweeg word teen verwagte besparings. Benewens ekonomiese oorwegings is daar ook sekere tegniese voorsorge wat nie deel vorm van die ekonomiese scenario nie. Implementering kan alleenlik oorweeg word na 'n behoorlike Lewensiklus Koste-analise (*Deel 3*) gedoen is en alle bedryfs voor- en nadele verreken is.

Die verbetering van die arbeidsfaktor kan slegs oorweeg word na oorweging van die volgende :

- vorige elektrisiteitsprofiel, dit is aanvraag en energie gebruik oor 'n verteenwoordigende periode;
- vrageienskappe, oorsigtelik of op spesifieke punte in die netwerk;
- die verspreidingsnetwerk deeglik bestudeer is en alle netwerk parameters in aanmerking geneem is;
- ontleding en berekening van moontlik harmoniese versteurings en die moontlike installering van filters analiseer is;
- beveiligingstellings op die elektriese netwerk nagegaan is.

'n Deeglike tegniese/ekonomiese ontleding is nodig om te bepaal of die restellingsaksie *ekonomies regverdigbaar* is. Dit word grootliks bepaal deur

die grootte en aard asook die tyd van voorkoms van die vraag.

Termyne wanneer arbeidsfaktormetings plaasvind en die ooreenstemmende leweransiersrekenings, moet verteenwoordigend wees van byvoorbeeld somertyd, wintertyd, maksimum en minimum populasie periodes.

Daar is verskeie benaderings wat gevolg kan word met arbeidsfaktorverbetering naamlik

- by die bron, dit is korreger by die apparaat wat swak arbeidsfaktor skep, gewoonlik aan laagspanningkant. Korrigertoerusting funksioneer slegs as apparaat aangeskakel word en aangeskakel bly. Dit kan nie kompenseer vir vraagvariasies nie.
- oorkoepelend op die netwerk, gewoonlik aan hoogspanningkant. Dit hou die voordeel in dat die voordele van diversifikasie in aanmerking geneem kan word. Hoogspanning skakeltoerusting is egter relatief duurder.

Die deurslaggewende keuse berus egter op die netto ekonomiese voordele, beide onmiddellike- sowel as bedryfsvoordele. Die besteding van uitgawes moet geregverdig kan word uit geprojekteerde berekende besparings.

'n Tipiese simulasievoorbeeld van die effek van arbeidsfaktor op koste is gedoen en die resultate in *Bylae L, Tabelle 4-2 en 4-3* getabuleer.

2.4 ARBEIDSFAKTORMETINGS : 'n Praktiese Gevallestudie (1)

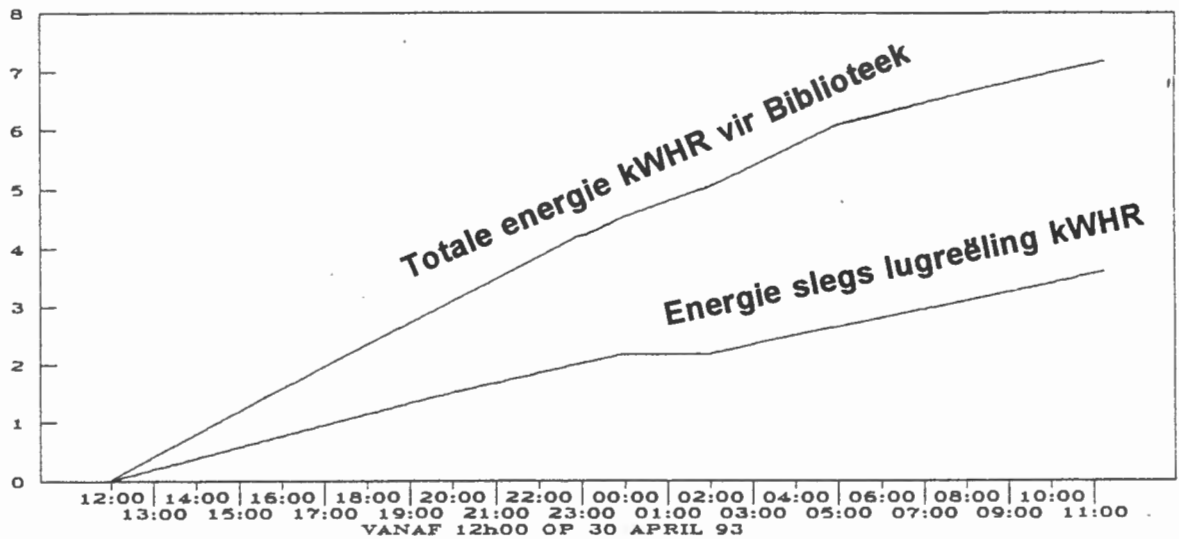
In 'n werklike toets uitgevoer op 'n biblioteek, waar die vermoede bestaan het dat lugreëling waarskynlik verantwoordelik is vir 'n besonder hoë vraag

en swak arbeidsfaktor, is vragprofile gedoen en die resultate daarvan word getoon in *Grafieke 4-4(a) - (e)*.

Grafiek 4-4(a) toon 'n konstante vrag en 'n skielike val tussen 23:00 en 2:00. *Grafiek 4-4(b)* toon die oorsaak vir die val naamlik die lugreëling wat dieselfde val oor dieselfde periode toon. Lugreëling was afgeskakel in dieselfde periode.

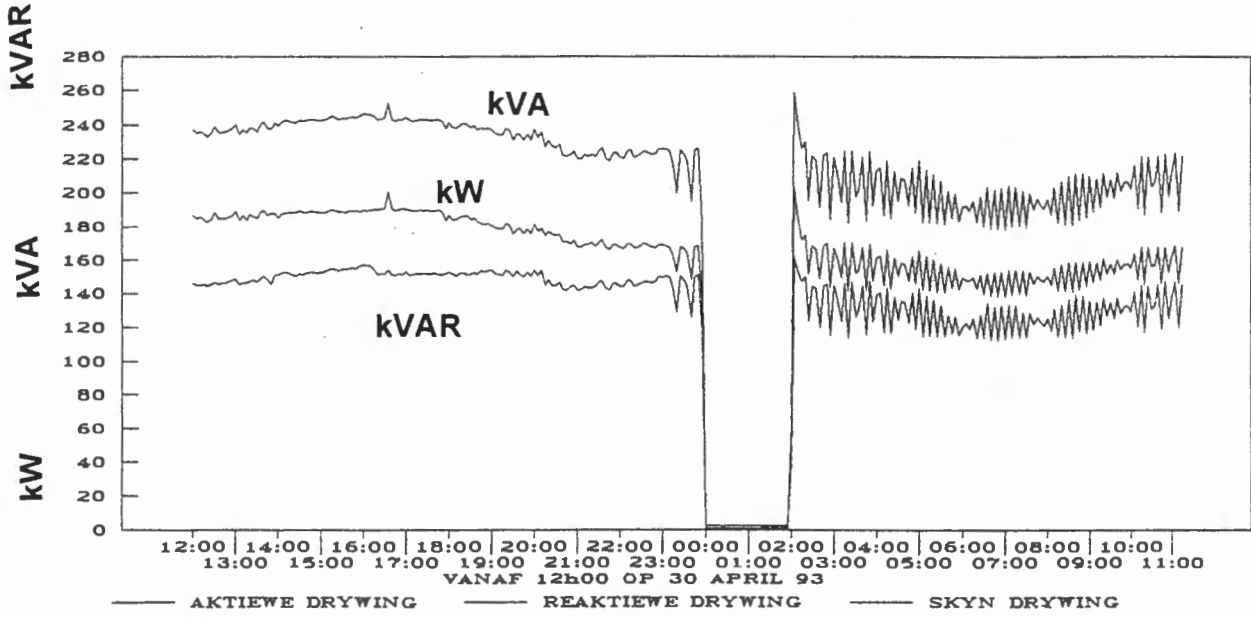
Grafiek 4-4a

Totale energiegebruik - Merensky Biblioteek



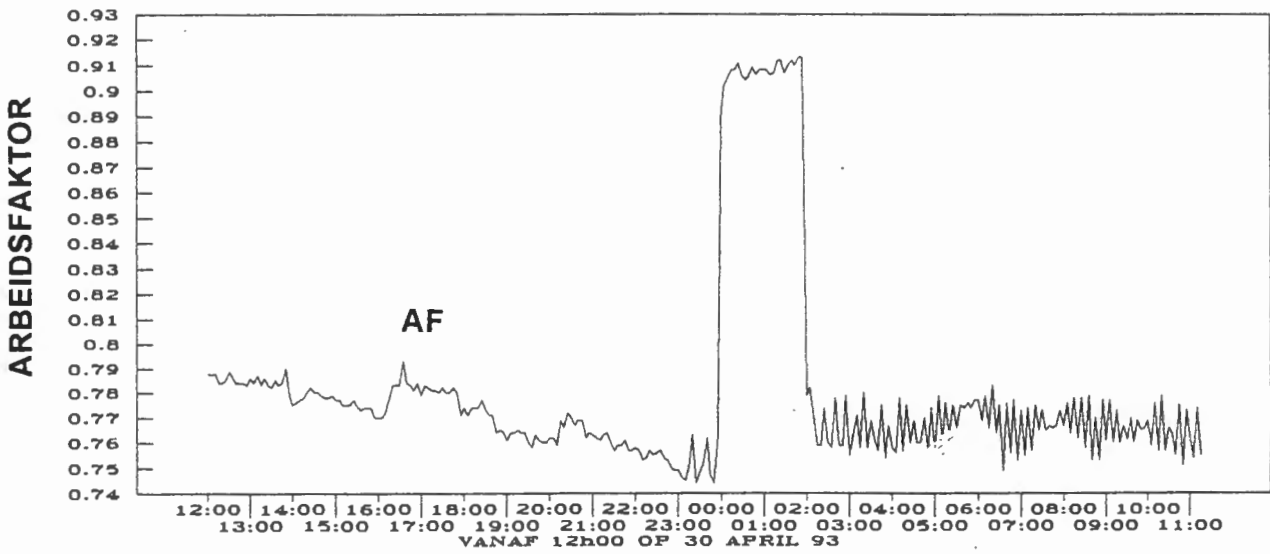
Grafiek 4-4b

Lugreëlingvrag alleen - Merensky Biblioteek



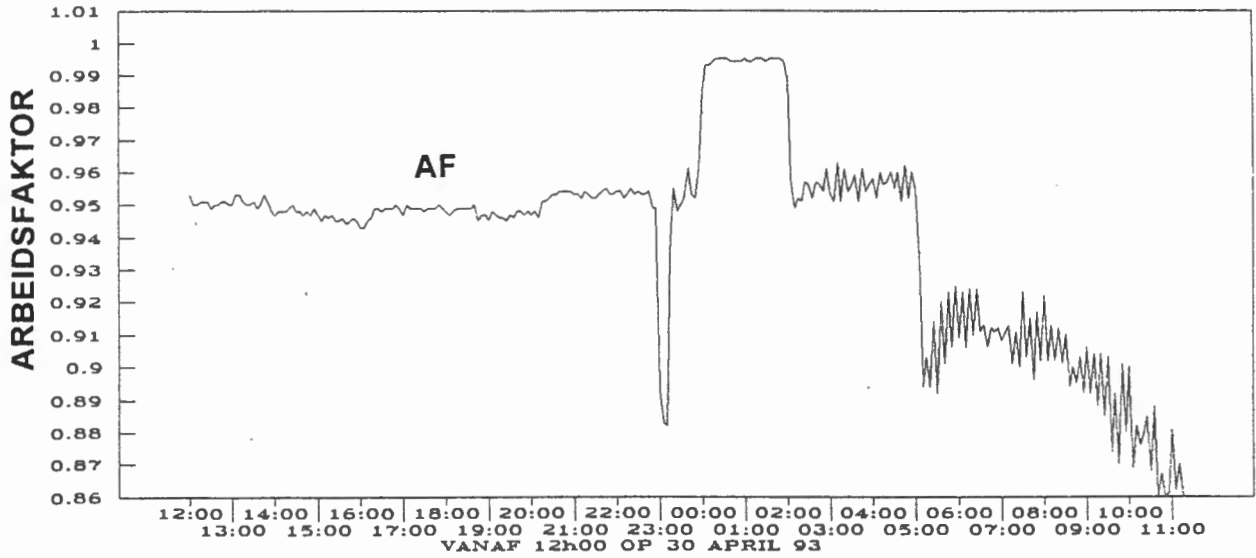
Grafiek 4-4c

Lugreëling Arbeidsfaktor alleen Merensky Biblioteek



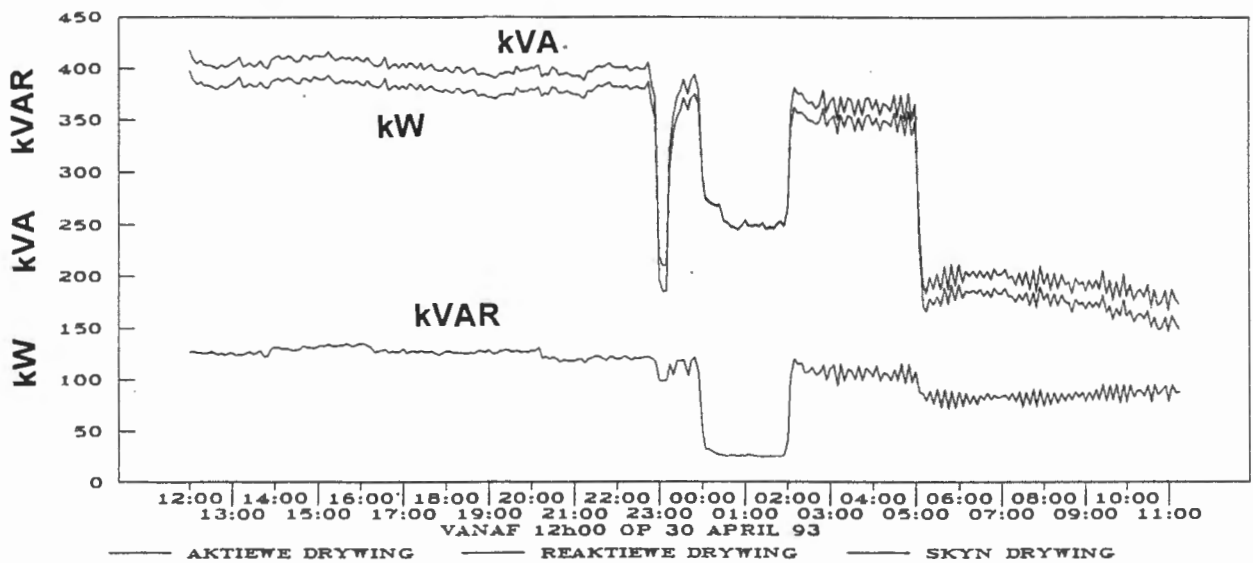
Grafiek 4-4d

Totale Substasievrag - Merensky Biblioteek



Grafiek 4-4e

Totale Arbeidsfaktor Merensky Biblioteek Substasie



Grafiek 4-4(d) toon die omvang van die totale vraag op die substasie terwyl **Grafieke 4-4(e) & 4-4(c)** die arbeidsfaktor vir die totale biblioteek substasie en lugreëling onderskeidelik toon. Hiervolgens is dit duidelik dat die AF van die lugreëling swak is, gemiddeld ongeveer 0.77. Die kort periode 23:00 en 14:00 toe dit styg, is toe te skryf aan die afskakeling vir lugreëling wat plaasgevind het. Die effek van die swak AF van die relatiewe groot lugreëlinginstallasie is dat die hele biblioteek se AF teen 11:00 die oggend afgetrek word na 0.86. Die lugreëling se energiegebruik is ongeveer 65% van die hele biblioteek.

Die betrokke lugreëling is duidelik 'n oorweegbare vraag vir AF regstelling, mits alle ander ekonomiese faktore gunstig is.

2.5 ARBEIDSAKTOR KORRIGERING -

Praktiese gevallestudie (2)

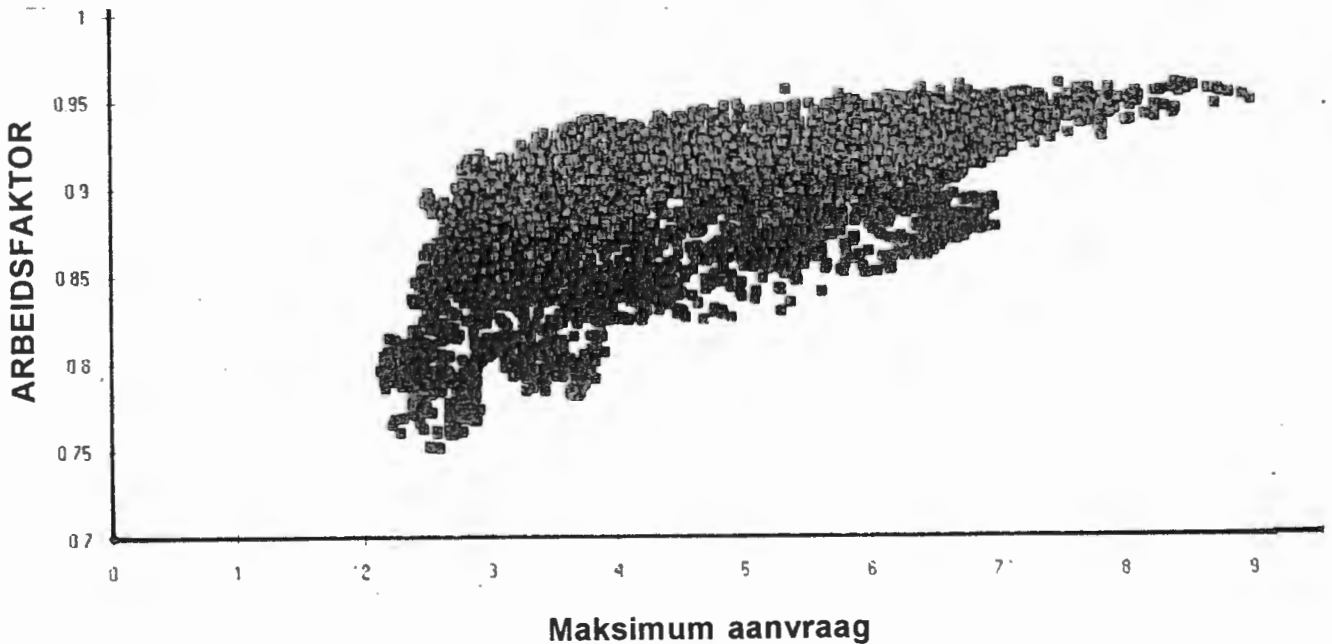
Uit die vraelyste blyk dit dat 'n aantal opvoedkundige instansies alreeds arbeidsfaktorkorrigerings, as moontlike kostebesparing op elektrisiteitsrekenings, oorweeg het. Sommige het dit reeds op beperkte skaal toegepas terwyl ander huiwerig was as gevolg van onkunde oor die werklike voordele, indien enige. Die ontwerpoorwegings van een van die instansies wat sukses met AF korrigerings behaal het, was beskikbaar vir ontleding en toetsing.

'n Huidige opvatting in Suid-Afrika is dat voorlopige berekende besparing oorweeg kan word indien die delgingstermyn, energiekoste besparings en belegging in toerusting op 30-36 maande gelykbreek. Langer delgingsperiodes, in 'n gespanne en wisselende ekonomiese klimaat, word tans moeilik regverdig.

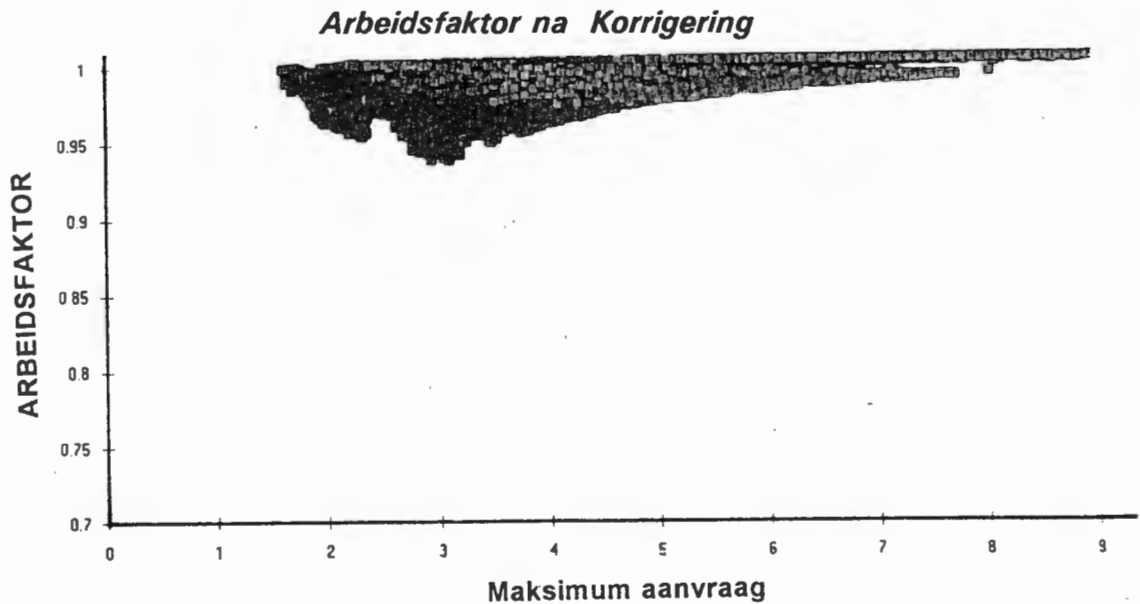
In die betrokke gevallestudie is die berekende waarde van statiese kapasitore en die aantal skakelstappe wat geskik sou wees vir somer en winter-toestande, op die 1991/92 resultate bereken en deur superimponering op die gelewerde rekening gesimuleer. 'n Rekenaar simulasie het die waardes getoon soos in *Grafiek 4-5(a) en 4-5(b)* vervat. Die waardes in *Grafiek 4-5(a)* is baseer op inligting onttrek uit rekenings asook op beperkte toetse uitgevoer terwyl die resultate in *Grafiek 4-5(b)* dieselfde rekening inligting is waarop die berekende en ontwerpte korrigeer kapasitore simuleer is.

Grafiek 4-5(a)

Voor AF korrigering



Grafiek 4-5(b)



Na korrigering lê beide somer- en winter vragte prakties op die ideale lyn waar

$$AF = 1.$$

Die ooreenstemmende kapitale koste van die korrigeringstoerusting was R160'000. Die delgingstermyn is derhalwe

$$= 160000 / 180994 \times 12 \text{ maande}$$

$$= 8.8 \text{ maande}$$

Volgens die heersende rekeningwaardes, word die verwagte besparings in **Tabel 4-6** getoon.

Aangesien dit nie prakties is om verskillende kapasitore vir winter en somer te gebruik nie, moet sorg gedra word dat daar nie 'n positiewe arbeidsfaktor geskep word nie aangesien dit net so nadelig is op die kVA-koste as 'n nalopende arbeidsfaktor.

In dié geval is drie stappe van vaste kapasitore wat aan die 11kV verbind sou word as volg bereken :

1200 kVAR, 11kV - Stap 1

2400 kVAR, 11kV - Stap 2

3600 kVAR, 11kV - Stap 3 = Som van Stap 1 + Stap 2

Die werklike elektriese verbindinge is by die hoofsubstasie en die toevoerpunt se 11 kV versamelstawe gedoen en so is maksimum diversiteit verkry.

In *Skematiek 4-3* word 'n tipiese praktiese implementering van AF-korrigering aan hoogspanningkant by die Universiteit van Pretoria se hoofsubstasie, uiteengesit.

Tabel 4-6

**Universiteit van Pretoria - AF Berekenings
Projekteerde Besparings en Delgingstermyn**

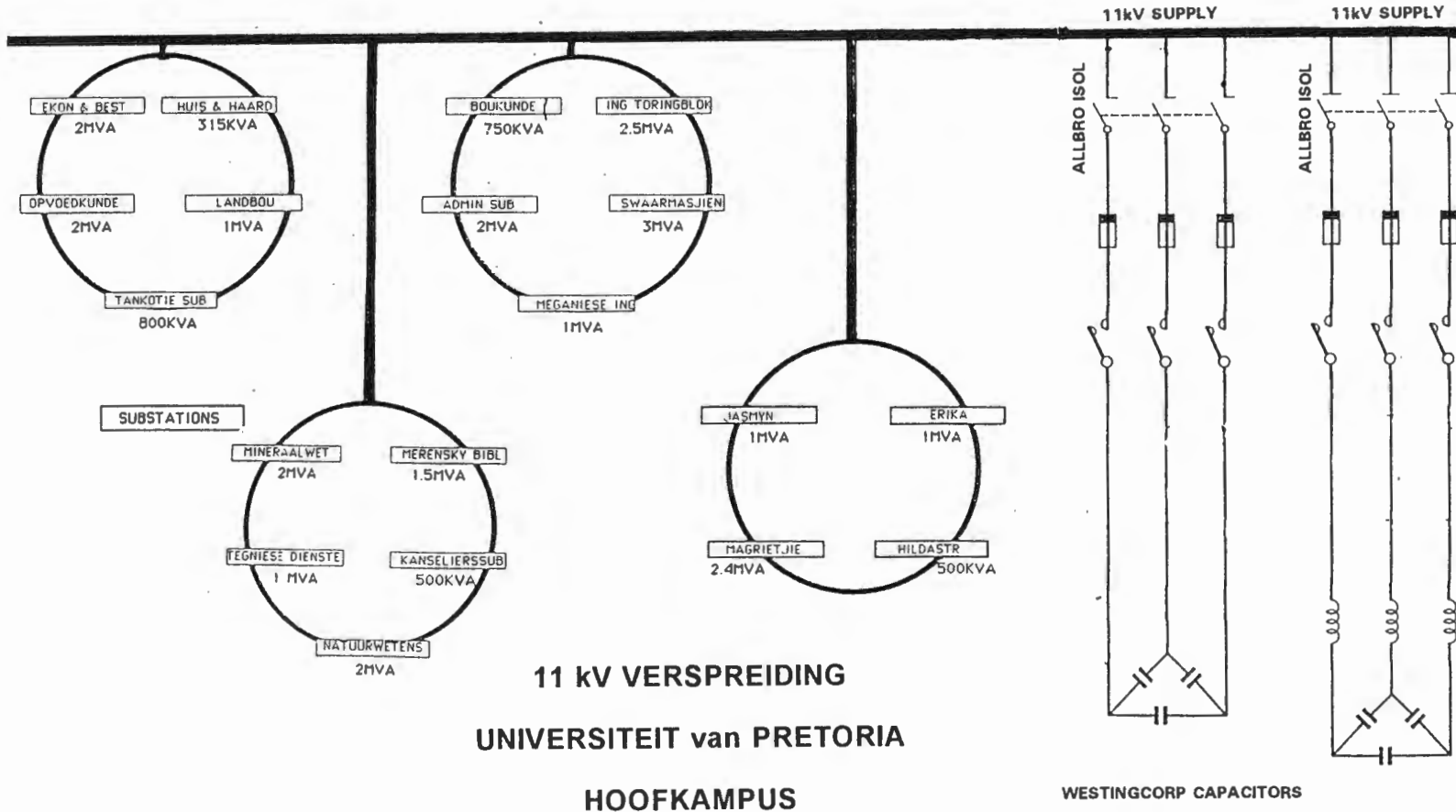
Maand	kVA Aanvraag	Arbeids- faktor	AF= .998 Gekorrig. Aanvraag	Maandelikse Besparing @ R 30/kVA
JAN 91	5712	0.91	5208	R15,750
FEB 91	6744	0.92	6216	R16,500
MAR 91	7776	0.93	7246	R16,563
APR 91	6688	0.93	6232	R14,260
MEI 91	7936	0.94	7474	R14,438
JUN 91	8000	0.95	7615	R12,031
JUL 91	8160	0.95	7767	R12,281
AUG 91	9024	0.95	8589	R13,594
SEP 91	7680	0.93	7156	R16,375
OKT 91	7136	0.92	6578	R17,438
NOV 91	7072	0.92	6519	R17,281
DES 91	6560	0.92	6047	R16,031
JAN 92	7008	0.92	6460	R17,125
FEB 92	7100	0.92	6645	R17,344
MAR 92	7856	0.93	7320	R16,750
APR 92	7408	0.93	6903	R15,781
MEI 92	7808	0.94	7354	R14,188
JUN 92	7712	0.94	7263	R14,031
JUL 92	8560	0.96	8234	R10,188
AUG 92	9120	0.95	8681	R13,719
GEMIDD MAANDELIKSE BESPARING				R15,083
JAARLIKSE BESPARING				R180,994

Skematiek 4-3

Arbeidsfaktorkorrigerende verbindinge by Hoofsubstasie 11 kV

Versamelstawe - Universiteit van Pretoria

GEESTESWETENSAPPE 11 kV HOOFTOEVOERPUNT



11 kV VERSPREIDING
UNIVERSITEIT van PRETORIA
HOOFKAMPUS

WESTINGCORP CAPACITORS

4*300kVAR 11000V

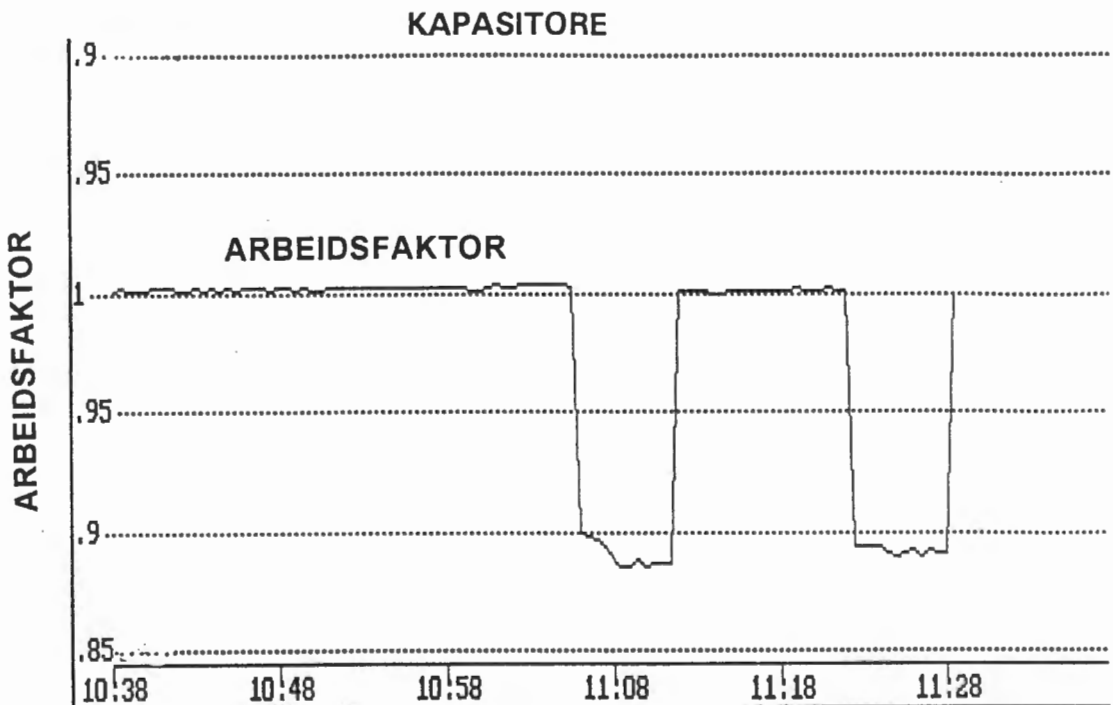
8*300kVAR 11000V

Na inskakeling van die berekende kapasitore op die hoofsubstasie se 11kV versamelstawe, loop die AF feitlik konstant op $AF = 1$.

Grafiek 4-6 toon werklike toetsresultate na inskakeling van die kapasitore. Doelbewuste afskakeling van die kapasitore tussen 11:02 tot 11:10 en weer tussen 11:20 en 11:28 is gedoen en dit het die AF laat daal van 1.0 tot 0.88 met 'n ooreenstemmende verhoging volgens metings van ongeveer 6.3 tot 7.3 MVA (**Grafiek 4-5**).

Grafiek 4-6

GESIMMULEERDE AAN- en AFSKAKELING VAN AF KORRIGEER



Indien hierdie MVA vir 30 minute sou voortduur, sou die finansiële implikasie wees:

$$(7.3 - 6.3) \times R30'000$$

$$= R30'000 \text{ vir die besondere maand.}$$

2.6 ARBEIDSAKTOR SAMEVATTING

Die resultate wat deur twee akademiese instansies behaal is met die toepassing van AF korrigering, is baie suksesvol en definitiewe besparings is aangeteken. In een geval wat ondersoek is, is tot R30'000 per maand werklik bespaar, wat 'n geprojekteerde besparing van ongeveer R240'000 per jaar is teenoor 'n aanvanklik berekende besparing van R180'000 per jaar. As inflasie en stygende energiekoste in aanmerking geneem word, sal die besparings nog groter wees.

Die verwagte besparing, met inagneming van stygende koste van elektrisiteit, onderhoud en bedryfskoste van arbeidsfaktor toerusting, moet met 'n LSK-analise verreken word om te bepaal of die implementering koste-effektief is.

Deeglike tegniese kennis is nodig om te voorkom dat die korrigering van AF ander onvoorsiene probleme soos harmoniese spannings en strome in die stelsel genereer. Dit kan weer ander koste-implikasies of selfs veiligheidsimplikasies op skakeltoerusting tot gevolg hê. Ontleding van die gesimmuleerde effek van arbeidsfaktor word in *Bylae L* gedoen.

Die tegniek van AF korrigering is nie nuut nie. Dit is egter baie noodsaaklik dat die koste-effektiwiteit van die stelsel deeglik ontleed word. By een spesifieke universiteit is daar vier ander toevoerpunte met feitlik dieselfde swak arbeidsfaktore maar die energiegebruik en maksimum aanvraag by die punte is relatief laag. Arbeidsfaktor korrigering is gevolglik nie koste-effektief nie omdat terugbetaling periodes van vier jaar en langer nodig is. Dit is noodsaaklik dat die effek van hierdie hoogs tegniese aspek duidelik en

realisties in bestuurs- en finansiële terminologie uitgewys word sodat besluite hieroor maklik en sonder berekende risiko geneem kan word.

3. ELEKTRIESE VRAGDIVERSITEIT

3.1 DEFINISIES en BEGRIPPE

Dit is reeds aangedui dat, met enkele uitsonderings, die meeste universiteite en teknikons oor 'n lang periode ontwikkel en uitgebrei het. Van die "nuwer" universiteite en teknikons soos Pretoriase-, Noord-Transvaalse- en Vaaldriehoekse Technikon, die universiteite van die Noorde en Wes-Kaapland asook RAU en die Universiteit van Port Elizabeth, is in die gunstiger posisie om die meerderheid van geboue bymekaar en min of meer gelyktydig, te ontwikkel. Van die "ouer" inrigtings soos Universiteit van Kaapstad, PU vir CHO, Wits en UP, het met die jare grootliks uitgebrei rondom oorspronklike kampusse maar moes nogtans nuwe en groter terreine elders bekom.

Namate universiteite en teknikons ontwikkel en uitbrei, lei omgewingsbeperkings dikwels daartoe dat "onderbroke" uitbreiding plaasvind, dit is omgewings skeidings soos publieke paaie en ander publieke geboue, beland tussenin. 'n Baie bekende voorbeeld hiervan is die Universiteit van Stellenbosch waarvan geboue redelik verspreid oor feitlik 'n hele dorpsgebied voorkom. Uitbreiding beteken nie noodwendig nuwe geboue nie maar is dikwels bestaande ouer geboue met fasiliteite wat nie altyd aan akademiese behoeftes soos beligting, ventilasie, riolering, elektriese verspreiding, ensovoorts voldoen nie. Sulke geboue is dikwels ook nie so funksioneel soos nuwe geboue nie.

Weens die verspreiding van fasiliteite oor 'n wye gebied, is die koste en

konsolidasie van dienste en netwerke, wat die akademiese instellings self beheer, nie altyd moontlik of koste-effektief nie. Die verspreide toevoerpatoon is egter nie uniek aan Suid-Afrika nie. Dit kom ook vry algemeen voor by feitlik alle uitbreidende akademiese instellings in die VSA en Verenigde Koninkryk.

Alhoewel gepoog word om meesterplanne vir ontwikkeling op te stel, speel ekonomiese oorwegings, veral op korttermyn, dikwels 'n rol in die uitvoering van 'n "ideale situasie" en moet, ten minste op die kort termyn, met meer praktiese fasiliteite volstaan word.

Dit is dikwels moeilik om oortuigend te motiveer wat toekomsbesparings oor, sê 5-10 jaar, teenoor die huidige kapitale besteding vir verbetering van energiegebruik sal wees, veral in 'n nypende ekonomiese reses wanneer fondse moeilik bekombaar is. Die direkte gevolg hiervan is dat "goedkoper" korttermyn alternatiewe gevolg word en ad hoc aansluitings, veral elektriese aansluitings, gedoen word. Sodra die eerste afwykings begin voorkom, volg verdere afwykings en dit duur dikwels voort totdat daar algehele chaos is en verpligte herkonstruksie nodig is. Dit is veral die geval met universiteite soos die Universiteit van Pretoria en die Universiteit van Stellenbosch wat oor groot getalle private woonhuise of geboue beskik wat direkte elektriese aansluitings van die plaaslike owerheid ontvang. In die geval van die Universiteit van Pretoria, was daar voor 1980 ongeveer 80 private woonhuise wat vir verskillende akademiese- en koshuisdoeleindes gebruik is sowel as 'n aantal grootmaat hoogspanningsaansluitings op terreine ver weg van die kern ontwikkeling.

Behalwe aansluitings vir privaat wonings wat elkeen 'n afsonderlike ooreenkoms met die plaaslike owerheid aangaan, (of as dit in die ekonomiese vermoë is om alle huise deur die globale netwerk te laat bedien), elk met sekere vaste koste en neergelegde tariewe, het uitbreidings oor die jare so gegroei dat die plaaslike owerhede dikwels 'n aantal grootmaat hoogspanning aansluitings aan universiteite en teknikons moes voorsien. Die groot aantal punte maak die sinvolle verifiëring van gestruktureerde energie meetprosedures dikwels moeilik.

In geval van Pretoriase Technikon is daar, vanweë die geografiese verskil tussen die kampus in Vermeulenstraat en die nuwe kampus aan die noordwestekant van Pretoria, twee hoogspanningsaansluitings. In die geval van die Universiteit van Pretoria is daar agt toegewysde 11kV hoogspanningsaansluitings terwyl die Universiteit van Stellenbosch nog meer het.

Vanuit vraelyste wat aan die verskillende plaaslike owerhede gestuur is, is soortgelyke opsette, soms beter en soms swakker, ook by ander akademiese inrigtings waargeneem. Dit is ook grootliks dieselfde ervaring by buitelandse inrigtings waar uitbreidings in die onmiddellike omgewing deur plaaslike dorps- en stadsontwikkeling beperk word.

Die groot aantal grootmaat aansluitings het tot gevolg

- dat elke punt in afsondering deur die leweransier behandel word
- dat elke punt volgens afsonderlike kVA-aanslag aangeslaan word en die rekenkundige totaal van kVA aangeslaan word, dit is geen voorsiening vir diversiteit nie.

3.2 VOORDELE VAN GEKONSOLIDEERDE TOEVOERE

Die begrip "elektriese diversiteit" verskil in 'n baie klein mate van die finansiële interpretasie van dieselfde begrip.

Diversiteit, in soverre elektriese begrippe aangaan, beteken hoofsaaklik

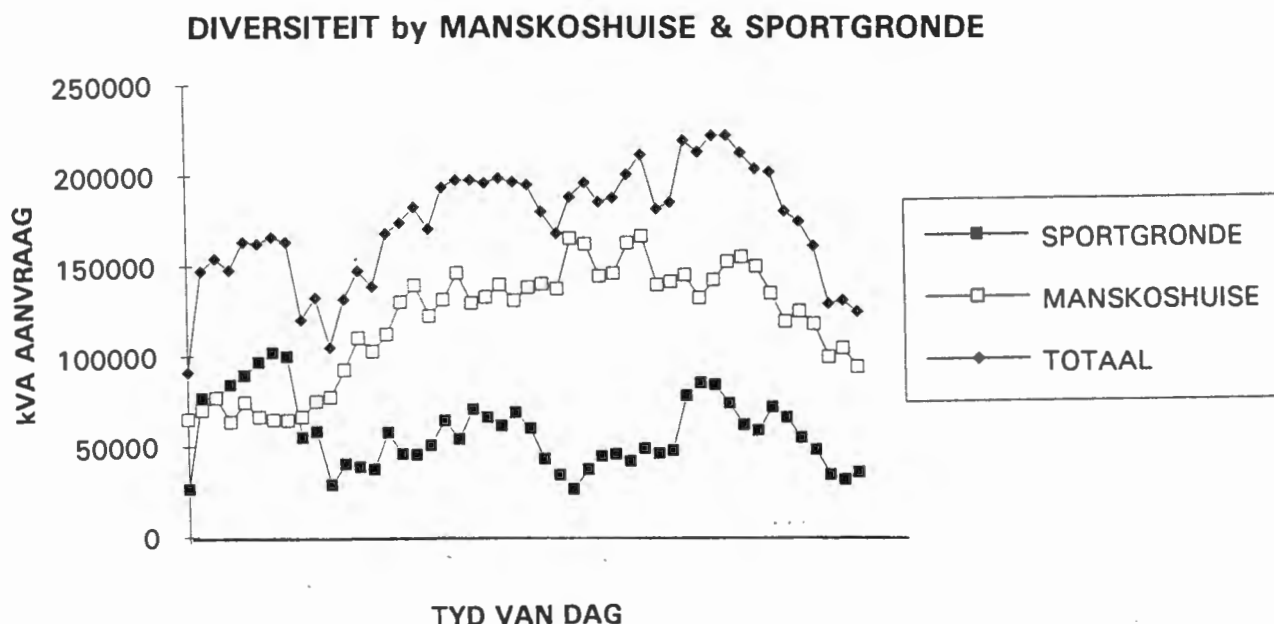
- die voordeel wat mag voortspruit uit die samevoeging van verskillende elektriese vragte wat waarskynlik nie gelyktydig spitsaanvrae sal toon nie en waarvan die profiele verskil;
- kapasiteitsbesparing van transformators, kables en ander toerusting wat hieruit voortspruit en wat relatief hoë vaste- of kapitaalkoste openbaar.

Dit is reeds aangedui dat 'n leweringsooreenkoms vanaf die elektrisiteitsvoorsieningsorganisasie, dit is ESKOM, die plaaslike owerheid of ander verspreidingsorganisasie, afsonderlik vir elk van die grootmaat verspreidingspunte aangegaan word, ongeag wat by enige ander punt gebeur.

Die kombinerings van toevoerpunte sal MEER VOORDELIG as individuele toevoerpunte wees omdat die moontlikheid dat maksimum aanvrae presies gelyktydig sal voorkom, hoogs onwaarskynlik is vanweë die verskil in vragte en vragprofile, veral as die aard van die vragte aansienlik verskil.

Om die voordeel van die kombinerings van elektriesevragte te evalueer, is dit weereens nodig om vragprofiel analyses op toevoere uit te voer.

Grafiek 4-7



Grafiek 4-7 toon wat verstaan word met diversiteit waar twee verskillende vragprofile, naamlik Sportgronde en Manskoshuise, superimponer word. Maksimumvrag aanvrae kom gewoonlik nie gelyktydig voor nie, wat beteken dat die **gelyktydige totaal** altyd laer as die **rekenkundige somtotaal** van die individuele spitsaanvrae is.

Indien hierdie vragte afsonderlik vanaf verskillende toevoerpunte gevoer sou word, sal die maksimum aanvrae die **rekenkundige somtotaal** wees. Indien die vragte egter aan dieselfde toevoerpunt gekoppel sou wees, sal dit die **vektor somtotaal** wees.

Al sou die vragprofile toon dat die verbinding van vragte aan dieselfde toevoerpunt sinvol sal wees, moet die volgende finansiële ontleding eers gemaak word :

- geprojekteerde besparing oor sê 36-48 maande, dit is hoofsaaklik kVA koste met inagneming van koste-eskallasie

- addisionele uitgawes soos addisionele kabelkoste, verliese op langer lengtes kables en onderhoudskoste.

Die samevoeging van vragte aan dieselfde toevoerpunt kan, vanweë hoër diversiteit, ook verdere arbeidsfaktor voordele inhou.

Diversiteit verhoog wanneer meer vragte saamgevoeg word. In gevalle waar byvoorbeeld huishoudelike vragte bereken word, verhoog die diversiteit namate vragte vermeerder. (*Tabel 4-7*)

Tabel 4-7

Diversiteit vs aantal vragte*)

* Ontleen aan tegniek gebruik by huishoudelike vragte diversiteitsbepaling

ENKELFASE VRAGTE	DIVERSITEIT	OPMERKING
1	1	1ste Fase
2	1	2de Fase
3	1	3de Fase
4	1.3889	
5	1.3889	
6	1.3889	
7	1.6667	
8	1.6667	
9	1.6667	
10	2.0408	

Die werklike gelyktydige vragkapasiteit verminder deur die diversiteitsfaktor.

As daar 10 enkelfasevragte is, is die aangepasde ekwivalente vrag, met

inagneming van diversiteit van 2.0408 slegs 50% van die rekenkundige somtotaal van alle vragte. Anders gestel, vir 10 enkelfase vragte hoef net vir die helfte voorsiening gemaak te word.

'n Verdere voordeel van diversiteit is dat toerustinggrootte van byvoorbeeld transformators en kables volgens die diversiteitfaktor verklein kan word en dat energieverliese ook dienooreenkomstig verklein.

3.3. DIVERSITEIT SAMEVATTING

Diversiteit, deur konsolidasie van verskeie vragte, hou besliste voordele in deurdat

- die totale gelyktydige spitsaanvraag verminder word;
- arbeidsfaktor moontlik kan verbeter;
- toerustingbesetting kan verbeter en gewoonlik kleiner kapasiteit toerusting voorsien hoef te word;
- verliese verminder kan word.

Die koste-effektiwiteit om vragte te konsolideer sal oor 'n realistiese periode, gewoonlik nie langer as 36-42 maande in die huidige ekonomiese tydsgewrig, bereken word.

Besluitneming hieroor moet baseer wees op nugtere en realistiese berekenings. Die hulp van tegniese kundiges kan ingeroep word om die nodige ontledings en aanbevelings te doen. Bestuur moet in staat en bereid wees om leiding te gee oor wat presies verlang word en selfs oor die nodige basiese kundigheid beskik om aanbevelings evalueer. By die konsolidasie van toevoere moet die grootte van vrag en die gelyktydige vragvoorkoms in

berekening gebring word, met 'n vergelyking van die besparing en kapitaalbelegging vir regstellende aksie. 'n Praktiese geval waarmee goeie besparingsresultate behaal is, was om 'n aantal nabygeleë woonhuise, elk met 'n direkte toevoer vanaf die stadsraad en elk met 'n minimum aanvraag tarief, te ontkoppel en aan die hoof netwerk te koppel. Sodoende is die minimum aanvraag tarief uitgeskakel.

4 VRAGPROFIELE & VRAGOPNAMES

4.1. DIE NUT VAN VRAGPROFIELE

Die uitvoering van 'n energie oudit by enige instelling het, onder andere, ten doel

- om die energie navorser te oriënteer ten opsigte van die gebou en fasiliteite, dit is die versameling van inligting en die bepaling van 'n profiel van die verskillende aktiwiteite wat plaasvind, die eienaardighede, unieke bedrywe, beperkings, huidige werkswyse, tegniese- en bedryfsinligting en tendense;
- om 'n inventaris saam te stel waarin die aanwending van energie duidelik getoon word ;
- ongewenste energie toevoeging deur apparatuur te identifiseer;
- ongebruikte, verlore energie te identifiseer.

Die hoofdoel is om 'n prioriteitsbepaling te doen en 'n beginpunt te bepaal vanwaar 'n meer volledige energie opname identifiseer word. Uiteindelik kan 'n korrekte oudit opgestel word waaruit meer akkurate gevolgtrekkings gemaak kan word.

Daar is heelwat losstaande energie bestuurstechnieke en -hulpmiddels in die

ope mark beskikbaar maar die meer koste-effektiewe praktiese tegnieke moet vir die spesifieke en unieke omstandighede van die opvoedkundige inrigtings, aangepas word.

Deur 'n vragprofiel op 'n spesifieke gebou of stuk toerusting te doen en alle relevante veranderlike parameters aan te teken teen tyd, kan 'n werklike patroon van die vrag bepaal word. Gelyktydige, tydgesinkroniseerde vragprofiel, oor 'n wye spektrum van aktiwiteite, is ook nodig vir die bepaling van ander belangrike besluitnemingsparameters.

Vragprofiel is 'n noodsaaklike eerste fase van ontleding voordat enige verdere sinvolle besluite geneem kan word. Dit identifiseer dikwels eienaardige situasies en voorkom dat foutiewe en ongefundeerde aannames, dikwels teen hoë koste, gemaak word.

4.2. AARD VAN VRAGOPNAMES

'n Vragprofiel is dikwels nie tot een of twee opnames beperk nie. Dit is eerder 'n proses van opnames en eliminaties, wat voortdurend fyner en fyner fragmenteer word sodat besluitneming duideliker is. Opnames moet noukeurig beplan word aangesien dit duur en ontwrigtend kan wees, veral as onnodige opnames gedoen word. Die uitvoer van voorafgaande energie ouditte kan help om vragopnames te orden.

Inligting versamel tydens die uitvoering van vragprofiel, kan die volgende insluit

- die tyd, grootte en tydsduur wanneer sekere vragte aan- of afgeskakel word;
- die grootte van vragte, hoe lank duur aan- en aperiodes;
- die grootte van die diversiteit (gelyktydigheidsfaktor) van verskillende vragte;
- watter soort arbeidsfaktor word deur verskillende vragte openbaar;
- wat is die lasfaktor van verskillende vragte;
- spanningsveranderinge;
- besettingspatroon van fasiliteite;
- die werklike energieverbruik.

Al hierdie metings word op toerusting of geboue se elektriese netwerk gedoen. Daar is egter 'n hele aantal ander, interne en eksterne nie-elektriese omgewingsfaktore wat die elektriese vrag kan beïnvloed en wat deeglik in berekening gebring moet word, byvoorbeeld

- sonskyn wat oor die algemeen gratis lig en hitte tot fasiliteite toevoeg en so energie bespaar;
- sonskyn wat te veel hitte toevoeg en waar sodanige hitte weer verwyder moet word, moontlik deur lugreëling;
- omgewingstemperatuur wat die gebruik van energie vir behaaglikheidstoestande in die gebou beïnvloed;
- humiditeit van die omgewing;
- windsnelhede en luglekkasies in geboue byvoorbeeld swak sluitende deure en vensters;
- tydelike gebou gebreke soos herstelwerke wat aan die gang is;
- populasieveranderinge wat gedurende die jaar voorkom, hoofsaaklik as gevolg van studente vakansies.

Wanneer standaard vragprojekte gedoen word, word bogenoemde faktore gewoonlik nie in aanmerking geneem nie. Geskikte meettoerusting vir temperatuurmeting, windsnelheidmeting en humiditeitmeting is duur en nie gereedelik beskikbaar nie. Owerhede wat energie opwek moet hulle grootliks verlaat op weervoorspellings, veral verwagte koue toestande, sodat meer energie opgewek kan word vir die toename in verhitting.

Met hierdie eksterne, redelik onbeheerbare faktore in gedagte, moet die keuse van hoe en waar die toets begin moet word, baie noukeurig wees sodat **verteenwoordigende** profiele opgestel word anders kan onder- of oorberamings plaasvind.

Die energie-ouditte wat uitgevoer word, behoort alreeds 'n aanduiding te gee van waar die **groter** vragte voorkom. Besparing op groter vragte is uit die aard van die saak meer voordelig as besparings op relatief klein vragte omdat die koste van beheer en/of toerusting beter verhaal word. Gevolglik moet enige regstellingsaksie gedoen word waar die koste-impak die grootste is.

Die vragopnames kan op drie praktiese wyses plaasvind naamlik :

- aanvaar die inligting vanuit die energie oudit om die grootste vragkonsentrasie te bepaal. Waarnemings en inligting op die toerusting naamlate of leweransiersinligting, is veral nuttig;
- doen vragontleding vanaf die inkomende toevoerpunte na onder in die verspreidingsnetwerk om belangrikheid van vrag te bepaal;
- doen vragontleding van onder na bo tot by die toevoerpunt in die

verspreidingsnetwerk .

Soos reeds aangetoon is dit meer sinvol om van bo-na-onder te ontleed omdat dit die ontledingsprosesse deur eliminasië vergemaklik en bespoedig en omdat ordegroottes vinniger identifiseerbaar is.

4.3. UITVOER VAN VRAGONTLEDINGS

Gevolgtrekkings oor vragprofiel en rekenings kan nie in isolasie gemaak word nie. Enige afwykende tendense moet verifieer word deur vragopnames met rekenings te vergelyk. Dit verg 'n redelike mate van tegniese kundigheid tydens diagnose asook ten tye van onderhandelings met leweransiers vir beter tariewe.

Dikwels is 'n reeks vragopnames nodig. Omdat hierdie tipe meting gespesialiseerde meettoerusting vereis, is vragontledings gewoonlik duur, veral as die dienste ingehuur moet word. Ontledings moet verkieslik so min kere as moontlik gedoen word en die keuse van meetparameters is belangrik. Gebruiklik word die volgende metings teen 'n tydbasis as geskik vir sinvolle ontledings beskou:

kWhr, kVA, kVAR, kWA, ampere per lyn/fase, Arbeidsfaktor, Spanning

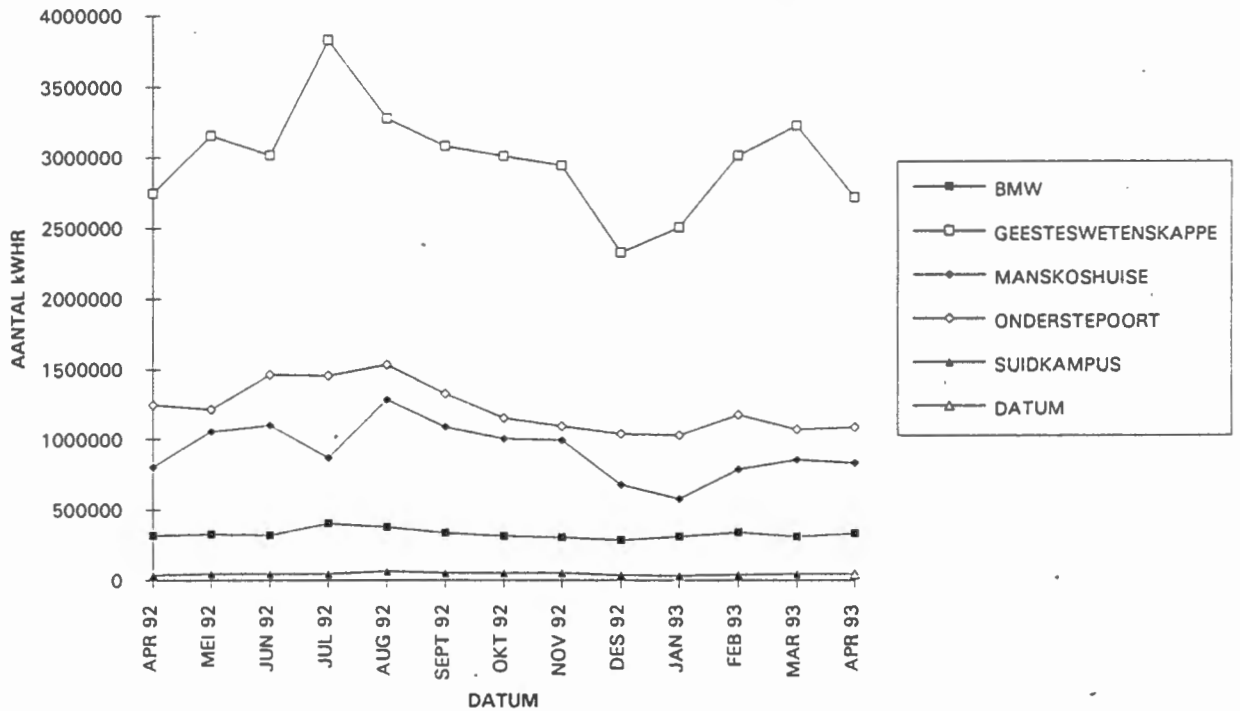
Moderne meetinstrumente is dikwels so dat sekere waardes wiskundig van ander gemete lesings afgelei kan word en gevolglik hoef alle parameters nie gemeet te word nie.

Soos in die geval van Arbeidsfaktor moet tydintervalle vir vragontledings-toetse verteenwoordigend wees, dit is winter en somer, vakansietye en lesingtye, naweke en weekdae.

Grafiek 4-9

Jaarlikse vranganalises vir verskillende toevoere (Diversiteit voordele)

1 April 1992 tot 11 Augustus 1992



Tipiese vranganalises word in **Grafiek 4-9** uiteengesit. Die vrag vir die hoofsubstasie by die Universiteit van Pretoria asook ander toevoere vir die periode 1 April 1992 tot 11 Augustus 1992 word aangetoon. . Versigtige ontledings en gevolgtrekkings is nou nodig om verdere aksieplanne vir beheer te formuleer, byvoorbeeld 'n effense afname by koshuise in Julie is waarskynlik as gevolg van die vakansieperiode. Die hoofkampus daarenteen toon 'n toename, waarskynlik omdat die oorgrote meerderheid administratiewe personeel teenwoordig is en verhitting in kantore aangeskakel is.

Vragprofiele voorsien dikwels inligting wat, indien dit reg ontleed word, probleme vroegtydig kan identifiseer. In die geval van die Merensky Biblioteek, het ontleiding van die vragprofiele gelei tot die indentifikasie van verskillende probleme en eienaardighede wat, toe dit reggestel is, fenominale energiebesparings tot gevolg het, na raming tot R70'000 per jaar teen 1993 tariewe.

Die nut van vragprofiele kan nie onderskat word nie. Dit reflekteer werklike bedryfsituasies met inagneming van baie veranderlikes, toon spaarkapasiteit of waar knelpunte voorkom.

5. ELEKTRIESE MOTORS

Die gebruik van elektriese motors en die invloed daarvan op energiegebruik, kan aansienlik wees. Vanweë die feit dat daar egter 'n algemene aanvaarding van feitlik enige tipe elektriese motor deur die kliënt is, word die energiedoeltreffendheid daarvan as 'n reël nie bevraagteken nie.

As in aanmerking geneem word dat vir ventilasie en lugreëling deurgaans van elektriese motors gebruik gemaak word, is die kumulatiewe effek daarvan nie summier negeerbaar nie. Inteendeel, behalwe vir lugreëling-gebruik, is daar weinig ander vrag op 'n universiteitskampus, beide hoofkampus en koshuise, waargeneem, wat swak arbeidsfaktor openbaar.

'n Groot bydrae tot hierdie swak arbeidsfaktor is elektriese motors aangesien transformators en ontladingsligte se bydrae relatief klein is. Volgens 'n beraming maak elektriese motors ongeveer 60% van alle elektriese vrag uit. (*Lewis, C.W.A.:1992,p2 Enerconomy 1992*). As hierby nog gevoeg word

dat die doeltreffendheid van gemiddelde elektriese motors soms redelik laag is, kan die totale uitwerking van elektriese motors op die energieverbruik aansienlik hoër wees as wat werklik nodig is. Deur gebruik te maak van die duurder tipe **energie doeltreffende elektriese motors**, kan die posisie verbeter word indien die hoër koste behoorlik volgens 'n lewensiklus koste-analise regverdigbaar is. Volgens berekenings (*Lewis, C.W.A; 1992, p5/3*) is die gelykbreekpunt tussen energie- en kapitaalkoste vir 'n motor wat 2% meer doeltreffend is en wat ononderbroke loop, na ongeveer 15 maande.

In die geval van aankope van groter elektriese motors, behoort die volgende deel te vorm van die spesifikasie:

- hoë doeltreffendheid met goeie arbeidsfaktor;
- regte grootte motor. Groter motors wat teen laer kapasiteit loop, is relatief meer ondoeltreffend.

6. ENERGIE OUDITTE

Die ontleding van energiegebruik op 'n kampus kan op verskillende wyses gedoen word, afhangende van die vertrouwdheid van ontleders met die kampus opset. Ten einde oorsigte uit te skakel, is die uitvoer van 'n energie oudit die meer aanvaarbare metode. Die uitvoer van ouditte is op sigself niks nuuts nie. In die geval van energie ouditte moet aanpassings in benadering egter gedoen word om te voorkom dat onnodige opnames teen waarskynlik groot koste uitgevoer word of dat daar langs die pad aanpassings gedoen moet word wat van die voorafgaande opnames nietig mag maak.

Energie ouditte bied ook 'n wyse van oriëntasie vir die werklike energie-

gebruik en lewer inligting wat geklassifiseer, ingedeel en verwerk moet word vir sinvolle voorlegging aan Topbestuur. 'n Deeglike begrip van die probleem, oortuigend gemotiveer en omgesit in die taal van die finansiële- of hoofbestuurder, mag lei tot simpatieke befondsing van die energiebeheer begroting. Hoogs vakgebonde terminologie moet in die voorlegging vermy word.

Tydens 'n energie audit, wat verskillende vorms kan aanneem (sien ook *Deel 3*), moet ooglopende swak praktyke of beheerpraktyke soos moontlike vrag afskakeling, onnodig energiegebruik deur kunsmatige beligting terwyl daar gordyne voor vensters is, addisionele los verwarmers en oop lesingsaaldeure terwyl sentrale lugreëling funksioneer, identifiseer word.

Tipiese energie auditlyste word in *Bylae E* voorgedra. Hierin verskyn verskeie energie "kontrolelyste" waarvan sommige, soos UNIFORMAT, op groot skaal in die VSA gebruik word. Elke instansie mag moontlike variasies van behoefte toon en die kontrolelys sal daarvolgens aangepas moet word.

'n Belangrike elementêre vragbeheer hulpmiddel is basiese metings, wat relatief goedkoop per gebou, vloer of aktiwiteit gedoen kan word en gereeld gelees moet word. Gesofistikeerde metingsprosedures, vir doeleindes van verifikasie van die leweransier se rekening, is nie nodig nie. Daar moet egter sinkronisasie van metings wees. Omdat daar dikwels baie meetpunte is en die leweransier nie konsekwent op dieselfde dag en tyd lees nie, gebeur dit dikwels dat die gebruiker nie tydens lesings teenwoordig is nie. Een kliënt het die probleem op 'n baie praktiese wyse aangespreek deur eie meettoerusting aan die leweransier se meettoerusting te laat koppel. Wanneer

metings uitgevoer word, stoor die kliënt se meter die lesings sodra die meterleser die kVA aanvraagmeter na nul herstel. Die kliënt verkry dan 'n rekord van die werklike lesing en kan vasstel of die meter na nul herstel is. Dit vergemaklik maandelikse rekening verifikasie en kan groot finansiële voordele inhou.

Die gebruik van energie kontrolelyste (*Bylae E*) kan as vertrekpunt in die gemiddelde organisasie gebruik word en is in 'n groot mate 'n 'energie oriëntasie oefening', wat hoofsaaklik op *bestaande geboue* toegepas word.

DEEL 3

FINANSIËLE BESTUUR

Sleutel begrippe:

Energiegebruik, energiekoste, leweransiers, Eskom tariewe, rekening verifikasie, alternatiewe leweransiers, beheer, verantwoordelikheid, aktiwiteitskosteketting (ABC), energie kosteketting, lewenssiklus koste-analise, toepassing en aanbieding, energieverhaling beleid, verliesbeheer, begrotingsbeheer, kontrolelyste

HOOFSTUK 5

DIE KOSTE VAN ENERGIE

1. INLEIDING

As algemene verklaring, soos byvoorbeeld dié deur ESKOM, dat 40% van energiegebruik onnodig is, as realisties aanvaar word, kan die omvang van energiebesparings by universiteite en teknikons aansienlik wees. In die lig hiervan is die finansiële beheer van energiegebruik noodsaaklik. Tydens jaarlikse instandhoudingskonferensies, reeds voor 1982, is die behoefte, dat die koste van energie aangespreek word, deur verskeie universiteite uitgespreek (sien ook *DEEL 4* in die verband). By sommige instellings was die omvang van die totale energierekening minder sigbaar en was daar gevolglik nie dieselfde mate van besorgheid oor die probleem nie.

Tydens 'n besoek aan Britse universiteite in 1990 is bevind dat daar ook 'beheer' oor energiekoste uitgeoefen word deur

- die dienste van 'energiebeheerders' te gebruik;
- opnames tussen universiteite te doen om vergelykende statistieke vir elektrisiteit per eenheid saam te stel. Die wye gebruik van verskillende energiebronne, anders as in Suid-Afrika, het tot gevolg gehad dat die kaloriewaardes van die verskillende bronne verreken moes word om vergelykbaar te wees. Die blote vergelyking van energiegebruik tussen instansies is nie noodwendig korrek nie omdat minimum norme nog nie vasgestel is nie en selfs die laagste gebruiksyfer verteenwoordig nie noodwendig minimum gebruik nie.

Beperkte ontleding van die wyse waarop energie deur akademiese instellings in Suid-Afrika aangewend word, het onteenseglik 'n aansienlike vermorsing sowel as ondoeltreffende beheer van energie bevestig. Dit onderskryf die stelling deur ESKOM. Uit die ondersoek is daar 'n gebrek aan effektiewe en geïntegreerde toepassing van energiebeheer bevestig en is die behoefte aan metodes en hulpmiddels om die energiehulpbron koste-effektief te beheer, deur verskeie instansies uitgespreek. Daar bestaan egter 'n groot mate van onduidelikheid oor die omvang van die probleem, en wat daadwerklik daaromtrent gedoen kan word.

2. FAKTORE WAT ENERGIE GEBRUIK BEINVLOED

Faktore wat die omvang van energiebeheer daadwerklik kan beïnvloed, is

- die sigbaarheid van die totale koste van energie. Indien die globale syfer nie sigbaar is nie, sal optrede nie outomaties inisiëer word nie;
- die ontwerp van geboue, die geografiese ligging, klimaat en temperatuur asook die gebou struktuur;
- die intensiteit en aard van aktiwiteite asook die besetting van fasiliteite;
- die bedryf van ligte, lugreëling en hysers vir aansienlik langer periodes as wat die akademie dit benodig;
- sekere laboratoria wat groter gebruikers van energie in verskillende vorme is byvoorbeeld chemie-, huishoudkunde-, en rekenaar-laboratoria;
- plakkery by koshuise wat die aanspraak op elektrisiteit verhoog;
- die gesindheid, swak begrip en gebrekkige kennis wat deur personeel ten opsigte van energiekoste openbaar word;
- die gebrek aan beskikbaarheid van akkurate energie beheer-

instrumente;

- die gebrek aan vergelykende analises met ander akademiese inrigtings;
- die ontwerp van die fasiliteit;
- die bestuur se betrokkenheid in die beheer van energie.

Ter vergelyking kan energieverbruik op die basis van per vloeroppervlakte eenheid, per gebruikersbasis of per tipe aktiwiteit gedoen word om

- vergelykings tussen geboue, kampusse en instellings te doen;
- afwykende gebruikspatrone tussen geboue, kampusse en selfs persone in beheer, te identifiseer;
- die ooreenstemmende kostebydrae tot opleiding van studente te bepaal.

Energie verbruiksnorme word gewoonlik per vloeroppervlakte uitgedruk maar dit is ook nie heeltemal korrek nie omdat sekere aktiwiteite baie meer energie intensief is. Die beoordeling volgens die norm moet derhalwe kwalifiseer word deur byvoorbeeld na die spesifieke aktiwiteit te verwys.

3. LEWERANSIERS VAN ELEKTRISITEIT

Die primêre leweransier van elektrisiteit in Suid-Afrika is ESKOM. Daar is egter enkele sekondêre leweransiers soos plaaslike owerhede wat self elektrisiteit opwek en verkoop.

Plaaslike owerhede koop gewoonlik elektrisiteit in grootmaat van ESKOM en herverkoop en versprei dit dan volgens aanvraag. Die tariewe vir die herverkoop van elektrisiteit verskil tussen plaaslike owerhede. Tariewe word van tyd tot tyd in die Staatskoerant afgekondig en is op aanvraag vir alle

gebruikers beskikbaar. 'n Tipiese tariefstruktuur van die Stadsraad van Pretoria word in *Bylae D(ii)* getoon.

Volgens ESKOM was daar in 1993 alreeds 340 verspreiders van elektrisiteit en meer as 1000 verskillende toepaslike tariewe. (*ESKOM woordvoerder, Monitor (SAUK) : Nov 1993*).

Die elektrisiteitstariewe wat deur plaaslike owerhede gehef word, word bepaal volgens die kategorie gebruike, die keuse en die doelwitte van die plaaslike onderneming asook die tipe gebruikers in 'n spesifieke bedieningsgebied. Die kategorieë word deur die plaaslike owerheid self bepaal en sluit die volgende groeperings in:

- privaat woonhuise, losieshuise, hotelle, woonstelle, hospitale
- industrieë, myne
- liefdadigheidsinstellings, kerke, skole, ouetehuse en koshuise
- buitestedelike gebiede, kleinhoewes
- grootmaat gebruikers soos universiteite en teknikons
- staatsinstansies
- winkels, kroeë, kantore, plaasskole en ander kommersiële gebruikers

Die formaat van energielewering en ooreenstemmende tariewe maak voorsiening vir die lewering van elektrisiteit teen

- laagspanning , 11kV, 33kV, 132kV, 275kV tariefskale
- enkelfase of driefase tariefskale

Hoewel die kategorieë gewoonlik redelik duidelik afgebaken is, is daar tog gevalle en spesifieke omstandighede waar universiteite en teknikons kan baat deur vir 'n herklassifikasie van tariewe aansoek te doen. Indien

sportaktiwiteite hoofsaaklik in die aand plaasvind en dit dan 'n 'af-piek' periode is, kan om 'n meer voordelige tarief, moontlik sonder kVA aanslag, aansoek gedoen word. Dit word gewoonlik deur "dubbelmeters" gedoen. Waar gemeenskapsdiens soos klinieke ensovoorts bedryf word, ofskoon dit nie 'n groot energieverbruik verteenwoordig nie, kan ook vir herklassifikasie aansoek gedoen word.

Plaaslike elektrisiteit voorsieningsowerhede mag tariewe vir die herverkoop van elektrisiteit handhaaf en toepas wat, benewens die aankoopkoste van elektrisiteit, ook redelike koste insluit vir

- verspreidingstoerusting, kapitaaluitgawes ten opsigte van transformators, kables en bogrondse lyne, skakeltoerusting, meettoerusting, substasiegeboue
- bedryfsuitgawes (instandhouding) en herstelwerk aan bogenoemde toerusting
- energieverliese op die verspreidingsnetwerk
- straatligte, verkeersbeheerligte, ensovoorts
- meet van energie (meterlesings), voorbereiding van rekenings, verhaling van rekenings
- kalibreer en toetsing van toerusting, beveiliging, gereelde nagaan en herstel.

Die algemene duimreël is dat die energiekoste nie meer as 10% van ESKOM tariewe behoort af te wyk nie.

4. ELEKTRISITEITSTARIEWE

Die koste van 'n hulpbron soos elektrisiteit, het baie beslis 'n uitwerking op die wyse waarop die betrokke kommoditeit hanteer word. Elektriese energie

in Suid-Afrika is, vanweë die goedkoop primêre bron, steenkool, geredelik beskikbaar en in verhouding baie goedkoop (sien **Grafiek 1-6** in Hoofstuk 1). Die stelling word gemaak dat energiebesparing in Suid-Afrika nie hoë voorrang geniet nie omdat die koste van energie in Suid-Afrika relatief laag is (*du Toit, Joan : 1992, p4.1-4.11*).

In gebiede waar energiekoste hoog is, word dit deeglik in ontwerpe in berekening gebring (*Thomas, S : 1980*). Oor toestande in byvoorbeeld Nigerië, word as volg berig:

"Building patterns and planning in Nigeria complement energy conservation. This is likely to be deliberate because of the limited energy resources"

Vergelykings in huishoudelike energietariewe wêreldwyd toon (*Deel 1 Grafiek 1-6*) dat tariewe in Suid-Afrika heelwat laer is as byvoorbeeld in Duitsland, Japan en die VSA. Die aanvanklike oplewing in die gebruik van alternatiewe energiebronne na 1973, soos sonpanele en hittepompe, het vinnig weer begin afneem, waarskynlik omdat elektriese energie in Suid-Afrika afhanklik is van goedkoop steenkoolbronne en nie van duur ingevoerde olie nie.

Behalwe enige spesiale heffings, is die basies kostekomponente wat oor die algemeen by verhaling van elektrisiteitsverbruik in Suid-Afrika oorweeg word (sien ook **2.3.1** in Hoofstuk 4 in die verband):

- verhaling vir die direkte gebruik van energie, gewoonlik bereken in "eenhede" waar 1 eenheid = 1kWhr of te wel 3600 Kilo Joules;
- verhaling/penalisering vir die maks tempo waarteen energie verbruik

word, wat ook swak arbeidsfaktor kan insluit, as kVA verhaling toegepas word;

- vastekoste komponent.

Eersgenoemde komponent hou verband met die direkte volume verbruik van brandstof (steenkool, olie, petrol, diesel) terwyl die laasgenoemde komponent bydra tot delging van kapitale besteding soos verspreidings-toerusting ensovoorts.

Die verskil tussen die plaaslike owerheid se energietariewe en die van ESKOM, kompenseer vir die verspreidingsowerheid se insette om elektrisiteit in die verlangde formaat aan kliënte te lewer. Indien 'n kliënt byvoorbeeld slegs 380V benodig en die plaaslike verspreidingsowerheid ontvang elektriese energie teen, sê 33kV, kan die kliënt self die spanning verlaag na die finale waarde. Andersins kan die plaaslike owerheid die verlaagde spanning lewer, maar die kliënt sal dan 'n hoër kompenserende tarief, of selfs vir 'n vaste uitbreidingsbedrag, eenmalig of in paaiemente, aanspreeklik wees.

5.1 ESKOM TARIEWE

Die klassifikasie van ESKOM tariewe soos van toepassing op 1 Januarie 1992 en waarvolgens energie aan plaaslike owerhede gelewer word, word in **Tabel 5-1** getoon. Daar is 'n aantal opvoedkundige instansies, hoewel in die minderheid, wat krag direk van ESKOM ontvang.

Tabel 5-1

ESKOM TARIEWE SOOS OP 1 JANUARIE 1992*)

TARIEF	TOEPASSING	OPMERKINGS
A	Groot kliënte - Volgehoue aanvraag	Hoër as 25 kVA
E	Groot kliënte - Buitespitsaanvraag	Hoër as 25 kVA
F	Groot kliënte - Wisselende aanvraag	Hoër as 25 kVA
B	Kleinkragkliënte - Stedelike aanvraag	Tot 100 kVA
C	Huishoudelik - Stedelik	
S1	Kleinkragkliënte - Lae aanvraag	
D	Kleinkragkliënte - Algemeen	
T1	Tyd van gebruik tarief	Maksimum aanvraag gehef
T2	Tyd van gebruik tarief	Geen maksimum aanvraag gehef

*) Voorsien deur Bemerkingsafdeling van Eskom

Die bemerking van T1 en T2 tariewe vind tans plaas en slegs as plaaslike owerhede dit aanvaar, kan die effek daarvan na universiteite en teknikons oorgedra word. Die keuse van elke instansie sal slegs sinvol bepaal kan word nadat die besondere instansie se vraag teenoor die effek van T1 of T2 tariewe vergelyk is.

In soverre tariewe T1 en T2 ("Time-of-use-tariffs") aangaan, dien dit gemeld te word dat hierdie tariewe 'n insentief vir kliënte wat vragverskuiwing kan toepas, inhou. Onder vragverskuiwing word verstaan die verskuiwing van groter vragte volgens tyd van die dag, byvoorbeeld groot ystersmelterye kan smeltprosesse na, sê, ná 24:00 skuif en so 'n goedkoper tarief kry vanweë die laer besetting in die tyd. Indien 'n gebruiker wel vrag kan verskuif, veral

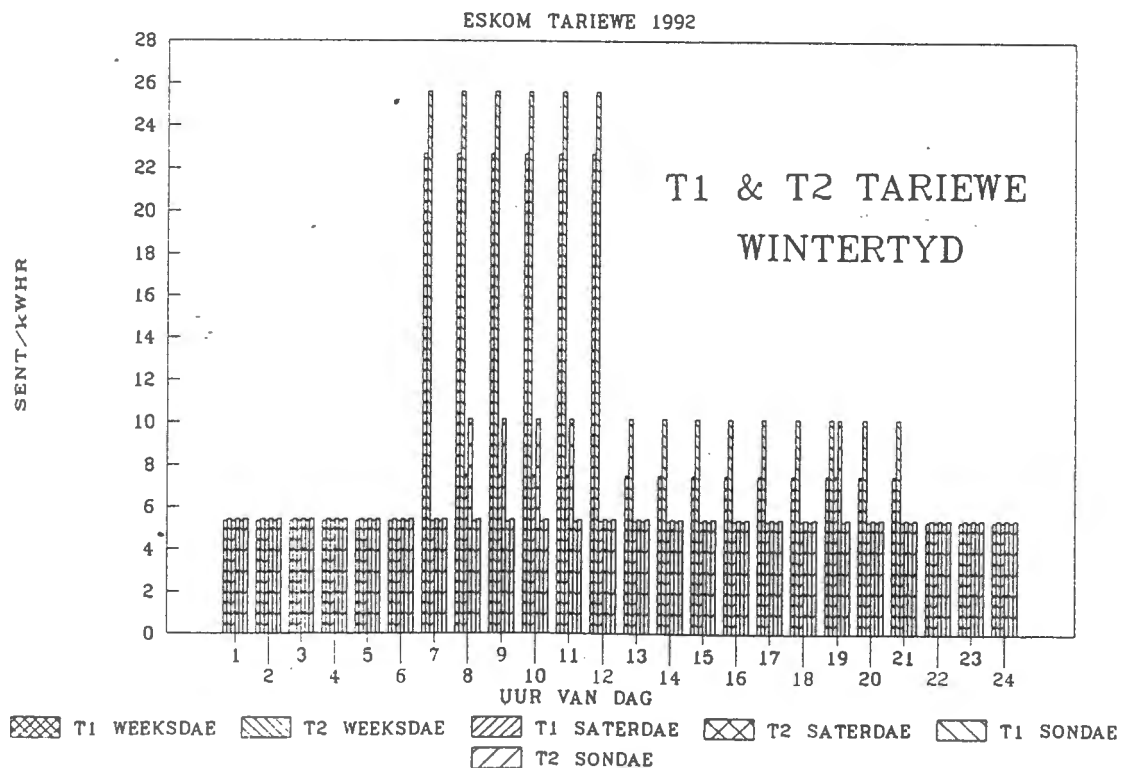
na periodes ná 12:00 daagliks, kan die energietariewe veel meer voordelig wees.

'n Ontleding van die effek van T1 en T2 gedurende weekdae in die winter, word in **Grafiek 5-1** getoon. Die grafiek toon ook duidelik die voordeel van energie gebruik ná 12:00 daagliks.

T1 is van toepassing op alle vragte hoër as 1 MVA en sluit 'n kW-tarief plus energietarief in terwyl T2 slegs energietarief insluit, geen kW- of kVA-tarief nie en is van toepassing op vragte tussen 100kVA en 5MVA .

Die verrekening is redelik ingewikkeld en sal noodwendig akkurate en relatief duur meettoerusting van die kliënt vereis sodat die meetperiodes akkuraat moniteer kan word. Dit is dus slegs sinvol ten opsigte van groot gebruikers van energie. Akkurate bepaling van die kliënt se elektrisiteitgebruik vragprofiel sal eers gedoen moet word voordat daar vir 'n tariefverandering na T1 of T2 aansoek gedoen word.

Grafiek 5-1

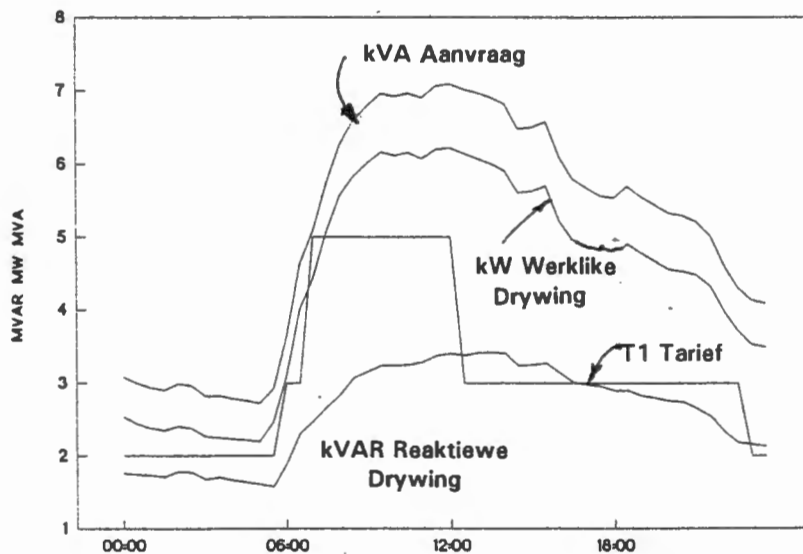


Met die oog op die oorweging van T1 en T2 vir universiteite en teknikons, is 'n meting van 'n tipiese vrag by 'n hooftoevoerpunt gedoen en word dit in **Grafiek 5-2** getoon. Om die voordele (of nadele) van die toepassing van die tarief op universiteite en teknikons te evalueer, is die T1 op 'n tipiese vragkromme gesuperimponeer en toon duidelik dat wanneer maksimum vrag voorkom, dit is tussen 8:00 en 12:00, die effek van T1 hoog is en gevolglik geen voordele vir die besondere gebruiker inhou nie. Die verskuiwing van vrag in akademiese instellings is nie prakties nie behalwe as bergfasiliteite vir warm- en kouewater bestaan om lugreëling aan te vul.

Grafiek 5-2

UP HOOFTOEVOER 11kV -- Die effek van T1 TARIEF

23 MAART 1992



5.2 ALTERNATIEWE LEWERANSIERS se ELEKTRISITEITSTARIEWE

In **Bylae D** word 'n uiteensetting gegee van elektrisiteitstariewe soos van toepassing op verskeie universiteite en teknikons.

Die kategorieë van aansluiting vir 'n tipiese universiteit of teknikon, in die munisipale gebied van Pretoria, is die "11kV" aansluiting (sien *Bylae D ii*). Indien daar nog ander eiendomme is wat nie aan die 11kV netwerk gekoppel is nie, byvoorbeeld woonhuise, kantore en losstaande kantoorfasiliteite en lesingsale, kan enige van die tariewe I tot III of 'n kombinasie daarvan geld.

Soos wat die Stadsraad van Pretoria nuwe tariewe bepaal, word ook tarief-skale vir ander munisipale gebiede aan gebruikers beskikbaar gestel. Die tariewe word periodiek aangepas en in die Staatskoerant aangekondig en is op aanvraag beskikbaar aan gebruikers. Hierdie inligting behoort deeglik bestudeer te word, met inagneming van vraggroottes, om te bepaal of die mees voordelige tariefklassifikasie toegepas word.

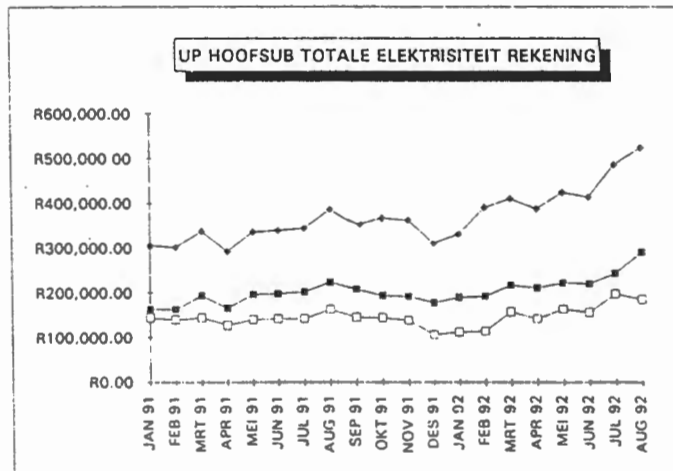
Ten einde die totale effek van al hierdie individuele tariefverskille te vergelyk, is 'n hipotetiese vrag oorweeg en die tariewe (kVA en kWh) van al die verskillende munisipaliteite word op die vrag toegepas om uiteindelik die netto koste per kWh tussen die verskillende Stadsrade te vergelyk. Besonderhede word in *Bylae M (Tabelle 5-2(a) & 5-2(b))* weergegee.

Uit *Bylae M (Tabel 5-2(a) & (b))* (die laaste kolom), is die penalisering vir kVA maksimum aanvraag, met enkele uitsonderings, hoër as 50% van die totale energierekening en is hierdie koste beslis 'n faktor waarna gekyk moet word. Uit die aard van die saak kan dit nie uitgeskakel word nie maar deur AF korrigerende of spitsaanvraag te beperk, kan verbeterings wel plaasvind.

Ontleding van die werklike rekening vir UP se hoofsubstasie (*Grafiek 5-4*) toon duidelik dat die kVA koste per maand vir 20 maande vanaf 1 Januarie 1991, aansienlik hoër is as die werklike energiekoste per maand.

Grafiek 5-4

UP HOOFSUBSTASIE TOTALE ELEKTRISITEITSREKENING*



* Werklike vragopname

Om 'n wetenskaplike besluit oor maontlike besparing te kan neem, moet die volgende inligting eers beskikbaar wees :

- somer- en winter vragprojeksies op die hooftoevoer en by ander toevoerpunte. In die geval (*Grafiek 5-4*) kom die maksimum winter-vrag in Augustus voor eerder as die verwagte Julie. Die rede hiervoor is dat Julie 'n lang universiteitsvakansie insluit en gevolglik is die totale populasie aansienlik laer. Soortgelyke ontledings moet vir alle vragte gedoen word;
- vragprojeksies en werklike energiemetings ten opsigte van geïdentifiseerde groot vragte;
- maksimum aanvrage en swakste arbeidsfaktor gemeet.

Hierdie tipe inligting kan gewoonlik betreklik maklik bekom word deur vragprofile by verskillende punte in die netwerk te doen.

6. VERIFIKASIE VAN ENERGIEREKENINGS

Die verifikasie van energielesings, veral by hoof toevoerpunte, moet baie noukeurig beheer word omdat foutiewe lesings en maontlike ongekalibreerde meettoerusting tot groot geldelike verliese vir beide leweraansier en gebruiker mag lei.

Die aankoop van elektriese energie deur universiteite en teknikons geskied gewoonlik teen hoogspanningtariewe vanweë die grootte van elektrisiteitsverbruik. Energie word egter ook teen laagspanningtariewe beskikbaar gestel, veral in die geval van woonhuise of kantoorfasiliteite wat nie op die hoofkampusse geleë is nie of wat nie sinvol vanaf die hooftoevoernetwerk bedien kan word nie, en wat moontlik geografies weg is van die hoof akademiese gebiede. Die Universiteite van Stellenbosch en Pretoria beskik oor groot getalle woonhuise wat redelik verspreid lê.

Die meer algemene tipe energietariefstruktuur, soos van toepassing in Suid-Afrika (soos reeds aangedui), sluit in

- kVA aanvraagheffing wat gelyktydige aanvraag penaliseer;
- kWHR tarief wat werklike energie verbruik verhaal;
- vaste heffings vir verskillende doeleindes.

Die kVA aanvraaglesing

- beloop volgens die gemiddelde lesingresultate kostegewys meer as 50% van die totale rekening (*Tabelle 5-2*) ; en
- moet maandeliks net nadat die lesing geneem is, na NUL herstel word. Nalating hiervan, veral wanneer seisoenswisseling voorkom, kan groot geldelike verliese vir die gebruiker tot gevolg hê.

Die leweransier se personeel wat verantwoordelik is vir die lees van energiemeters, werk gewoonlik volgens 'n leesrooster maar die tye wanneer werklik geles word, mag, om verskillende praktiese redes, van die roostertyd verskil. Daar is dikwels ook verskillende grootmaat punte, met die gevolg dat die kliënt dikwels nie teenwoordig is om die lesings, wat gewoonlik in die leweransier se hoogspanning substasies gedoen word, te

verifiëer nie.

Die betaling van die energierekening, soos voorgelê deur die leweransier, kan moeilik aanvaar word as die volgende onbekendes nie verifiëer word nie naamlik:

- is die rekening korrek gelees, verteenwoordig dit wel die gebruik en is die kVA aanvraag na NUL herstel?;
- is die meters se kalibrasie nog korrek?;
- is die korrekte tarief toegepas?;
- wat is die omvang van afwykings en is dit logies verantwoordbaar?.

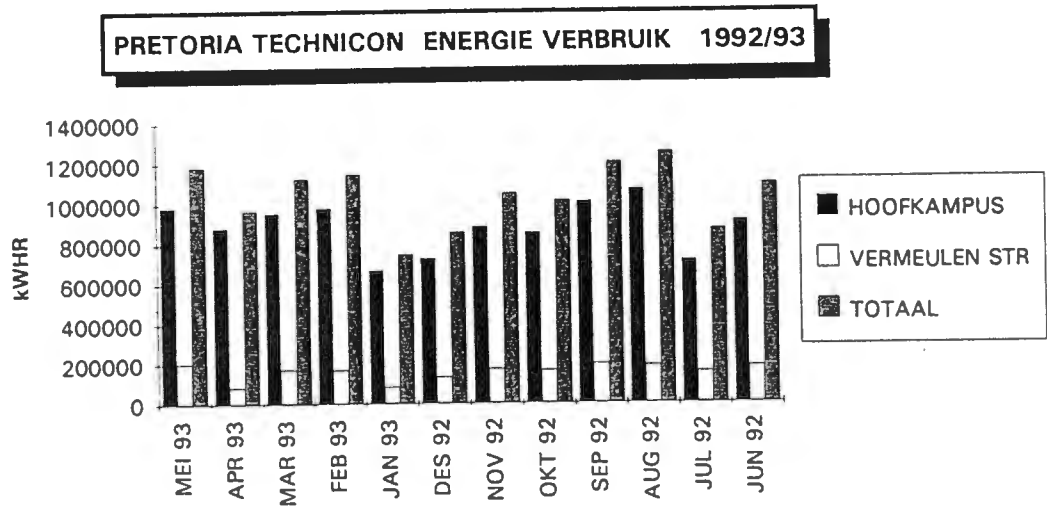
In geval van 'n aantal energie meetpunte, waar dit dikwels vir die gebruiker moeilik is om altyd teenwoordig te wees as die leweransier die meters lees, is daar sekere kontrole-aksies wat meer breedvoerig in **Deel 4** bespreek word, soos :

- deur eie meettoerusting te voorsien en in parallel met dié van die leweransier te koppel en te verseker dat die instrumente gesinkroniseer is;
- om die rekenings noukeurig te vergelyk met vorige maande (en jare) en insgelyks te vergelyk met die lesings geregistreer op eie meters;
- om 'n energie balansstaat te bedryf.

'n Eenvoudige beheermaatreël wat deur die afdeling waar die rekenings betaal word, toegepas kan word, is rekenaarmatige **afwykingsbeheer** of **vergelykingsbeheer**, hetsy deur lemietoorskryding of deur grafiese voorstellings soos in **Grafiek 5-5**.

Grafiek 5-5

**GRAFIESE VERGELYKING/AFWYKINGSBEHEER van VERSKILLENDE
TOEVOERPUNTE vir PRETORIA TECHNIKON**



Alternatiewelik kan toelaatbare afwykingslimiete, gebaseer op realistiese uitbreiding van die kampus en met in agneming van klimaatsfaktore, ingestel word om limietoorskryding tydig en rekenaarmatig te identifiseer en retrospektief verder te ondersoek.

Hierdie basiese kontrole is nodig om vinnig te verifiëer of gelewerde rekenings binne perke is sodat betalings, wat dikwels binne redelike tydsverloop gedoen moet word, betyds kan plaasvind. Afwykingslimiete kan grafies voorgestel word en die klerklike personeel kan self bepaal of 'n rekening realisties is. Vir tegniese verklarings van buitengewone afwykings kan die ingenieurspersoneel ondersoek instel.

HOOFSTUK 6

HULPMIDDELS vir FINANSIËLE BEHEER

1. BEHEER VERANTWOORDELIKHEID

Een van die redes vir ontoereikende energiebeheer en -bestuur by akademiese instellings, is waarskynlik die feit dat verskillende dissiplines vir energiebeheer aanspreeklik is, naamlik

- finansiële afdelings wat vir energie begroot en die energierekenings betaal. Dikwels ontbreek tegniese kundigheid by hierdie afdelings of hulle begryp nie die konsep van meer- of minder noodsaaklike gebruik, of daar vermorsings voorkom en of energie regstellings moontlik is nie;
- tegniese- en bedryfspersoneel wat tegniese aspekte beter begryp maar wat waarskynlik nie beheer hoof uit te oefen of nuwe besparingstegnieke met betrekking tot energiebeheer hoof te oorweeg nie. Dikwels het hulle ook nie insae in energierekenings nie.

Dit bring mee dat niemand werklik direkte en alleen verantwoordelikheid vir die energiekoste aanvaar nie. Die verantwoordelikheid vir energieaanwending en finansiële beheer daarvan, behoort by een dissipline te berus, wat ook vir energie moet begroot. Dit hoef nie noodwendig een persoon te wees nie maar kan, afhangende van die omvang, selfs 'n bestuursafdeling wees. By universiteite in die Verenigde Koninkryk word hierdie funksie dikwels deur die "Energiebestuurder" gedoen.

2. INVLOED VAN ENERGIEKOSTE OP STUDENTE KLASSELDE

Alle aktiwiteite wat verband hou met opleiding, beïnvloed die verhaalbare fooie en klasgelde van studente. Hoë klasgelde mag studente "wegdryf" terwyl té lae tariewe die organisasie van realistiese en geregverdigde inkomste kan beroof. Dit is dus belangrik dat die koste vir gebruik van energie, beheer, ingekort of ten minste akkuraat bereken word, om die presiese koste vas te stel. Proporsionele toedeling is, in die hoogs mededingende tydsgewrig, nie meer aanvaarbaar nie. Die gebruik van die aktiwiteitskostetegniek is baie meer sinvol.

Om koste knelpunte tydig te kan identifiseer, is 'n fyner fragmentering van opleidingsuitgawes vir verskillende akademiese aktiwiteite nodig eerder as wat koste in groepe, moontlik as "oorhoofse koste", saamgevoeg word.

Probleme soos plakkery deur nie-studente in koshuise kan identifiseer word indien die koste-elemente behoorlik beheer word of ten minste sigbaar is en vergelykende analises gedoen kan word.

Die werklike koste vir energiegebruik moet afgewentel word na die punt van gebruik, ongeag of dit verhaal word of nie. Dit moet egter sigbaar wees.

3. AKTIWITEITSKOSTE (ABC)

Aktiwiteitsbaseerde koste is 'n koste verantwoordings tegniek wat slegs direkte verbandhoudende produkkoste identifiseer.

Die stelling word dikwels gemaak dat firmas in die jongste tyd afstand gedoen het van tradisionele koste verrekeningsisteme terwille van die

sogenaamde **AKTIWITEITSBASEERDE KOSTE**-konsep of te wel **ABC**-konsep. Van die belangrike ontwikkelaars van dié koste benadering, is waarskynlik Proff Kaplan & Cooper (*Cooper, R & Kaplan, S : 1991, 130 Harvard Business Review*) Verskeie ander persone het egter ook in dieselfde tydperk nuttige bydraes tot die tipe bestuursbenadering gelewer.

Die groot verskil tussen die **ABC**-benadering en die tradisionele koste-toedeling is dat, in geval van die **ABC**-benadering, die *presiese* koste wat met die spesifieke aktiwiteit verband hou, bepaal word. Geen proporsionele verdeling van algemene indirekte koste word aan die produkkoste toegedeel nie. Prysing kan gevolglik meer noukeurig gedoen word.

Die benadering om slegs die koste wat met die spesifieke handeling verband hou te verhaal, is nie nuut nie. In die **ABC**-proses word al die verbandhoudende kostedrywers sigbaar gemaak. Dit stel bestuur gevolglik in staat om maniere te vind om die kostekomponente te verminder. Huidiglik en volgens tradisionele koste verrekening is die benadering dat die oorhoofse koste 'versprei' word tussen die totale aantal items wat vervaardig word, vandaar die begrip dat hoe groter die produksie volume, hoe laer die eenheidskoste omdat elke produk 'n kleiner gedeelte van oorhoofse koste 'dra'. In die geval van **ABC**-benadering, is die produksie eenheidsprys van die individuele artikels altyd dieselfde. Veral waar 'n verskeidenheid produkte vervaardig word, kan die arbitrêre toedeling van navorsings-, bestuurs-, bemarkings- en ander bokoste, 'n totale verkeerde produkkoste impliseer.

Die gebruik van die **ABC**-konsep gee weer aanleiding tot die begrip van **ABM**

of Activity Based Management wat 'n logiese uitvloeisel uit die gebruik van die ABC-konsep is.

Die gebruik van die ABC-tegniek is, soos reeds genoem, spesifiek nuttig om die koste van die energiebron te minimaliseer sodat besparings weer op ander knelpunte ondersoek kan word. Waar ander gebruikers van energie, byvoorbeeld private instansies op die kampus, vir energiekoste verantwoordelik is, is dit ook noodsaaklik dat die presiese koste vir die beskikbaarstelling van energie, verhaal word. Hiervoor is 'n deeglike ontleding van al die direkte kostes soos onderhoud, herstelwerk, verliese, ensovoorts, nodig.

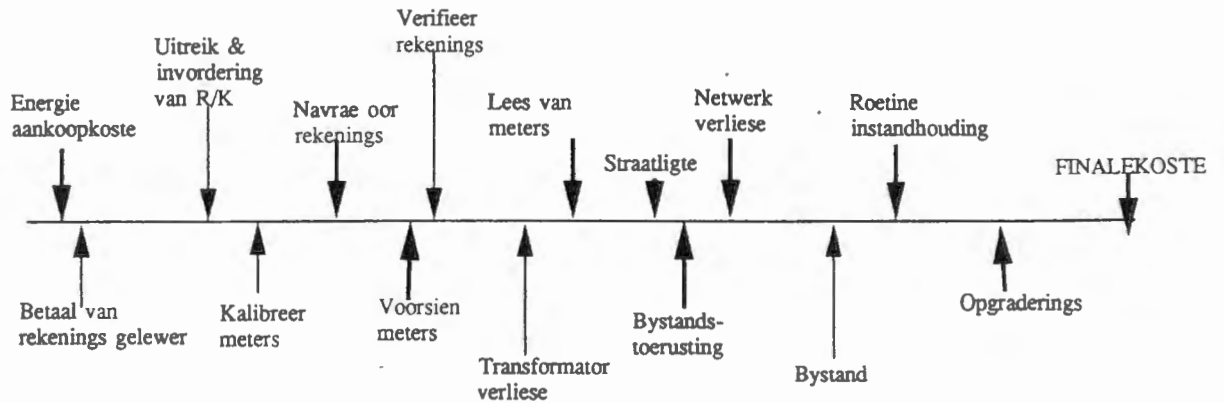
3.1. DIE ENERGIE KOSTEKETTING

Energiekoste vorm deel van die studente 'opleidingskosteketting' en beheer daarvan is noodsaaklik ten einde mededingende studentegelde te handhaaf.

Die verlaging van elektriese netwerkspanning na huishoudelike spanning benodig kapitaal vir omsettingstoerusting asook vir bedryfs- en onderhoudskoste. Laagspanningenergie kan derhalwe nie aan 'nie-akademiese gebruikers' soos boekwinkels, restourante, wasserye en ander studente organisasies teen die hoogspanningenergie aankooptariewe (wat gewoonlik laer is) herverkoop word indien 'n beleid van verhaling van **alle relevante koste** gevolg word nie. As energiekoste van die nie-akademiese instansies op die kampus verhaal of toegedeel moet word aan gebruikers, insluitende akademiese gebruikers, moet alle relevante aktiwiteitskoste in ag geneem word by die vasstelling van toedeelbare of verhaalbare energietarief.

Skematiek 6-1

ENERGIE AKTIWITEITSKOSTEKETTING



4. LEWENSIKLUS KOSTE ANALISE (LCC of LIFE CYCLE COSTING)

Lewensiklus koste-analises word in die huidige finansiële klimaat aangewend om die kontantvloei patroon van organisasies, oor langer termynne, te voorspel en so te voorkom dat finansiële skokke die organisasie tot radikale- of krisis aksies dwing. Die tegniek is nie onbekend nie maar die toepassing daarvan laat dikwels veel te wense oor. Dikwels dring die kliënt ook nie by die professionele ontwerpspan daarop aan dat LSK-ontledings gedoen word nie en dit word gevolglik nagelaat.

4.1 DEFINISIES

Lewensiklus koste-analise kan definieer word as (Brown, R J et al : 1980)

"Life Cycle Costing (LCC) is a method of calculating cost of ownership over the life span of the asset".

Dit kan ook eenvoudiger definiëer word :

".....as 'n gestruktureerde metode waarvolgens die aanvanklike- en langtermynkoste van 'n nuwe of gewysigde projek wetenskaplik

bepaal word VOORDAT die projek begin".

Bedryfskoste, kapitalekoste, rente op kapitale belegging, onderhoud en belasting word vir verskillende alternatiewes in berekening gebring en na 'n vergelykbare basis in tyd herlei, voordat 'n aanbeveling oor 'n nuwe fasiliteit aan Bestuur gegee kan word sodat 'n koste baseerde besluit geneem kan word. Daar is ook nog sekere ander sekondêre faktore wat in geldwaardes omgesit moet word wat ook die besluitneming mag beïnvloed.

Die LSK-tegniek kan ook effektief deur eienaars van geboue, ingenieurs, argitekte, kontrakteurs en vervaardigers van produkte toegepas word. Dit is ook toepaslik in die geval van universiteite en teknikons waar voortdurend oorweging geskenk word aan nuwe tegnieke, alternatiewes en die opgradering van verouderde fasiliteite. Waar die hulpbronne op kort- en langtermyn baie beperk is, moet 'n geskikte lewensiklus koste-analise oor 'n periode van, sê 10 jaar of 'n ander toepaslike termyn as die gebou se gebruik vir 'n korter periode beplan word, gedoen word.

Lewensiklus kostetegniese bied 'n metode om die parameters van verskillende projekte op 'n vergelykbare basis te plaas deur die tydwaarde van geld, dit is die teenswoordige geldwaarde of die geldwaarde op 'n sekere tydstip in die toekoms, in berekening te bring. Dit vergemaklik die besluitnemingsproses omdat andersins nie-vergelykbare veranderlikes nou vergelykbaar is deurdat almal na dieselfde gemeenskaplike faktor herlei is. Indien 'n fasiliteit vir slegs 'n korttermyn benut gaan word, is dit sinvol om nie baie te bestee aan duursame afwerking nie en omgekeerd. 'n Sinvolle LSK-ontleding behoort hierdie besluite te vergemaklik.

Hierdie tegniek moet deurgaans toegepas word namate 'n projek vorder en namate veranderlikes mag wissel, byvoorbeeld die invloed van boikotte, inflasie indeks, wisselkoerse, wêreld reaksies en die effek van sanksies. Alternatiewes kan oorweeg en die gelykbreekpunt tussen alternatiewes bepaal word. Veral waar aanvanklike aannames nie heeltemaal korrek skyn te wees nie, moet vinnige aanpassings gedoen word.

4.2. LSK-ANALISE BENADERINGS

Die algemene neiging is dat wanneer tenders vir enige nuwe of gewysigde projek oorweeg word, die finale besluit, feitlik sonder uitsondering en dikwels sonder verdere ondersoek, die laagste tenderbedrag aanvaar word.

Dit gebeur dikwels dat waar die tenderbedrag en die ooreenstemmende kapitale uitleg die laagste is, die tender aanvaar word alhoewel langtermyn eskallerende onderhouds- en bedryfsuitgawes en inherente defekte, hoë aansprake op bedryfsuitgawes mag plaas. Die organisasie kan dikwels nie die regstellings bekostig nie en is gedwing om vir die lewensduur van die projek vir die bedryfsuitgawes te begroot. Dit lei dikwels daartoe dat besteding op onderhoudsuitgawes op die korttermyn afgeskaal of agterweë gelaat moet word, met dikwels verreikende gevolge vir die fasiliteit of gebou se langtermyn lewensverwagting. Ten spyte van hoë kapitale beleggings, word die lewensverwagting wat normaalweg met goeie onderhoud haalbaar is, nie verwesenlik nie.

'n Sinvolle lewenssiklus oefening kan slegs uitgevoer word indien die besluitnemer 'n deeglike tegniese begrip het vir die tipe materiaal of toerusting en die lewensverwagting daarvan, instandhoudingvereistes en

werkverrigtingseienskappe of dat hy andersins beskik oor die dienste van kundiges wat die implikasies kan evalueer, verreken en geld gekoppeld maak en na 'n gemeenskaplike basis herlei.

Eersgenoemde vereis 'n gespesialiseerde ontleding en waarskynlik 'n spanpoging van verskeie kundiges om **alle relevante** sake oor die gebou of materiaal sinvol te kan ontleed. Deurlopende navorsing word op materiale gedoen en dikwels is materiale baie gespesialiseerd en vir spesifieke toestande ontwerp. Indien die materiale relatief nuut op die mark is en werkverrigtingdata nog nie beskikbaar is nie, kan besluitneming volgens ervaring moeilik wees. Dit is veral hier waar die versnelde toetsfasiliteite en simulasie-metodes van die SABS en die WNNR of ander spesialiste liggame gebruik kan word. Die spesifikasies en inligting van die leweransiers is belangrik in die verkryging van objektiewe inligting en kennis oor materiaal.

Die gedeeltes van 'n projek wat die bedryfsuitgawes daadwerklik kan beïnvloed moet eers identifiseer word sodat elke faset, volgens beswaringsfaktore, oorweeg kan word.

In die VSA het die **GSA (General Services Administration and Dept of Energy of the US)** en **AIA (American Institute of Architects)** saamgewerk om 'n kosteraamwerk vir lewenskoste-analise, onder die naam **UNIFORMAT (Brown R J, et al : 1980)** saam te stel. Die raamwerk (**Tabel 6-1**) verdeel die projek vanaf die fondasies tot die terrein in twaalf toepassingsgebiede. Die samestelling van die UNIFORMAT raamwerk het gevolg op navorsing in 1972 (**General Accounting Office Study in 1972 in Health Care**) toe gevind is dat in geval van hospitale in die VSA, bedryfskoste vir die eerste 3-5 jaar

hoër as die aanvanklike kapitale besteding tydens oprigting was. Baie min, indien enige, aandag is aan koste-effektiewe konstruksietegnieke of selfs lewenskoste-analises geskenk.

Ten einde 'n herhaling van die bevindinge te voorkom, is wetgewing formuleer wat bepaal dat lewenssiklus koste-analise vir openbare projekte uitgevoer moet word oor 'n 10-jaar periode. Dit is reeds sedert 1974 verpligtend in die Staat Florida en soortgelyke wetgewing het daarna in ander state gevolg.

Tabel 6-1

UNIFORMAT LEWESSIKLUS KOSTE ANALISE

*Vertaal uit US GENERAL SERVICES ADMINISTRATION

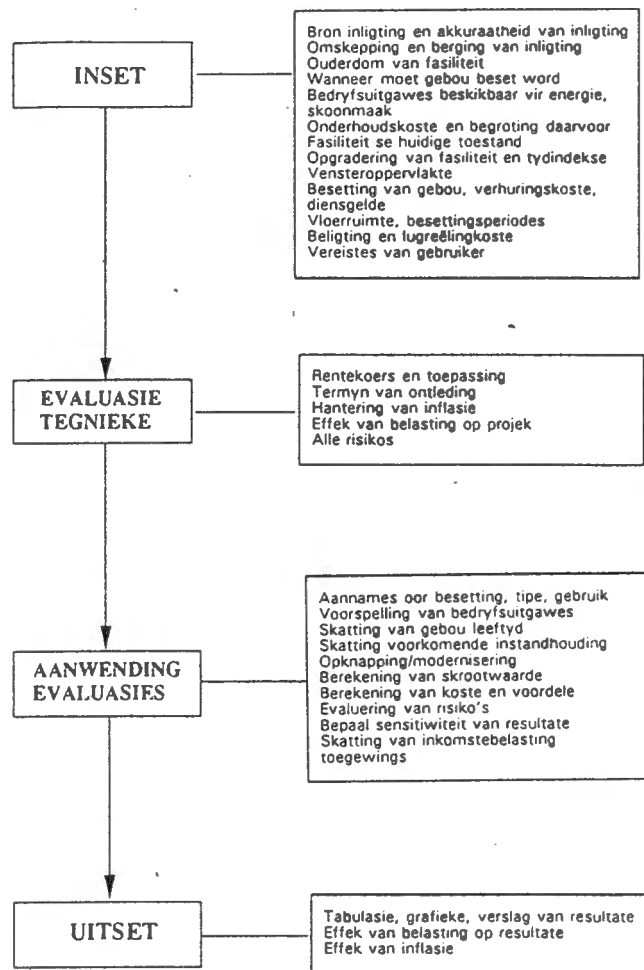
KODE	TOEPASSINGSGEBIEDE	VERBANDHOUDENDE UITGAWES OOR LEWENSSIKLUS
01	FONDASIES	Inspeksies, herseël, herstel drooglegging
02	ONDERBOUSTRUKTUUR	Herstel, verf, herseël
03	HOOFSTRUKTUUR	Herstel, herseël, afwerking, skoonmaak
04	BUIITE GEBOUHULS	Verf, vensters, skoonmaak, herseël, vervanging, seisoenale opknappings
05	DAKWERK	Oppervlak instandhouding, geute skoonmaak, voegskorte herstel, voeë herstel
06	BINNE AFWERKING	Scoonmaak, verf, vervanging van matte, plafonne vervang
07	VERVOERSISTEME	Bedryfspersoneel, energie uitgawes, lisensies, inspeksiekoste, dienskontrak, skoonmaak, verf
08	MEGANIES	Lugreëling/brandtoerusting instal, energie-koste, inspeksies, skoonmaak, vervang, verf
09	ELEKTRIES	Bedryfspersoneel, energiekoste, inspeksie, toets, instandhou, lampe vervang, vervanging
10	ALGEMEEN	Toesigkoste, opleiding, ontvangs, veiligheid, sekuriteit, vuilgoedverwydering, belasting, berging
11	TOERUSTING	Bedryfspersoneel, inspeksies, dienskontrakte, skoonmaak, herstel/vervanging, energiekoste
12	TERREINWERK	Terreine instandhouding, sekuriteit, skoonmaak, herstelwerk, vervanging, energiekoste

Hierdie basiese kontrole lys verdeel die projek in sinvolle fases vir die uitvoer van 'n LSK-analise. Dit kan aangepas word om spesifieke omstandighede aan te spreek.

Tipiese lewensikluskoste vloeiagram kan as volg voorgelê word:

Skematiek 6-2

LSK VLOEIDIAGRAM



LEWENSSIKLUS KOSTE-ANALISE VLOEIDIAGRAM
(Flanagan, R et al : 1988)

4.3. TOEPASSING VAN LSK-ANALISE

Die lewensiklus koste-analise is baie nuttig maar so 'n ontleding verg sekere uitgawes en kostes wat oppervlakkig as vrugtelose uitgawes afgemaak kan word. Daar is egter basiese riglyne of duimreëls om te volg om die uitvoering van 'n lewensiklus koste-analise sistematies, ekonomies en koste-effektief te regverdig, naamlik :

- (a) Wanneer die verwagte energie- en bedryfskoste oor die lewensverwachting van die projek hoog kan wees, moet 'n LSK-analise uitgevoer word.
- (b) Wanneer die lewensverwachting van die projek lank mag wees, moet 'n LSK-analise uitgevoer word. In geval van 'n projek met 'n kort lewensverwachting moet die aanvanklike kapitale belegging die bepalende faktor wees.
- (c) Wanneer die projek hoë instandhoudingsverpligtinge het wat, indien dit ingekort word, tot korttermyn besparings kan lei maar die gebou se langtermyn toestand nadelig kan beïnvloed, voer dan 'n LSK-analise uit.
- (d) Hoe hoër die kapitale belegging, hoe meer noodsaaklik is die uitvoering van 'n lewensiklus koste-analise.

Dit word te veel gevind dat wanneer 'n gebou opgerig word die raadgewende ingenieurs opdrag gegee word om die gebou bruikbaar te maak deur die toevoeging of voorsiening van

- ventilasie of lugreëling
- kunsmatige beligting
- klankafskerming
- vervoermeganismes vir personeel en gebruikers.

Die voorsiening van sulke fasiliteite bring verdere koste-eskalasie mee, naamlik

- kapitale koste (aanvanklik)
- bedryfs- en energiekoste (vir lewensverwagting van projek)
- vervangingskoste (periodiek)
- periodieke opgradering van toerusting.

Ongeag of die gebou of toerusting uitverhuur of self gebruik word, moet vir bedryfskoste plus inflasie begroot word en, waar van toepassing, verhaal word of minstens as deel van gebruiker se begroting reflekteer word.

Interessante, praktiese gevalle is waargeneem waar items tydens oprigting as 'nie noodsaaklik' weggelaat is om sodoende 'binne die begroting' te bly en net ná voltooiing moes weggelate toerusting voorsien of opgradeer word. Gevalle is ook waargeneem waar bates lank voor die einde van hulle maksimum diensbare lewe vervang moes word, soos lugreëling wat as gevolg van ontoereikende onderhoud weens afskaling van bedryfsfondse, vinniger tot niet geraak het.

Nie-standaard ligarmature wat weens estetiese redes en ontwerpbeperkings installeer is, het dikwels jare later onbetaalbaar duur en feitlik onverkrygbaar geword. Dit moet egter in stand gehou word omdat herontwerp en opgradering dikwels onbekostigbaar is. 'n Interessante ondersoek is in opdrag van die NER gedoen (Leuschner, F W : 1992) om te bepaal of bestaande geboue in Suid-Afrika koste-effektief met kompakte, energie-doeltreffende fluoreseerarmature toegerus kan word.

In hierdie besondere ondersoek is lewenssiklus koste-analise gedoen en, met

inagneming van die markpotensiaal, is die 'gelykbreekpunt' van koste in baie gevalle op meer as 10 jaar bepaal. Op die vraag van opgradering was die aanbeveling

- dat die probleem eerder op die eerste ontwerpstadium behoorlik analiseer word en dat lewensiklus koste-analises uitgevoer word;
- dat nuwe gebruikskodes formuleer word om die verhouding van minimum beligting aan die maksimum toelaatbare energie per eenheidsarea te koppel;
- dat insentiewe vir energiebesparende ontwerpe implementeer word;
- dat ontwerpers van beligting behoorlik in energietegniese opgelei word.

Hoewel hierdie ondersoek op die gebied van beligting gedoen is, kan die resultate eweneens op ander gebiede projekteer word byvoorbeeld

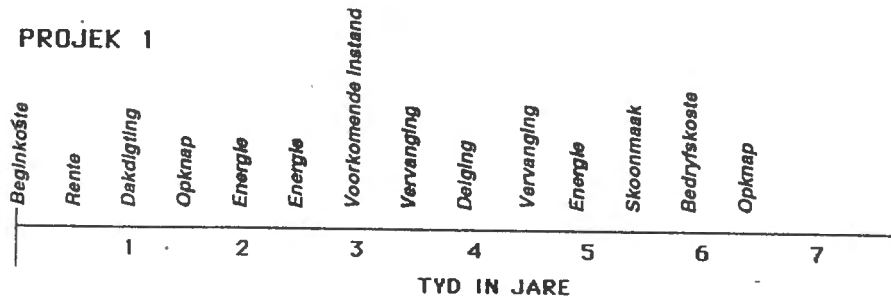
- lugreëling/ventilasie
- elektriese installasies
- glasuring van vensters.

Aanpassings na voltooiing is gewoonlik baie duurder as korrekte ontwerp tydens die ontwerpstadium.

'n Lewensiklus koste-analise kan, sonder praktiese bewese riglyne, baie moeilik uitgevoer word. Die gebruik van 'n span met verskillende kundige dissiplines, wat 'n ontleding volgens die UNIFORMAT raamwerk doen, kan as begin- of verwysingspunt dien. Indien verskillende projekte teen mekaar opgeweeg moet word, moet die analise op elk van die projekte uitgevoer word omdat die veranderlikes nie noodwendig dieselfde is nie. 'n Tipiese voorbeeld van 'n LSK projek modellering word in **Skematiek 6-3** getoon.

Skematiek 6-3

LEWENSSIKLUS KOSTE-ANALISE PROJEK MODELLERING



4.4 ONTLEDING EN EVALUERING van PROJEKTE - LSK-TEGNIEKE

Alternatiewe keuses is nodig by die oorweging van tenders om die mees koste-effektiewe projekte, oor 'n tydperk van drie tot vier jaar, te identifiseer. Omdat alternatiewes dikwels nie direk vergelykbare veranderlikes bevat nie, moet LSK-analise gedoen word. Lewenssiklus koste-analise reduceer veranderlikes na 'n tydverwante geldwaarde. Uiteindelik berus die keuse tussen alternatiewes nie op omstandighede wat in tyd verskil nie maar word die tydfaseverskil in geldwaarde verdiskonteer en berus die keuse op direk vergelykbare geldwaardes.

Vir die sinvolle toepassing van LSK-analise word alle toekomstige uitgawes, soos opknapping, vernuwing van fasiliteite, periodieke bedryfsuitgawes en besparings teen teenswoordige (of toekomstige) geldwaardes verdiskonteer.

Hierdie geldwaardes word dan eenvoudig by die teenswoordige kapitaalbesteding getel om die totale belegging te evalueer. Dit geld ook vir alternatiewe voorstelle. Daar moet gelet word op die

- renteverdienste potensiaal van huidige geld;

- inkomstebelasting betaalbaar op renteverdienste;
- verwagte inflasiekoers in die toekoms;
- verdiskonteerde skrootwaarde van geboue en toerusting;

Al die bovermelde parameters beïnvloed die teenswoordige waarde van 'n langtermyn belegging. Gereelde progressiewe toekomstige kapitaalstortings asook die opbou of skepping van vervangingsreserwes, moet ook teen huidige geldwaardes verdiskonteer word.

Elementêre formules is beskikbaar om die LSK-berekenings te doen. Daar is ook verskeie finansiële pakkette vir algemene gebruik op persoonlike rekenaars, wat hierdie berekenings nie net baie vereenvoudig nie maar ook akkuraat maak. Dit word egter aanbeveel dat 'n sinvolle *vloeimodel* eers saamgestel word en die resultate in finansiële formules omgesit word. Die rekenaarresultate kan daarna op die vloeimodel oorgedra word en, deur kontroles en aannames, in rekenaarformules uit basiese rekenkundige beginsels verifiëer word.

Kliënte of eienaars van geboue is geneig om geskeduleerde voorkomende instandhoudingsuitgawes in ekonomies moeilike tye tydelik op te skort of in te kort en die berekende risiko te aanvaar dat die gebou baie duurder onderhoud in die toekoms mag vereis of selfs onherstelbaar mag verweer. Veral die konsep van pro-aktiewe voorkomende instandhouding word moeilik deur finansiële administrateurs begryp.

Uitgestelde instandhouding, met dikwels katastrofiese gevolge, kom algemeen voor. Hierdie tendens word baie gepas deur Rush (Rush S C et al

: 1989) in die titel van sy boek opgesom as:

"The Decaying American Campus : A Ticking Time Bomb"

Hierin word breedvoerig aandag geskenk aan die uitgestelde of afgeskaalde instandhouding.

Alle relevante faktore moet tydens LSK-analise evalueer word en die besluit aan die kliënt gelaat word oor watter aspekte nagelaat moet word en wat noodwendig as berekende risiko's aanvaar sal word.

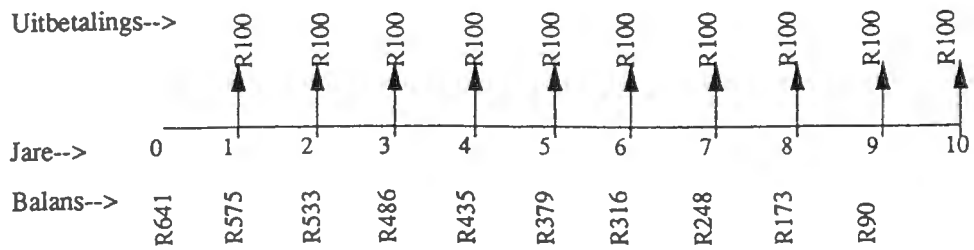
Die onredelike afwenteling van bedryfskoste na die gebruikers of besetters van die fasiliteit of gebou mag potensiële gebruikers ontmoedig om die fasiliteite te gebruik. Die gevolg is dat inkomste verbeur word en die gebou in elk geval verswak. Dit geld ook in die geval van universiteite en teknikons waar die bedryfskoste onbekostigbaar kan word.

Soos aangedui in ***Skematiek 6-3*** moet alle verwagte uitgawes op 'n tydsbasis evalueer word. Vir die doeleindes van LSK-analise is daar 'n wye verskeidenheid gevalle wat kan voorkom en wat gesimmuleer moet word. Twee voorbeelde hiervan word vervolgens behandel en op verskeie maniere verifiëer. Verdere LSK-simulasies, met verskillende variasies, word in **Bylae C** ingesluit.

VOORBEELD 1

Veronderstel 'n onbekende vaste bedrag moet belê word sodat aan die einde van elke jaar 'n bedrag van R100 vir onderhoudsverpligtinge uitbetaal kan word. Die renteverdienste op die beleggingsbalans is 10% (ignoreer inflasie)

(a) Simulasie



Hierdie simulasie kan teruggewerk word vanaf die 10de jaar byvoorbeeld einde van jaar 9 = RX

$$R100 = RX + RX \times \frac{10}{100}$$

$$RX = R90.92$$

einde van jaar 8 = RY

$$R100 = RY + RY \times \frac{10}{100}$$

$$RY = R173.56$$

(b) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

@PV (Jaargeld verlang, Rentekoers, Aantal Betalings verlang)

Waardes ingestel is @PV(R100,10%/100,10 jaar) =

R614.46

(c) REKENKUNDIGE FORMULES is :

$$PV = \text{Betaling} * 1 - (1 + \text{Rente})^{-n} / \text{Rente}$$

R614.46

(d) TOETSBEREKENINGS :

BEDRAG HUIDIG	RENTE/ JAAR	TOTAAL/ JAAR	ANNUIT/ JAAR	BALANS
R614.46	10%	R675.91	100	R575.91
R575.91	10%	R633.50	100	R533.50
R533.50	10%	R586.85	100	R486.85
R486.85	10%	R535.53	100	R435.53
R435.53	10%	R479.08	100	R379.08
R379.08	10%	R416.99	100	R316.99
R316.99	10%	R348.69	100	R248.69
R248.69	10%	R273.56	100	R173.56
R173.56	10%	R190.92	100	R 90.92
R 90.92	10%	R100.01	100	R 0.01

Bogenoemde is almal JAARPERIODES, dit is,

Jaargeld verlang is aan die einde van jaar 1

Rentekoers is % per jaar

Periode is jare

Wanneer berekenings PER MAAND gedoen word, is die formule dieselfde behalwe vir die volgende aanpassings :

Maandgeld verlang

Rentekoers = Jaarkoers/12

Periode is maand.

Dieselfde voorbeeld met periodes in MAANDE in plaas van JARE:

Rentekoers/maand = 10/12 %

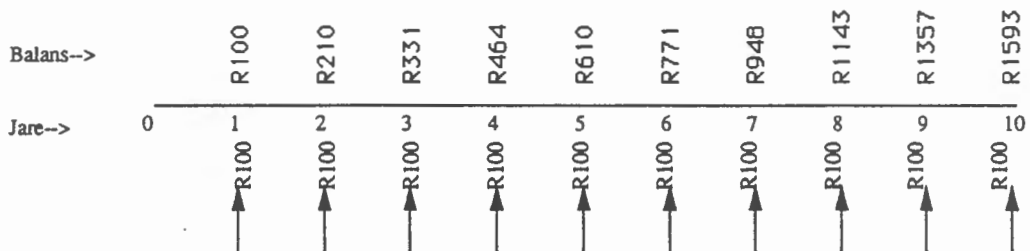
R100 uit te betaal vir 10 agtereenvolgende maande gee die teenswoordige waarde as R955,65

Hierdie berekening laat nie toe vir die afname in reële waarde van geld as gevolg van inflasie nie.

VOORBEELD 2 :

Vir 10 jaar agtereenvolgens, vanaf die einde van jaar een, moet jaarliks R100 vir vervanging belê word teen 10% rentekoers per jaar. Bereken die belegging se waarde na 10 jaar (sonder inflasie)

(a) Simulasie



Omdat die eerste bedrag aan die einde van jaar 1 belê word, verdien hierdie bedrag samegestelde rente vir 9 jaar. Die laaste bedrag aan die einde van 10 jaar verdien geen rente nie.

(b) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

@FV(Jaargeld verlang,Rentekoers,Aantal Betalings verlang)

Waardes ingestel is @FV(100,10%/100,10jr) =

R1'593,70

(c) ALTERNATIEWE oplossing is :

$$PV = \text{Betaling} * ((1 + \text{Rente})^n - 1) / \text{Rente}$$

R1'593,70

(d) TOETSBEREKENINGS :

BELEGGING/ JAAR	RENTE/ JAAR	TOTAAL/ JAAR	BALANS EIND JAAR
R100.00	0%	R 100.00	R 100.00
R100.00	10%	R 110.00	R 210.00
R100.00	10%	R 231.00	R 331.00
R100.00	10%	R 364.10	R 464.10
R100.00	10%	R 510.51	R 610.51
R100.00	10%	R 671.56	R 771.56
R100.00	10%	R 848.72	R 948.72
R100.00	10%	R1'043.60	R1'143.60
R100.00	10%	R1'257.90	R1'357.90
R100.00	10%	R1'493.70	R1'593.70

Die eerste jaarlikse belegging of betaling geskied aan die einde van die eerste jaar. Gevolglik word geen rente op die laaste betaling ontvang nie.

Gebruikers van LSK analyses mag, vanweë verskillende benaderings, verskil. Een kliënt mag moontlik meer waarde heg aan sekere kostekomponente as aan ander, byvoorbeeld

- die doel met die fasiliteit (korttermyn wins of langtermyn opbrengs, kliëntetevredenheid)
- beheer van geboue (hoe lank moet gebou behou word)
- aard van finansiering (beskikbare geld, geleende geld, verband, skenkings, inkomste belastingimplikasies, regeringsfondse)
- inkomstebronne (verhuring, uit produksie prosesse)
- tydperk wat oprigting van fasiliteit gaan duur. Bouperiode mag daartoe lei dat swakker konstruksiemetodes gebruik word en hoër instandhouding afgedwing word terwyl stadiger bou moontlik hoër rente tot gevolg het.

Dit is moeilik, veral in die huidige ekonomiese tydsgreep in Suid-Afrika, om 'n kliënt te motiveer om vir die huidige meer te bestee ten einde "oor 7 jaar" op onderhoud te bespaar. Op hierdie stadium in die ekonomie word 'n gelykbreekperiode van 2-4 jaar as norm gestel vir die oorweging van regstellingsuitlegte.

4.5 AANBIEDING VAN LSK INLIGTING

Die LSK-analise ondersoek word gewoonlik deur professionele tegnies- en finansiël onderlegde persone of spanne gedoen wat alle moontlike fasette wat die bedryfskoste kan beïnvloed, moet begryp en kan ontleed.

Die kliënt beskik waarskynlik nie oor 'n in-diepte kennis van so 'n volledige ondersoek nie. By voltooiing van die ondersoek is dit dus belangrik dat die inligting, asook die alternatiewes, op 'n duidelik verstaanbare finansiële wyse

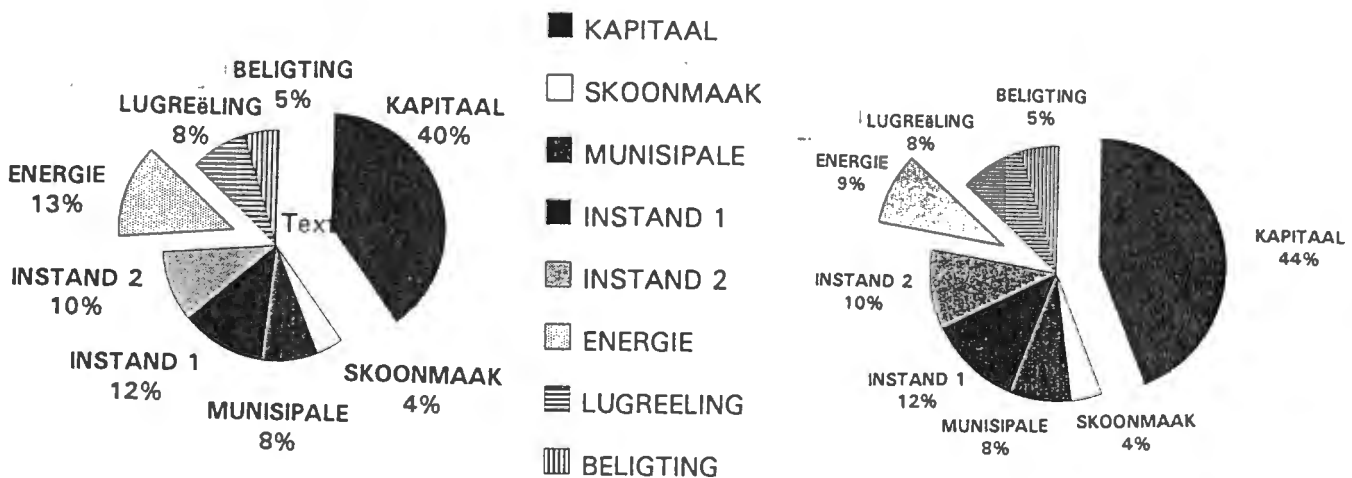
aan die kliënt voorgelê en motiveer word sodat hy volle insig het en self verantwoordelik kan besluit aan watter aspekte oorweging geskenk moet word. Inligting kan op 'n vergelykende basis (*Skematiek 6-4*) met ander relevante aspekte voorgelê word.

In meegaande voorbeeld word twee alternatiewe, energie en kapitaal, teenoor mekaar opgeweeg en waar verskillende koste komponente, afhange van die kliënt se keuse, meer of minder gunstig vertoon word.

Skematiek 6-4

Aanbieding van LSK inligting

LSK-ANALISE VOLGENS VERSKILLENDE OPSIES



**LAER KAPITAAL,
HOËR ENERGIE BEDRYFSKOSTE**

HOËR KAPITAAL, LAER ENERGIE BEDRYFSKOSTE

Lewensiklus koste-analises berus nie net op gefundeerde feite nie maar, waar nodig, moet aannames gemaak word. Kritiek wat teen lewensiklus koste-analises ingebring kan word, is dat dit grootliks op veronderstellings, voorspellings en aannames berus. Al sou enkele aannames en voorspellings foutief wees, kan 'n sinvolle besluit, gebaseer op die oorblywende korrekte aannames en voorspellings wat deur feite gesteun word, nogtans geneem

word eerder as wat geen aannames of voorspellings gemaak word en besluite op lukraak basis geskied. Wanneer 'n koste-analise oorweeg word, word dit aanvaar dat enkele aannames anders of verkeerd mag ontwikkel as gevolg van veranderende omstandighede.

Die voordele van die wetenskaplik gefundeerde lewensiklus koste-analise is reeds bewys. Dit ten spyt, is die neiging egter nog steeds om 'n projek slegs volgens die aanvanklike tenderkoste te beoordeel. LSK-ontleding word dikwels nie gedoen nie, waarskynlik as gevolg van onkunde van die kliënt of vrese dat indien die totale prent sigbaar is, die projek skipbreuk kan ly!

Projekte word dikwels vertraag as gevolg van besluitneming en intussen eskalleer koste. Teen die tyd dat die projek voltooi word, is die oorspronklike begroting oorskry weens inflasie. Die gevolg hiervan is dat daar op die stadium slegs een doel voor oë is en dit is om die projek teen die laagste koste te 'voltooi', selfs al beteken dit regstelling ná ingebruikneming of afskaling van sekere materiale!

'n Geval is identifiseer van 'n ingewikkelde projek wat tussen 1988 en 1993 opgerig is teen nagenoeg R100 Milj. By voltooiing is gevind dat die relatief hoë bedryfskoste vir die effektiewe onderhoud en bedryf van die projek, onbekostigbaar is, selfs teen aansienlik afgeskaalde instandhoudings-programme. Ná oorhandiging van die swak ontwerpte voltooide projek is die houding dat dit nou 'die verantwoordelikheid van iemand anders is' of uitgawes vir "regstellings-aksies" moet teen 'n ander begroting, soos die instandhoudingsbegroting, reflekteer word. 'n Praktyk wat in hierdie gevalle byval vind, is om die 'instandhoudings/regstellende koste' tydens die eerste

jaar van bedryf, te 'kapitaliseer' eeder as om die koste as 'onderhoud' te reflekteer.

'n Behoorlike langtermyn LSK-analise, veral ten opsigte van energiegebruik van 'n projek, moet gedoen word. Kritiek teen LSK-ontledings is gewoonlik

- te veel aannames word gemaak;
- aannames is nie geldig in tye van hoë inflasie nie;
- die toekoms kan nie voorspel word nie;
- aannames nie geldig vir opknappingsprojekte nie;
- die gebruik van teenswoordige waardes hou nie verband met daaglikse finansiële besluite nie;
- elke gebou is uniek en terugvoer van een gebou se inligting hou nie noodwendig verband met 'n ander gebou nie;
- goeie analises word verongeluk deur tyd- en gelddruk.

Die gebruik van 'n totale lewensiklusanalise het egter definitiewe voordele naamlik

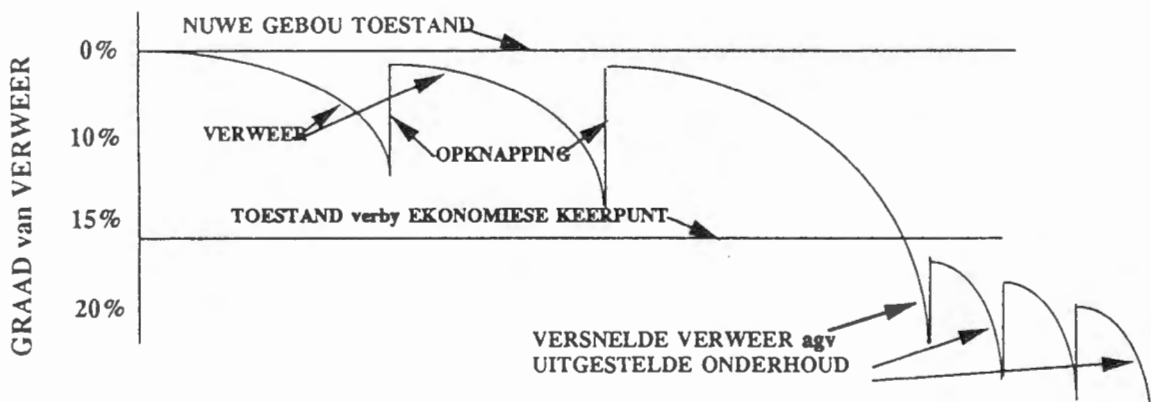
- dit konsolideer en beheer minstens sommige veranderlikes en verwys hulle na 'n vergelykbare basis;
- toekomstige bedryfskoste en personeelbehoefte word voorspel ;
- dit help om faktore wat groter bydraes lewer te identifiseer;
- dit help Bestuur om fasiliteitskoste effektief te benut;
- alle relevante faktore word na 'n gemeenskaplike verwysingsbasis verwerk;
- die kliënt oortuig word van die nadele van byvoorbeeld uitgestelde instandhouding.

Die totale koste moet in berekening gebring word en nie net die aanvakklike tender of kapitale koste van projek nie.

Tydige en voorkomende instandhouding oor die leeftyd van die fasiliteit, kan die lewensverwagting van die fasiliteit verleng. Uitgestelde instandhouding kan daartoe lei dat fasiliteite onherstelbaar verweer. Die koste van instandhouding in verhouding tot die fasiliteit se werklike waarde, moet ook beheer word. Die invloed wat tydige-, voorkomende- en pro-aktiewe herstel op die lewensverwagting van 'n fasiliteit het, kan as volg grafies voorgestel word:

Figuur 6-1

LSK en Voorkomende Onderhoud



Alhoewel die totale lewensverwagting van 'n fasiliteit 'n aansienlike aantal jare mag wees, kan die lewenssiklus koste-analise vir 'n korter periode, sê vyf tot tien jaar uitgevoer word. Die periode van analise hou ook verband met die doelwitte van die eienaar. Soos reeds aangetoon, as 'n fasiliteit byvoorbeeld tydelik en funksioneel opgerig word vir sê 10 jaar waarna dit waarskynlik gesloop sal word, sou dit sinneloos wees om 'n LSK uit te voer

vir 20 jaar of om die voorkomende instandhouding so effektief uit te voer dat die bate ten tye van die berekende sloping nog in 'n puik toestand is.

4.6. SAMEVATTING van LSK

Alhoewel daar heelwat besware teen die gebruik van LSK-analise ingebring kan word, is daar tans nog nie 'n wetenskaplik verantwoordbare alternatief waarvolgens 'n sekere mate van wetenskaplike benadering in besluitneming moontlik is en wat beter resultate kan lewer nie. Met behulp van verskeie finansiële rekenaarprogramme en eenvoudige logiese simulaties kan toepaslike bedryfsituasies simuleer en opgelos word sonder die gebruik van ingewikkelde rekenkundige of wiskunde berekenings.

Raadgewende argitekte en -ingenieurs behoort, as deel van hulle funksie, die kliënt in te lig oor lewenssiklus koste-analises van die projek, met inbegrip van alternatiewes, sodat die kliënt self kan besluit oor alternatiewe moontlikhede en ook deeglik bewus kan wees van toekomstige bedryfsuitgawes.

5. ENERGIE VERHALINGSBELEID

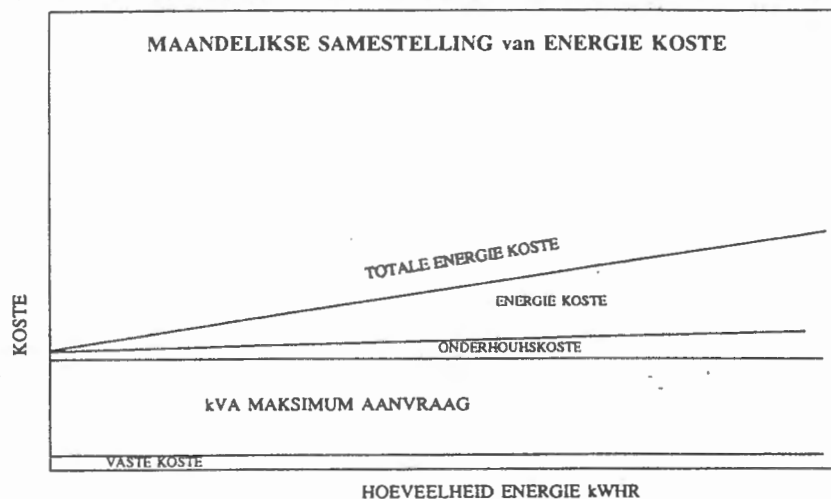
Dit is die prerogatief van elke opvoedkundige instansie om 'n eie beleid te formuleer oor die verhaling of nie-verhaling van energiekoste van gebruikers. Die beleid dat die-gebruiker-betaal, hou definitiewe selfregulerende voordele in deurdat die gebruiker self beheer moet toepas. Indien die beheerkoste vir die verhaling van energie hoog is in verhouding tot realiseerbare inkomste, moet die posisie heroorweeg word deur byvoorbeeld 'n eenvoudiger, minder omvattende kosteverhalingbeleid te volg.

'n Aspek van die energieverhalingsbeleid van universiteite en technikon, wat dikwels groot ontevredenheid by dienslewerende bedrywe soos restaurante, boekwinkels, ensovoorts veroorsaak, is die seisoensgebondenheid van baie van die akademiese aktiwiteite. Dit het 'n direkte effek op hierdie instansies se inkomste. Dit lei tot groot kritiek as minimum energietariewe ook in die lae-aktiwiteit periodes gehef word. Die primêre leweransiers van energie onthef egter nie sy verbruikers van die vaste heffings nie, ongeag of elektrisiteit gebruik word of nie. In die lig hiervan is dit dus slegs sinvol as die akademiese instelling ook sy verbruikers verantwoordelik hou vir vaste heffings.

As enige gebruiker byvoorbeeld vir een dag van 'n nuwe maand 'n aanvraag van x kVA sou registreer, beteken dit dat die heffing vir die volle maand betaal moet word. Die verhaling van kostes soos kVA heffing, stroombreker grootte, vaste koste vir beskikbaarheid van toevoer, instandhouding van en koste vir die lees van meters, asook die verwerking daarvan na 'n inklusiewe koste wat ingesluit is by die energietarief, is dikwels veel meer aanvaarbaar vir gebruikers omdat daar slegs vir werklike gebruik betaal word. As daar dus, soos gewoonlik in resesse, geen aktiwiteite plaasvind nie, is daar geen minimum heffing nie.

SKEMATIEK 6-5

TIPIESE ENERGIE KOSTE SAMESTELLING PER MAAND



6. ENERGIE VERLIESBEHEER

Uit 'n intydse energie balansstaat moet die volgende sigbaar wees:

- die totale rekening, hoeveelheid energie gelewer en kVA aanslag
- die verhaling vanaf kliënte, rekening en hoeveelheid
- gemeenskapsdiensgebruike byvoorbeeld straatligte
- die gebruik per gebou of vloeroppervlakte
- afwykings in gelewerde rekening en dit wat toegedeel word.

'n Energiebalansstaat is nodig om te bepaal waar onverhaalde verliese, indien enige, voorkom. Daarvolgens moet regstellende aksies inisiëer word.

Vertroudheid met toepaslike tariewe sowel as periodieke tariefaanpassings en toegewings is noodsaaklik sodat betyds vir herklassifisering as gebruiker, en die gepaardgaande tarief toegewings, aansoek gedoen kan word.

Elektrisiteitsrekenings word dikwels in goedertrou betaal en die aanslag van die leweransier word as korrek aanvaar. Die kliënt moet self meettoerusting oorweeg asook tegnieke om die rekenings te verifiëer, te vergelyk met vorige rekenings, moontlikheid van verkeerde lesings as gevolg van foutiewe instrumente of skaalfaktore te identifiseer en om te bepaal of die kVA-lesing wel na NUL herstel is. Hierdie is veral belangrik wanneer veranderings in seisoen intree en skielik tot 'n groot verskil in aanvraag (kVA) lei. As meters dan nie na NUL herstel is nie, kan dit groot finansiële implikasies inhou byvoorbeeld

- 'n winter maksimum aanvraag vrag vir 'n opvoedkundige instansie kan baie maklik tussen 3-11 MVA, dit is 3000 - 11000 kVA, lê. As die kVA-lesing, nadat die lesing geneem is, nie na NUL herstel word

nie, veral gedurende die winter, en in die daaropvolgende maand laer aanvraag registreer word, kan die geldelike verliese @ R30 per dag per kVA aansienlik wees. As die kVA vraglesings van verskillende maande vergelyk word, kan aansienlike verskille tussen opvolgende maande, veral Julie tot Oktober, voorkom. Dit is gesonde bestuurspraktyk dat die kliënt sy eie energiemetings neem om te vergelyk met dié van die leweransier. Gesinkroniseerde meetprosedures beskerm beide die kliënt en die leweransier se belange, veral ten opsigte van die maksimum aanvraag lesing waar die herstel van die meter na NUL, deur die meterleser nadat dit ge lees is, uiters belangrik is en gekontroleer moet word. Dit is veral van belang wanneer die seisoen vanuit winter na lente beweeg. Verifikasie tegnieke is nodig ten einde rekenings betyds as korrek vir betaling te sertifiseer.

In een besondere geval wat ontleed is, is die hoogste kVA aanvraag tarief vir Augustus 1992 (periode 1992 tot 1993) gelykstaande aan 'n geldwaarde van R618'456. Met byvoeging van die energie vir die betrokke maand was die totaal van die besondere elektriese rekening R912'306. Dit alleen regverdig die behoorlike verifikasie van die gebruik en die versekering dat die meter WEL na nul terug gestel is aangesien so 'n oorsig groot onnodige uitgawes tot gevolg kan hê. As slegs 'n 1% fout so reggestel word is die orde grootte van besparing per maand nagenoeg R6'200.

As in aanmerking geneem word dat ook nog talle woonhuise is wat met individuele laagspanningtoevoere toegerus is asook dat daar nog ander toevoerpunte en selfs nog ander leweransiers soos byvoorbeeld ESKOM is, kan gebruik in werklikheid nog veel hoër wees en is die nougesette beheer

en bestuur daarvan geregverdig.

Die toedeling van 'n besondere maand se energiekoste personeellid, gee in die betrokke maand 'n energie kostesyfer per gebruiker van een universiteit volgens student en personeellid gee in die betrokke maand 'n energie kostesyfer per gebruiker van

$$\frac{R912'306 + 14\% \text{ BTW}}{\text{studente} + \text{personeel}}$$

= R40.00 per student of personeellid.

Sonder behoorlike meting en ontleding van energiegebruik, kan die gebruiker se bydrae tot die energiekoste nie bepaal en geredelik verhaal word nie. Die huidige tendens is dat energiekoste 'oorhoofs' groepeer word eerder as om dit na die gebruiker af te wentel.

Hierdie herleiding van energie na 'n per student of gebruiker basis is egter nie so eenvoudig nie omdat die tipe aktiwiteite, kursusse, laboratoriums, gebouekonstruksie en toerusting alles 'n invloed op die "wangebruik" van energie het. Die **ABC-beginsel**(Activity Based Costing) behoort toegepas te word om te verseker dat die werklike aktiwiteitskoste na die gebruiker afgewentel word en nie slegs volgens 'n arbitrêre skatting of toedeling verhaal word nie.

Netwerkverandering om beter diversiteit te verkry, saam te snoer, het ook definitiewe besparings tot gevolg en moet volgens die ABC-tegniek verreken word.

7. FINANSIËLE BEHEER

Die volgende beheeraspekte kan verseker dat betalings aan leweransiers ooreenkomstig werklike lewering geskied

- voorsien eie meetfasiliteite en sinkroniseer met leweransier se meters. Die funksie wat die leweransier uitvoer om elke maand die kVA na NUL te stel, kan ook aangewend word om die kliënt se meter outomaties te aktiveer. Die kVA en die kWHR registrasie word gelyktydig met dié van die leweransier se meter aangeteken en kan vergelyk word met die lesings aan die einde van die maand;
- vergelyk rekeningstate met selfgeneemde lesings en stel grafiese vergelykings saam om afwykings aan te dui en te ontleed;
- bepaal of daar enige minimum bedrae ingevolge die lewerooreenkoms betaal moet word, byvoorbeeld die lesings van Junie, Julie, Augustus van elke jaar word gewoonlik aangepas (70%) om as minimum lesing vir daaropvolgende maande, wanneer lae gebruik voorkom, te dien;
- stel vas of tariewe volgens ooreenkoms is;
- ondersoek die moontlikheid om toevoerpunte vir beter diversifikasie te konsolideer en doen ontledings vir die verbetering van die arbeidsfaktor.

Om hierdie vaste koste toevoeging tot lopende koste te kan bepaal, moet die volgende in ag geneem word :

- die kliënt se jaarlikse rekening vir totale kWHR gebruik;
- die kliënt se hoogste en laagste kVA-aanslag;
- die proporsionele instandhoudingskoste van diens.

Tarief ooreenkomste, bo en behalwe soos in die tariefstruktuur voorgeskryf, kan deur onderhandeling met die leweransier beding word ten opsigte van

- die wyse waarop hoë ontwikkelings- of uitbreidingskoste verhaal kan word byvoorbeeld deur 'n eenmalige bedrag, of deur aanpassing van die tariewe om die verhaling oor 'n periode te doen;
- die maksimum aanvraag, minimum verhaling. Waar die gebruiker versoek dat elektriese vrag aan hom beskikbaar gestel word, moet hy 'n realistiese syfer voorlê omdat die leweransier die verlangde kapasiteit in die vorm van toerusting moet voorsien. Die kapitale- en bedryfskoste daarvan moet verhaal word. As die kliënt vragkapasiteit versoek en dit nie gebruik nie, kan 'n minimum vrag penalisasie toegepas word.

Om spitsvrag, wat alreeds volgens die kontrakkooreenkoms laer as die minimum waarde is, te beheer, is nie sinvol en koste-effektief nie. Die minimum aanvraagsyfer moet versigtig beplan word. 'n Beleid van "veilig speel en tydig meer vrag aanvra" kan die verbruiker ernstig penaliseer omdat die voorsieningsowerheid kan aanslaan op die aangevraagde vrag en nie noodwendig op werklike gebruik nie. Ordegroottes van sulke penalisasies kan ongeveer R30.00 per kVA per maand (1994 tarief) beloop. Waar die maandelikse aanvrae van universiteite en teknikons wissel tot 12MVA per maand, kan 'n "ooraanvraag" van sê 10% 'n penalisasie van

$$\begin{aligned} & R(10\% \times 12 \times 1000 \times 30) \\ & = R36'000 \text{ per maand, of} \\ & = R432'000 \text{ per jaar, tot gevolg hê.} \end{aligned}$$

7.1 BEGROTINGSBEHEER

Energiebestuur impliseer 'n finansiële verpligting ten opsigte van hulpbronne soos personeel, korrigeertoerusting en befondsing van regstellende aksies.

Soos vroeër uitgewys, is daar meesal 'n verdeelde verantwoordelikheid vir energiebeheer deurdat bedryfsverantwoordelikheid by een afdeling en begrotingsverantwoordelikheid by 'n ander afdeling berus.

Begroting is 'outomaties' en word gewoonlik baseer op historiese syfers plus pryseskallasie, inflasie en moontlike uitbreiding van fasiliteite. In sameprekings het dit na vore gekom dat verantwoordelikheid vir **energiebeheer** heel dikwels nie pertinent aan 'n persoon of afdeling opgedra is nie en dat daar nie vir energiegebruik op 'n basis van aktiwiteit begroot word nie.

Die algemene gebrek aan energie meetfasiliteite maak monitering van werklike gebruik teen begrote gebruik uiters moeilik, vandaar waarskynlik die 'globale begrotingsyfer' vir energie. Sonder norme en verifikasie van gebruik, beteken 'n gedetailleerde begroting weinig. Insgelyks is die lewensvatbaarheid van enige energie besparingsprogram/aksie moeilik evalueerbaar omdat die aantal veranderlikes nie sinvol beswaar word nie.

Voorleggings vir kapitale besteding om bestaande geboue energie-doeltreffend te omskep, moet evalueer word aan die hand van

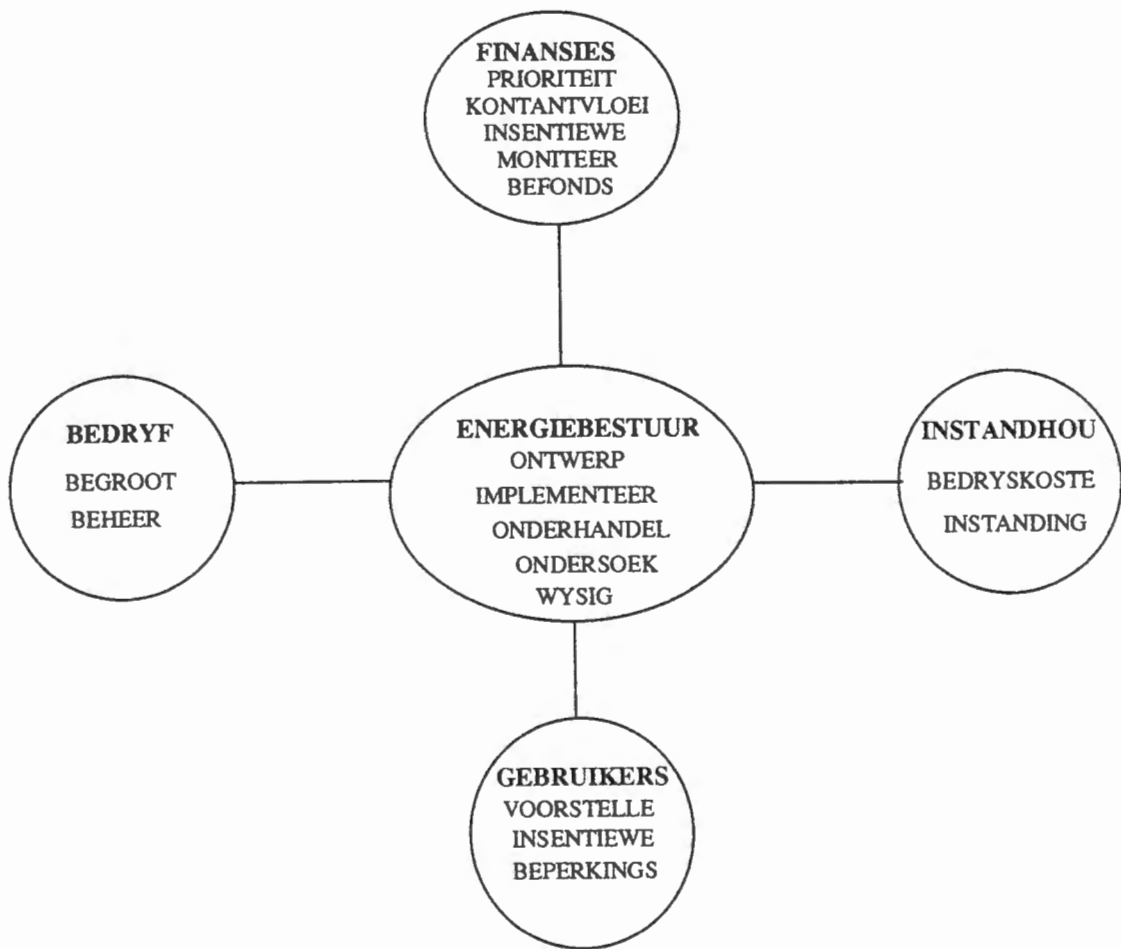
- tegniese voorleggings
- bedryfsvoorleggings
- lewensiklus koste analises
- kontantvloei- en finansiering simulasies.

Waar regstellende aksies deur middel van oorbruggingsfinansiering moontlik gemaak word, moet verseker word, met die oog op uiteindelijke inkomste uit regstellings, dat hierdie verwagtings wel materialiseer anders kan kontant-

vloeiprobleme ontstaan. Inligting sal aan alle betrokkenes voorgehou moet word om verklarings en verduidelikings vir verbruiksafwykings te bekom. Die betrokkenes by 'n geskikte finansiële beheeraksie vir energiebestuur word in *Skematiek 6-6* aangetoon.

Skematiek 6-6

FINANSIËLE BEHEER van ENERGIE - ROLSPELERS



7.2 FINANSIËLE BEHEER KONTROLELYS

Ten einde finansiële beheer oor die energiebegroting vir beide bestaande en beplande projekte uit te oefen, is dit nodig dat die volgende aspekte in ag geneem word:

- maak seker dat die mees gunstige elektrisiteitstarief vanaf die leweransier verkry word;
- stel 'n energie balanstaar saam en bepaal onderverhaling of verliese;
- bepaal 'n norm per gebou of per gebruiker en vergelyk teenswoordige verbruik daarmee;
- voorsien en sinkroniseer kontrole meettoerusting;
- vergelyk huidige maandelikse lesings met die van vorige maande en bepaal afwykings;
- bepaal energie aktiwiteitskosteketting om sodoende 'n tarief vir herverkoop vas te stel;
- vergelyk en sertifiseer rekenings vir betaling teen 'n kontrole lesing;
- laat ondersoek instel na diversiteit en arbeidsfaktor korrigerings;
- pas begrotingsbeheer toe en bestuur afwykings;
- stel energieteikens en bou insentiewe vir besparing in;
- laat vragprofiel van werklike verbruik en tyd van voorkoms opstel;
- versoek die tegniese instandhoudingspersoneel om voorstelle vir potensiële besparingsgebiede voor te lê en voorsien vergoedings-insentiewe. Personeel op die werksvlak beskik dikwels oor inligting van energievermorsing.

'n Begroting vir die implementering van regstellende energiebeheeraksies kan slegs oorweeg word indien

- die omvang van besparings realisties bepaalbaar is nadat die energienetwerk behoorlik ontleed en vooruitskattings gedoen is;
- 'n lewensiklus koste-analise gedoen is, met inagneming van

bedryfs- en kapitaalkoste, vergelykende rente op kapitaal verdienste, koste-eskallasie, ensovoorts;

- 'n kontantvloeioprogram saamgestel is;
- 'n behoorlik vergelykende ontleding van rente op kapitaal, koste-eskallasie van kapitaaltoerusting asook geprojekteerde besparing voortspruitend uit regstellende aksies, gedoen is.

Besteding vir regstellende aksie moet koste-effektief wees en die beheer- en bedryfsaksiekoste moet 'n gesonde verhouding tot verwagte en geprojekteerde besparings handhaaf.

Die berekende- of projekteerde besparings moet volgens die toepaslike inkomstebelastingkoers aangepas word, baseer op 45% belastingkoers. Die reële finansiële besparing is

= berekende besparing x (1-belastingkoers) waar (1-belastingkoers) die netto % voordeel na belasting verteenwoordig.

8. SAMEVATTING

Ten spyte van die skynbaar groot verskil in tariefstrukture tussen verskillende energie leweransiers, toon die uiteindelijke gekonsolideerde tarief per kWHR vir die verskillende opvoedkundige instansies nie groot verskille nie. Die tariefverskille as sulks sal dus nie die onderskeie energierekenings buitengewoon beïnvloed nie.

Maksimumaanvraag penalisering is in feitlik elke geval meer as 50% van die totale rekening. Dit is hierdie 'n aspek wat, indien dit verbeter kan word, definitiewe finansiële voordele inhou. Die effek van arbeidsfaktorkorrigerings op energiekoste, word in *Deel 2* behandel.

Alhoewel verkoopsvoorwaardes en -tariewe vir energie van tyd tot tyd in die Staatskoerant afgekondig word, is beperkte bedinging moontlik, afhangende van die grootte of klassifikasie van die gebruiker asook watter invloed die gebruiker se vrag op die totale lewervermoë van die leweransier het. Waar 'n groot universiteit of teknikon byvoorbeeld in 'n klein munisipale gebied voorkom, sal die vraggebruik 'n bedingingsfaktor wees om 'n beter tarief van die plaaslike leweransier te bekom.

Elke universiteit en teknikon moet die toepaslike voorwaardes vir elektriese energielewering van die leweransier verkry en dit vergelyk met ESKOM se aangekondigde lewervoorwaardes en -tariewe. Die herverkoper mag elektrisiteit verkoop teen 'n tarief wat voorsiening maak vir redelike onderhoud en verliese wat op sy verspreidingsnetwerk voorkom. 'n Herverkooptarief, deur die leweransier, van 10% hoër as die ESKOM tariewe, word as realisties beskou. 'n ABC-benadering is egter meer akkuraat as 'n arbitrêre tariefbepaling.

Ondersoeke na besparings moet op tegniese- sowel as op finansiële vlak geloods word. Gebruikers oorweeg dikwels aksies wat nie die globale opset met alle relevante faktore gelyktydig aanspreek nie. Die gevolg is dan teleurstelling omdat sulke vrugtelose, koste-oneffektiewe aksies nie die verwagte resultate toon nie. Indien die probleem begryp word, kan hierdie navrae en moontlike korrigerende aksies geredelik by plaaslike owerhede uitgeklaar word .

'n Verdere aangeleentheid wat ondersoek regverdig is die verifikasie van die gelewerde diensrekening. Dit is meesal gebruiklik dat die leweransier

(plaaslike owerheid) self en alleen verbruikslesings neem en aan die kliënt voorlê. Dit is van die uiterste belang dat die elektrisiteitslesings deur die gebruiker by die meetpunt nagegaan sal word en dat gelewerde rekenings daarteen gekontroleer sal word. Daar kan ooreengekom word dat die gebruiker die lesing saam met die meterleser van die leweransier neem om dit so te verifieer. 'n Probleem is egter dikwels dat die meetpunt nie gerieflik naby is nie of dat die gebruiker nie beskikbaar is om lesings tydens meterlesings te verifieer nie.

Dit is ook belangrik dat die totale inligting oor die koste van energie vir opvoedkundige instansies duidelik sigbaar moet wees.

Daar is 'n toenemende tendens om sekere dienste, waar dit koste-effektief is, te privatiseer. Die herverkoop van elektrisiteit deur universiteite en teknikons sal as gevolg hiervan toeneem. Die dienste is gewoonlik seisoensgebonde, volgens vakansietye, en die heffing van minimum tariewe in geval van studente afwesigheid, skep baie ontevredenheid by gebruikers. Universiteite en teknikons is egter wel aanspreeklik vir betaling van minimum tariewe aan die onderskeie stadsrade, ongeag of daar 'n afname in aktiwiteite is.

'n Sinvolle aanpassing in herverkooptariewe kan, sonder om inkomste te verbeur, kliënt se tevredenheid te verseker.

Indien 'n beleid van "die-gebruiker-betaal" gevolg word, moet

- energiemeters per gebou of per gebruiker voorsien word;
- 'n begroting vir energiegebruik per gebou/verbruiker opgestel word

met insentiewe vir buitengewone energiebesparings.

Hierdie energiebestedings moet minstens op 'n maandelikse basis teen die toegewysde begroting bestuur word.

Die neiging is tans om energiegebruik as globale som teen die finansiële pos NUTSDIENSTE aan die KUH te rapporteer. Dit sluit alle energiegebruik in en word nie afgebreek na beheerbare eenheidsverwysings nie. Dit is gevolglik moeilik om probleemsituasies te identifiseer en te bestuur. Energiekoste behoort onder 'n afsonderlike hoof saam groepeer te word vir groter sigbaarheid, verkieslik per instelling.

DEEL 4

ENERGIEBESTUUR

Sleutel begrippe:

Energiebestuur noodsaaklikheid, energiebeleid, hulpmiddels, beperkinge, ontwerppraktyke, bestuursverantwoordelikheid, praktiese vragbeheer, herwin afval energie, herindelings, nagaanlyste, meer en minder noodsaaklike vrag, die eksterne omgewing, geboue ligging, vensterafskerming, interne hittebronne, ventilasie, verdampingsverkoeling, lugreëling spesifikasies, beligting, taakbeligting, energie effektiewe beligting, warmwater voorskrifte, hittepompe, energie meting, hulpmiddels vir ontwerp, kliënt se rol, Sara program, energie kontroleur, professionele fooie.

HOOFSTUK 7

NOODSAAKLIKHEID van ENERGIEBESTUUR

1. INLEIDING

Die onbeperkte beskikbaarheid van energie word grootliks as gegewe aanvaar en selfs al verhoog energie tariewe, is daar dikwels geen poging om die gebruik daarvan te verminder nie, veral nie in Suid-Afrika nie! By universiteite en teknikons veral, is doelgerigte gestruktureerde aksies om energie te beheer redelik 'onbekend'. As dit wel plaasvind is dit dikwels individuele pogings wat moontlik nie regtig groot marginale voordele inhou nie. Daar is egter ook aksies identifiseer waar groot finansiële voordele behaal is, hetsy deur nuwe innovasies of deur van ondoeltreffende sisteme ontslae te raak.

Die nut van energiebesparing word vervat in die ietwat eienaardige stelling:

"..Among the unconventional sources of energy, conservation presents itself as the most immediate opportunity. It should be regarded as a largely untapped source of energy...."(The Residential Energy Audit Manual, p 13)

In 1982 verskyn 'n artikel deur die Universiteit van Kaapstad (*UCT NEWS, Aug 1982*) onder die opskrif "**Switch off and save**" waarin gebruikers ingelig word oor die koste van energie.

In dieselfde jaar loods die Universiteit van Port Elizabeth (*Kemp,P : Univesiteitsingenieur*) 'n navraag aan verskeie ander universiteite om vas te stel of daar energiebesparingspogings identifiseer kan word en of dit as effektief evalueer is.

Terugrapportering op die navraag toon verskeie interessante en innoverende pogings deur individue byvoorbeeld :

- die Universiteit van Stellenbosch vervang verskeie dieselbranders vir warmwater by koshuise met hitte pompe, om energie koste te bespaar;
'n 250 kVA kragopwekker word gebruik om spreiligte op Coetzenburg te bedryf en sodoende word maksimum kVA-aanvraag vir elektrisiteit minimaliseer;
- die Universiteit van die OVS installeer hittepompe vir verskeie koshuiskomplekse;
- die Universiteit van Kaapstad installeer grootskaalse opgaartenks vir warmwater in alle nuwe geboue. Verhitting vind snags plaas om spitsaanvraag kVA gedurende die dag te vermy. Hierdie warmwater word gedurende die dag vir lugreëling, kantore en laboratoriums aangewend.
Energie beheerbeamptes is in verskillende departemente aangestel om 'n oog te hou oor ongesonde energie praktyke, hoofsaaklik om ongebruikte vragte af te skakel;
- Rhodes Universiteit vervang diesel warmwaterketels met steenkoolketels en bespaar 'n beraamde R100000 aan diesel per jaar.

Waarnemings tydens hierdie navorsing het getoon dat

- swak gebruik van energie beslis voorkom;

- die omvang van die energierekenings groot is maar dat die totaal nie altyd baie 'sigbaar' is nie;
- daar 'n redelike onkunde bestaan oor effektiewe energie beheermaatreëls;
- daar van die bestuur se kant oor die algemeen min of geen begrip en ondersteuning is nie;
- inisiatiewe en insentiewe om persone te motiveer om energie-besparingveldtogte te ondersteun, ontbreek;
- energie ondoeltreffende praktyke;
- energie ondoeltreffende geboue;
- 'n gebrek aan energiebestuur of 'n baie gebrekkige begrip van energiebestuur.

In hierdie afdeling sal hoofsaaklik klem gelê word op bestuursaspekte wat voortspruit of gebaseer is op die empiriese inligting vervat in *Deel 2*. Verwysings sal vervolgens geskied met die veronderstelling dat die tegniese aspekte rondom die verwysing meer breedvoerig in *Deel 2* nagegaan kan word.

Onder die begrip 'bestuur' word verstaan 'n deurlopende gestruktureerde aksie om 'n gestelde doelwit te bereik, hetsy met behulp van mense of ander hulpmiddels. In geval van energiebestuur kan die aksie begin by die ontwerp van die fasiliteite en daarna outomaties voortgaan as die optimale ontwerp bereik is en die 'bestuursfunksie' tot 'n minimum vlak daal. Dit is egter 'n belangrike bestuursaksie om te verseker dat die ontwerp korrek is.

Die effektiewe bestuur van energiegebruik hou die voordeel in dat die besparings altyd, en waarskynlik volgens minstens die inflasiekoers, sal

toeneem. Energietaariewe styg feitlik jaarliks en dit bevestig die stelling dat die kostebesparings sal toeneem, al is dit nie in reële terme nie. Om mededingend te funksioneer, moet alle menslike en ander hulpbronne op die mees produktiewe wyse aangewend word (*PORTER M.E. :1990, p7, 51*) en 'n mededingende voordeel word slegs behou deur

".....constant improvement and upgrading"

Die omvang van energierekenings van universiteite en teknikons, asook die omvang van enige oneffektiewe gebruike, noodsaak die bestuur van energie vanuit

- 'n bedryfsoogpunt, en
- 'n energie effektiewe ontwerpoogpunt.

Energiebestuur is nie eenvoudig nie, dit vereis inderdaad 'n multi-dissiplinêre benadering. Korrek ontwerpte fasiliteite minimaliseer bedryfsbestuur terwyl swak ontwerpte fasiliteite, vanuit 'n bedryfsoogpunt, baie beperkte verbetering in energiegebruik moontlik maak.

Energiebestuur behels gekoördineerde betrokkenheid van

- raadgewende argitekte en -ingenieurs;
- finansiële- en bedryfsbestuurders;
- gebruikers van geboue en fasiliteite.

Die inisiatief vir energiebestuur op 'n koste-effektiewe basis is by die gebruikers, dit is die universiteite en teknikons, gesetel. Die eiesoortigheid van akademiese instellings in vergelyking met ander bedryfssektore, vereis dat aanpassings in energiebestuurbenaderings gemaak moet word. Veral in

Deel 2, wat hoofsaaklik empiriese tegniese inligting oor huidige energiegebruik behandel, is die behoefte vir effektiewe energiebestuur identifiseer.

Algemene klagtes wat voorgekom het tydens die navorsing is

- gebrek aan begrip vir tegniese aspekte van die probleem;
- gebrek aan begrip is oor hoe om probleme aan te pak;
- 'n gebrek aan die nodige fondse;
- 'n gebrek aan geskikte personeel;
- dat bestuur, vir 'n verskeidenheid van redes, nie die beheerprogram ondersteun nie. Dit is veral hier waar enige inisiatief ondersteun of onderdruk kan word.

Die sukses van energiebestuur hang grootliks af van

- hoe prakties die beheerstruktuur is en hoe kundig die personeel saamgestel is. Die onderwerp is hoogs prakties en bestuursbenaderings moet dus ook prakties wees sodat vinnige aanpassings gedoen kan word namate nuwe, onbekende faktore na vore kom. Die teoretiese kundigheid moet ondersteunend tot praktiese uitvoering wees sodat die twee dissiplines in harmonie en sinkronisasie funksioneer en nie heeltemal uit verband getrek word nie;
- die volle ondersteuning van topbestuur. Die beheerstruktuur moet beskik oor die nodige kennis, outoriteit en afhandelingsbevoegdheid, asook die vermoë om oortuigende verslae en voorleggings te kan doen.

Die rol van innoverende bedryfspersoneel in die verband, moet nie onderskat word nie.

Tot nou is die wyd uiteenlopendheid van energiebesparing behandel en dit is duidelik dat hierdie navorsing slegs oppervlakkig aan die moontlikhede raak. Voorskriftelikheid is moeilik en daar moet sterk gesteun word op die kennis, vermoë, kundigheid en innoverende optredes van personeel.

Omdat elke organisasie uniek is, moet 'standaard benaderings' vir energiebeheer aangepas word om maksimum effektiwiteit in 'n besondere organisasie te verseker. Daar is sekere standaard basiese aspekte maar die eiesoortigheid van die organisasie bepaal grootliks die beheerstruktuur se fyner werkswyse. Die hulp van eksterne energiekundige raadgewers kan met vrug aangewend word, op voorwaarde dat hierdie kundiges minstens ook vertrouwd is met die eiesoortigheid van akademiese instellings. Voeg hierby dat die insette van eie bedryspersoneel ook betrek moet word en dit vorm 'n formidabele inligtingsbron.

Die kliënt behoort aan te dring op bewys van 'n praktiese rekord van vaardigheid en bekwaamheid in suksesvolle energie-effektiewe ontwerpe deur die raadgewende konsultant.

Daar is 'n aantal faktore wat vir die daarstelling van 'n beheer- en bestuurstrategie gesinkroniseer moet word, byvoorbeeld

- toerusting, tegnieke en gespesialiseerde hulpmiddels;
- interne beperkende parameters asook die eiesoortigheid van die organisasie;
- beskikbaarheid en kundigheid van persone en gebruikers op bedryfsvlak asook instandhoudingspersoneel;
- die kundigheid van hoogs gekwalifiseerde professionele

persone uit die toepaslike eksakte wetenskappe sowel as die ekonomiese- en bestuurswetenskappe. Hierdie persone moet ondersoek doen, tegnieke vervolmaak, stelsels sinkroniseer en implementeer, resultate monitor en aanpas en die personeel motiveer om aktief in die beheerplan betrokke te raak;

- kundigheid en betrokkenheid van eie personeel.

Die uiteindelijke sukses van die energiebeheerprogram berus op 'n spanpoging. Tegnieke persone neig om individueel te funksioneer (*Mashburn, WH: 1992*) en dit is veral hier waar dit moeilik is om spanaksie te verseker. Uit die aard van hulle professionele agtergrond, wil tegnieke persone besluite op waarneembare feite baseer terwyl bestuurspersoneel besluite op verwagtings of voorspellings, waarin menslike gedragpatrone dikwels 'n onvoorspelbare rol speel, baseer.

2. ENERGIEBELEID

Gelyktydig met die formulering van 'n energie bestuurstrategie, wat ook op praktiese waarnemings en ervaring berus, behoort 'n duidelike korporatiewe energiebeleid geformuleer te word waaraan doelwitte gehaak kan word om 'n eenheid te vorm. Los doelwitte in energiebestuur moet vermy word en alle doelwitte moet die energiebeleid sistematies onderskraag. Op sy beurt moet die energiebeleid die oorkoepelende missie van die instelling bevorder.

Die energiebeleid moet

- eenvoudig, verstaanbaar, duidelik en vanselfsprekend wees;
- aantreklike voordele inhou en koste-effektief wees. Te dikwels word gevind dat koste van beheer heeltemal buite verhouding tot verwagte besparings is;

- prakties uitvoerbaar wees en vinnig aangepas kan word;
- duidelike doelwitte vervat met inbegrip van penalisasie vir nie-bereiking van doelwit asook insentiewe vir bereiking van doelwitte;
- verantwoordelikheid, aanspreeklikheid en outoriteit van uitvoerders uitspel;
- voorsiening maak vir verslaggewing en die formaat daarvan;
- riglyne vir toekomstige ontwerpe bepaal en beheer.

Ingevolge die beleid moet daar duidelike deurlopende terugvoering wees tot welke mate doelwitte bereik is, met moontlike insentiewe waar doelwit oorskry is of penalisering waar doelwitte nie bereik is nie. Insentiewe is besonder belangrik omdat die persoonlike pogings en innovasies deur toegewyde individue dikwels buitengewone goeie resultate lewer, veral as daar insentiewe op die spel is. In die VSA (*Wirtschaftler R.M. uit Energy Policy Jun 91: Incentives for energy conservation in Schools*) is 'n suksesvolle energiebeheerprogram, met die hulp van insentiewe, by skole implementeer. Toe die intensiewe gestaak is, het die energiebeheerprogram in duie gestort. Insentiewe speel 'n uiters belangrike rol maar as die teiken buite bereik geplaas word, sal besparings nie materialiseer nie. Bestuur moet ook in staat wees om te bepaal watter faktore of insentiewe vir die werknemer belangrik is sodat slegs dié faktore aangespreek kan word, byvoorbeeld

- sommige werkers verkies finansiële vergoeding;
- ander soek openbare erkenning;
- ander soek werkstevredenheid;
- terwyl ander weer na innoverende uitdagings soek.

Wanbegrippe ten opsigte van energie kan tereg deur die volgende opgesom word:

"..... but there is still a sea of ignorance concerning the status of the various energy sources, and the technology involved in managing them" (Mashburn, W H p47 : 1992).

Toeligting, opvoeding en opleiding van personeel en gebruikers is dus van kardinale belang om sukses te verseker.

Wetenskaplik gefundeerde bestuursbeginsels geïntegreer met resultate uit die praktyk, menslike hulpbronne en tegnologie, moet gesinkroniseer word vir maksimum rendement. In veral *Deel 2* is tipiese praktiese toepassings, met sekere beperkings, uiteengesit en daarvolgens is dit duidelik dat korrekte energie-effektiewe ontwerp, langdurige en ewigdurende bestuur en beheer sal minimaliseer.

Bedryfsbestuur is duur en is afhanklik van mannekrag, waarvan die koste gedurig eskalleer, en van beheerpersoneel se vermoëns en toegewydheid. Die vergoeding van sodanige personeel vorm 'n permanente begrotingsverpligting. In die geval van bestaande energie ondoeltreffende fasiliteite, is dit onvermydelik dat deurlopende beheer uitgeoefen word. Die grootste besparing, volgens die mening van energiekundiges, lê in verantwoordelike ontwerp van geboue en fasiliteite. Indien fasiliteite korrek ontwerp is, is deurlopende bedryfsbeheer daarna tot 'n minimum beperk.

Die verantwoordelikheid vir gedeeltelike energiebeheer is dikwels 'n toegevoegde of toevallig 'geërfde' funksie van die instandhoudingsafdelings

van die verskillende universiteite en teknikons. Dikwels word die energie-uitgawes as 'n gegewe aanvaar en van tyd tot tyd word die energiebegrotings volgens waargeneemde gebruiksyfers vasgestel eerder as wat ondersoek ingestel word of die gebruiksyfers realisties en verdedigbaar is.

Die multi-gebruik van dieselfde fasiliteite soos lesinglokale en biblioteke, deur verskillende departemente in dieselfde gebou, bemoeilik proporsionele verdeling en individuele meting van energie asook energiebeheer. Die toepassing van die beleid van 'die gebruiker betaal', word hierdeur bemoeilik. Selfs die beheer daarvan volgens begroting is moeilik omdat energiemeting dikwels nie tot verskillende gebruiksvlakke gefragmenteer is nie. Inteendeel, tydens die ondersoek was daar redelik algemene gebrek aan energie metingfasiliteit per universiteit of teknikon en per gebou of gebruiker waargeneem.

Wanneer 'n pro-aktiewe energie bestuursprogram oorweeg word, is die oorweging daarvan omgekeerd eweredig aan die aanvanklike besteding of kapitale uitleg. Almal wil, uit die aard van die saak, maksimum opbrengs of besparings in die kortste moontlike tyd ná implementering sien gebeur.

Minimum toepaslike inligting moet versamel word en faktore wat direk verband hou met energiegebruik soos omgewingstemperature, sonskyn, reën, wind, studente aan- of afwesigheid, moet aangeteken word. Die voorspelling van verwagte weersomstandighede kan belangrik wees ten opsigte van, byvoorbeeld, tydige besluite of geboue of lokale pro-aktief verhit of verkoel moet word om sodoende skielike vragaanvrae te beperk. Die aantekening van weerpatrone 'soos ervaar', kan help om vragpatrone te

diagnoseer waarvolgens bepaal kan word of verdedigbare energiegebruik voorgekom het en of die oormatige gebruik van energie aan weersomstandighede toegeskryf kan word.

3. HULPMIDDELS EN TEGNIEKE vir ENERGIEBESTUUR

Daar is 'n aantal tegniese hulpbronne asook finansiële hulpmiddels wat ingespan kan word om ondersteuning aan 'n energiebeheerpoging te gee, byvoorbeeld arbeidsfaktorkorrigerings, verbetering van diversiteit, lewensiklus koste-analise, vragontledings, energie-ouditte, ensovoorts. In *Deel 2 Hoofstuk 4* word die tegniese voor- en nadele van hierdie beskikbare hulpmiddels en tegnieke meer breedvoerig bespreek.

Enigebeheer kan dikwels (William M.A. 1993: *Initiating, Organizing, and Managing Energy Management Programs* uit *Energy Management Handbook, 2nd Edition* by Wayne Turner 1993) beskryf word as

" simply a matter of applying already known engineering fundamentals and implementing a sound comprehensive energy management program."

Die eiesoortigheid en uniekheid van opvoedkundige instellings maak aanpassings om maksimum effektiwiteit te verseker, nodig.

Kernelemente van die energie bestuursprogram is

- hoe, waar, wanneer en na wat moet gekyk word om energie te bespaar?
- wat is die ervaring en sukses met sekere benaderings. Watter tegnieke is suksesvol en watter is minder suksesvol?

- hoe word 'n energiebeheer- of -bestuursprogram saamgestel, implementeer, gemoniteer en in stand gehou?
- wie moet almal betrek word by die energie bestuursprogram?
- die betrokkenheid, begrip en samewerking van personeel;
- ontwerp en ontwikkeling van 'n praktiese energiebeheer strategie.

Energiebestuur moet in die akademiese opset in twee gebiede toegepas word, naamlik

- op bestaande geboue wat behels heraanpas en verandering van bestaande fasiliteite en bedryfsbestuur, met in begrip van monitering van gebruik en effektiwiteit van aksieplanne;
- op nuwe geboue, koste-effektiewe energie-ontwerp en minimum bedryfsbestuur.

Die sukses van die totale energie bestuursprogram sal grootliks beïnvloed word deur die bestuur se gesindheid en erns. Die betrokkenheid van Topbestuur word saamgevat in (*William M.A. 1993: p 7*)

".....Top management must be dedicated and committed to an energy conservation program; they must be willing to provide the resources, both personnel and funds as required"

Vanselfsprekend sal Topbestuur se besluitneming en betrokkenheid by energiebestuur afhang van hoe die noodsaaklikheid daarvan aan hulle oorgedra is en deur hulle begryp word.

Om Topbestuur se betrokkenheid in die energiebestuur te verseker, moet die volgende fasette duidelik aangespreek word

- i) Grootte van energie rekening moet voorgehou word, verkieslik in verhouding tot ander bekende bedryfsuitgawes;
- ii) Projeksies van prakties realiseerbare besparings indien beheer toegepas word.
- iii) LSK-analise wat duidelik die finansiële verpligting ten opsigte van regstellende aksie teenoor besparings asook die kontantvloei vergelyk. Dit sluit beide toerusting en personeel in;
- iv) 'n Toekomsstrategie om herhaling van energie foute te minimaliseer;
- v) Die uitwys van voor- en nadele wat die energiebestuursprogram mag inhou ;
- vi) 'n Duidelike kontantvloeipatroon waarin die onmiddellike en toekomsverpligtinge duidelik, en met in agneming van inflasie, aangetoon word.

Die aktiwiteite van akademiese inrigtings, soos vervat in missie stellings, sentreer rondom opleiding. Energie is bloot 'n hulpmiddel tot 'n doel (opleiding van studente) en anders as in 'n produksie inrigting waar energie 'n redelike invloed op die produksie kosteketting kan openbaar, is dit nie so duidelik in akademiese verband nie en geniet energiegebruik dikwels nie dieselfde hoë voorrang nie.

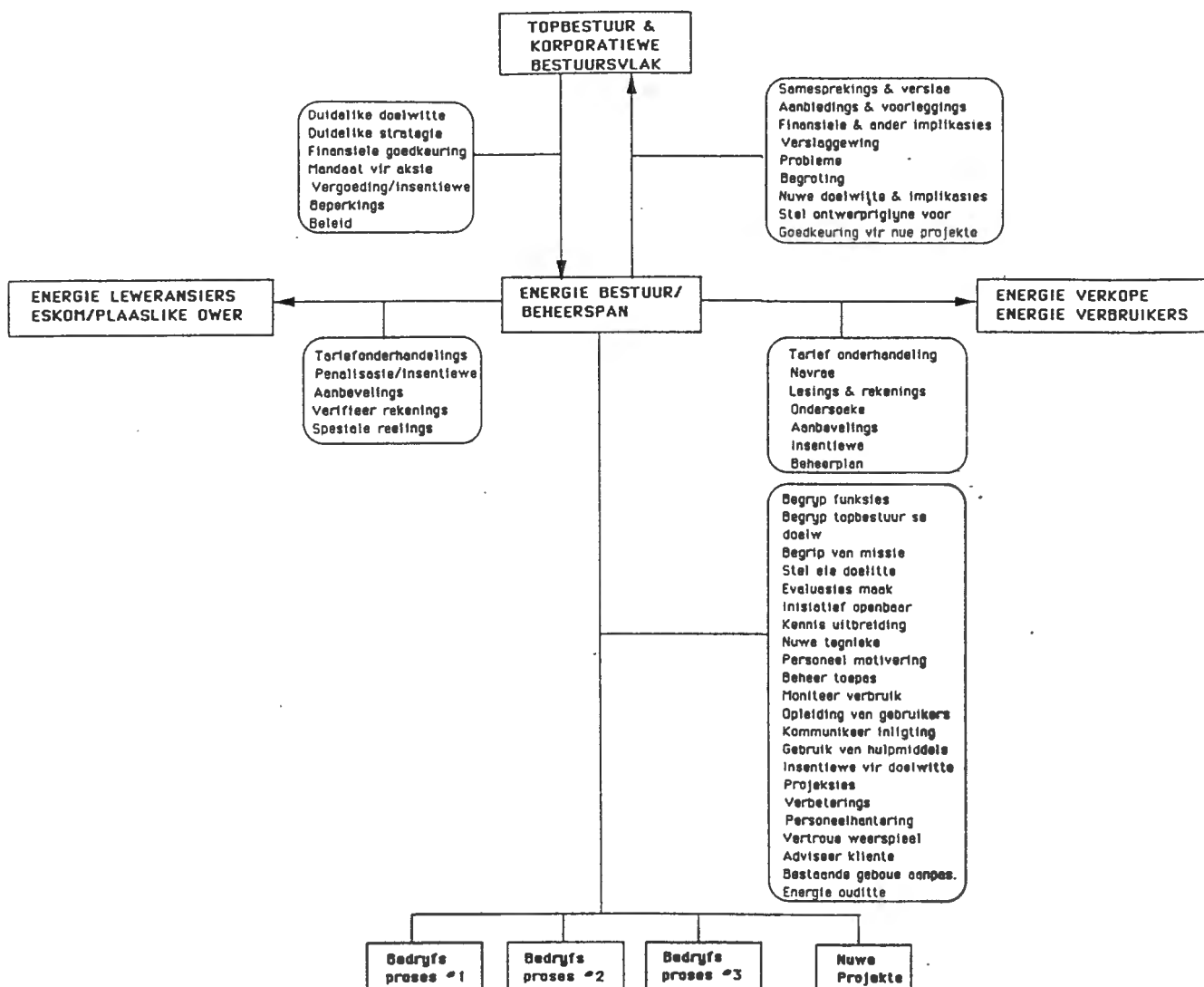
Energiebestuur bevat heelwat kommunikasievelde waar misverstande kan voorkom of waar waninterpretasies kan ontstaan. Veral twee primêre dissiplines is by energiebestuur betrokke, naamlik

- die organisasie se bestuur, insluitend finansiële bestuur;
- die tegniese bestuur met kennis oor tegniese hulpmiddels wat ter regstelling van die energie/finansiële probleem aangewend kan word. Die sinvolle oordraging van hierdie inligting en aanbevelings is dikwels 'n probleem.

In veral *Deel 2* van die ondersoek is sekere tegniese- en bedryfsaspekte van energie duidelik gemaak sodat bestuur of ander nie-tegniese dissiplines bewus kan wees van moontlike swak praktyke en dat dit moontlik tegnies wel reggestel kan word sodat finansiële voordele realiseer. Begrip hiervan kan bestuur in staat stel om regstellende aksies of ondersoeke te begryp en aksies te inisieer.

SKEMATIEK 7-1

ENERGIEBESTUUR



3.1 PERSONEEL- EN ENERGIEBESTUUR

In energiebestuur van spesifiek bestaande geboue en fasiliteite, is die gehalte van beheerpersoneel, nie net hulle vakkundige kennis nie maar ook hulle innoverende denkvermoëns, van kardinale belang. Die tegnieke en beheerveld is wyd en dit is bykans onmoontlik om voorskriftelikheid vanuit die bestuursgeledere buite die vakgebied, te genereer.

Dikwels kan innoverende denkers foutiewelik as 'n bedreiging vir 'n goed gestruktureede onderneming beskou word omdat

- hulle hulself skynbaar nie aan die oorkoepelende gesagstruktuur onderwerp nie;
- hulle dikwels skynbaar onordelik en ongedissiplineerd voorkom;
- hulle baie belange buite die formele organisasie het en skynbaar nie al hulle vermoëns binne die organisasie aanwend nie ;
- omdat hulle hulself skynbaar nie met die voorskriftelikheid van die organisasie vereenselwig nie en ten alle koste kreatief wil optree ;
- hulle bereid is om berekende risiko's te neem en heel dikwels suksesvol daarmee is, veral as hulle volle verantwoordelikheid daarvoor aanvaar.

In 'n artikel (*Campbell J & Kleiner B.H :1992, p381 How to increase organizational innovation*) word heelwat klem gelê op die waarde van innoverende personeel, hoe hulle optree, wat hulle aspirasies in die lewe is en veral hoe maksimum uitset uit hulle verkry kan word. Bestuur word gemaan hoe om innoveerders te hanteer om sukses te behaal eerder as om ontslae te raak van persone wat, volgens waarneming, eienskappe toon om

die organisasie 'te ondermyn'. Omdat innoveerders dikwels ander eienskappe as gewone personeel openbaar, kan bestuur die optredes van innoverende personeel dikwels verkeerd opsom. Ook by die beheer- en bestuur van energie moet die innoverende vermoëns van personeel voluit benut word. Omdat energiebeheer 'n wye onderwerp is, sal sukses grootliks afhang van innoverende optredes deur personeel.

Die siening word ook bevestig deur Shoukry (*Shoukry, D.S en Clement, K.W : 1993, p14 van The management of innovation: Strategy, Structure, and Organizational Climate, Vol 40 Feb 1993*) wat vergelykingsnavorsinggedoen het tussen meer en minder innoverende firmas en wat tot die gevolgtrekking kom dat meer innoverende firmas

- meer ondersteuning van Bestuur geniet;
- meer berekende risiko's aanvaar;
- meer vermenging van kundigheid in spanverband ervaar en gevolglik beter resultate behaal;
- vergoedingssisteme en insentiewe vir innoverders ondersteun.

Dit is nie ongewoon dat 60-70% van innoverende idees skipbreuk kan ly nie. Die vraag is egter of die organisasie tog nie gaan baat by die 30-40% suksesvolle idees wat andersins nie na vore sou kom as innoverende denke nie toegelaat is nie. 'n Energiekontroleur behoort spesifiek innoverende eienskappe te openbaar in sy vakgebied omdat die energiebeheer vakgebied relatief wyd is en voorskriftelikheid baie beperk is.

3.2. BEPERKINGE IN ENERGIEBESTUUR

Die ondersoek het herhaaldelik die eiesoortigheid van universiteite en

technikons identifiseer en nie net as sektor nie, maar ook verskille tussen verskillende instellings wat bevestig word deur (*SCUP (The College and University Energy Management Workbook)*) (Vry vertaal)

".....elke hoër onderwysinstelling uniek is in terme van fasiliteite, ... en dat geen enkele bestuurstyl of beplanning twee kampusse tot dieselfde mate sal bevoordeel nie ..."

Hierdie feit het ook in die Suid-Afrikaanse opset sterk na vore gekom omdat akademiese instellings oor 'n wye gebied versprei is, soos in *DEEL 1* getoon, met verskillende klimaatstoestande, industriële- en kommersiële ontwikkeling, asook populasie samestellings.

Die aanvanklike doelwit om, uit beskikbare bedryfsinligting, 'n energienorm per student, per tipe aktiwiteit of per ander eenheid te bepaal, moes deur soveel veranderlike faktore aangepas word, dat die vergelykingsbasis te klein geword het. Ten einde tog uiteindelik ontwerp- en bedryfsriglyne te bepaal, is die doelpale verskuif van 'n rigiede energienorm na identifisering van gesonde praktiese energiebestuur en -beheerpraktyke, met die oog op insluiting in toekomstige ontwerpe.

Die meer algemene eiesoortigheid van die tersiêre instelling is reeds breedvoerig bespreek. Individuele eiesoortighgeid wissel aansienlik en strek oor 'n wye spektrum soos

- bestuurstyl, beleid en finansiële stand;
- die gehalte van personeel en hulle kundigheid en beskikbaarheid;
- studente samestelling en fakulteite;
- geografiese ligging en klimaatsones;

- raadgewende argitekthe en -ingenieurs beskikbaar.

Feitlik die enigste gemeenskaplike probleem van al die betrokkenes, is die skynbare gebrek aan fondse. Die reaksie op die probleem was geweldig uiteenlopend en het gewissel van individuele rasionalisasie, privatisering, lang- en korttermyn strategiese planne, bestuurstyl aanpassings, bemerking en talle innoverende en dikwels rewolusionêre innovasies. Al die regstellende aksies het getoon dat daar 'n behoefte vir verantwoordelike energiebestuur is.

Uit die ondersoek, waarby inligting uit vraelyste ingesluit is, het 'n aantal faktore duidelik uitgestaan naamlik

- gedeeltelike of totale onkunde oor die omvang van energiegebruik;
- onkunde oor individuele verantwoordelike rol in energiesake;
- 'n gedeeltelike of totale onkunde oor moontlike verbetering van die energiehulpbron;
- die gebrek aan 'n energiestrategie in die vorm van riglyne vir toekomstige ontwerpe;
- die gebrek aan 'n omvattende energiebestuurstelsel waarvolgens energielewering en -tariewe kontroleer word, rekenings verifieer, afwykings analiseer en regstellende aksies opgevolg word. Daar is instellings waarvan die jaarlikse energierekening meer as R7 milj is en wat dikwels ongekontroleerd betaal word;
- die gebrek aan meetstelsels of gebruik van onakkurate meetstelsels vir diagnose doeleindes;

- die onkunde en dikwels onvermoë van die professionele ontwerpspan en 'n gebrek aan duidelike riglyne oor vereistes vanaf die kliënt.

In ooreenstemming met aanvaarde besigheidspraktyke bevind universiteite en teknikons hulleself ook in 'n aanhoudend veranderende omgewing (*Porter, M E : 1990*) en moet toepaslike aanpassings voortdurend gedoen word. Om 'n kompeterende posisie te behou, veral met betrekking tot die verkryging van studente, is dit nodig om strategieë voortdurend, dikwels radikaal, aan te pas (*Anderson Consulting, Pretoria*) en dit beteken die aanvaarding van nuwe risiko's en nuwe uitdagings. Dit geld ook in die energieveld waar tradisioneel aanvaarde praktyke heroorweeg sal moet word om moontlik plek te maak vir meer innoverende en praktiese denkwyses.

Van hierdie aanpassings sal noodwendig 'n moeilike probleem wat tydens die ondersoek identifiseer is, naamlik onakkurate energie inligting, ondervang. Die globale sigbaarheid van energie inligting is dikwels, vir verskillende redes, uiters vaag en maak direkte vergelykings tussen instansies nie sinvol nie. Baie inligting is beskikbaar maar dikwels is noodsaaklike inligting onakkuraat of net nie geredelik sigbaar nie, ten spyte van die jaarlikse voorskriftelike voorlegging van statistieke en inligting aan die KUH.

4. HUIDIGE PRAKTYKE

By die oorweging van die daarstelling van enige nuwe fasiliteit is daar 'n groot aantal belangegroepe en oorwegings betrokke byvoorbeeld

- die betrokke departement of fakulteit wat 'n behoefte motivering opstel, moontlik aan die hand van die huidige mark of 'n projeksie

- van toekomstige marktoestande;
- die universiteit of technikon se finansiële afdelings wat 'n prioriteitsbehoeftebepaling volgens 'n vyf- of tien jaar plan opstel;
- die meesterplan (indien dit bestaan) vir die organisasie se bouprojekte wat nagevolg moet word;
- insette van betrokkenes wat fasiliteite moet bedryf byvoorbeeld instandhouding, geboue skoonmaak, sekuriteit, ensovoorts;
- die heersende Staats- of SANSO norme wat voorskriftelik is oor ruimtes vir verskillende gebruike en waarvolgens staatsondersteuning toegewys word;
- van Topbestuurskant, voldoening aan die organisasie se missie en ondersteuning van die ooreengekome strategieë om die doelwitte van die missie te bevorder;
- mark vraag en -aanbod en projeksies van lewensvatbaarheid van moontlike nuwe of uitbreiding van akademiese opleiding;
- die professionele span bestaande uit argitekthe, raadgevende ingenieurs en bourekenaars.

Die koördinasie van hierdie belangegroepe, om sinvolle ontwerpvereistes te formuleer, hang af van hoe sterk sekere belangegroepe hulle idees kan laat posvat of konsensus kan manipuleer.

Van die belangrike beperkings wat by beide teknikons en universiteite ondervind is, is die totale nie-voorskriftelikheid aan die professionele span. Al word die SANSO-ruimtevoorskrifte, die bekostigbaarheid vir die kliënt en moontlik die posisie van die finale produk aan die professionele span kommunikeer, is daar 'n legio ander tegniese- en dikwels kritieke oorwegings wat geheel en al die verantwoordelikheid van die professionele span word, byvoorbeeld

- voorskrifte oor tipe beligting en intensiteit
- gebruik van daglig
- vensters en grootte
- geboustruktuur
- tipe ventilasie indien nodig
- gebou bestuurstelsel
- toepassing van energie ontwerpnorme
- posisie van dienste
- vragbeheer.

Die nalating deur die eienaar (universiteit of teknikon) om spesifiek te wees oor hierdie voorskrifte kan, as gevolg van beleid wat gevolg word, 'n ernstige invloed op die ontwerpe, en terselfdertyd op energie, hê.

Omdat universiteite en teknikons grootliks op staatssubsidieë aangewese is, is daar 'n neiging om verskillende professionele persone te betrek en in sommige gevalle veral *afgestudeerdes van die spesifieke instansie*, die geleentheid te gee om werk vir die inrigting te doen. Dit is juis hier waar probleme kan ontstaan omdat

- verskillende professionele persone, van weë moontlike spesialisasie of gebrek daaraan, verskillende voorkeure en kundigheid openbaar;
- kontinuïteit van ervaring onderbreek word. Voordat 'n spesifieke raadgewer behoorlik terugvoering oor sy ontwerp ontvang, is 'n ander raadgewer op die volgende projek en word kontinuïteit onderbreek.

In die privaatsektor word as 'n reël gepoog om die beste raadgewer vir die projek te kry, *ongeag waar hy studeer* het. Die organisasie is ook geensins

verplig om raadgewers weens sentiment aan te stel of om te ruil nie.

Indien die kliënt kontinuïteit kan verseker deur die neerlegging van norme en riglyne, kan nadele van die beleid uitgeskakel of verminder word.

Anders as byvoorbeeld in die VSA, waar 'n groot aantal akademiese instellings bestaan en waar 'n relatiewe groot databank van akademiese inligting beskikbaar is (SARA Systems, British Columbia), is daar relatief min akademiese instellings in Suid-Afrika en die geografiese ligging wissel ook aansienlik. Dit maak direkte vergelykings in Suid-Afrika baie moeilik. Argitekte probeer om elkeen sy ontwerp so uniek moontlik te maak en om **NIE** 'n ander se ontwerp, selfs dié met goeie eienskappe, te herhaal nie.

Die wyd uiteenlopendheid van ontwerpe, argitekte se vryheid en die geografiese omstandighede maak spesifieke voorskriftelikheid oor ontwerpe onprakties. Algemene energiebesparende beginsels sal identifiseer en getoets word vir die spesifieke aanwending en ontwerp van geboue en fasiliteite van universiteite en teknikons.

In die hieropvolgende bespreking word klem gelê op die effek van sekere ontwerp parameters en dit word nog steeds verwag dat die spesialis raadgewende ingenieur die berekenings moet doen. Die plaaslike beplanner moet egter bewus gemaak word van moontlikhede wat bestaan sodat duidelike riglyne aan die Raadgewende Ingenieurs voorsien kan word.

5. PROFESSIONELE ONTWERPPRAKTYKE

'n Aspek wat duidelik uitgewys moet word, is die huidige gebruik dat

raadgewende argitek en -ingenieurs op 'n basis van 'n persentasiefoote van die aanvaarde tenderbedrag vergoed word, soos vervat in amptelike en gepubliseerde riglyne deur die Vereniging van Raadgewende Ingenieurs. Hierdie benadering kan lei tot heelwat ongesonde en nadelige gevolge vir effektiewe energie-ontwerp.

'n Probleem wat dikwels ervaar word is dat, wanneer beramings gedoen moet word, daar eers sketsplanne opgestel word. Die veronderstelling word dan gewoonlik gemaak dat die professionele persoon wat die sketsplanne opstel, outomaties die projek sal hanteer. Die rigtings wat met die opstel van sketsplanne gevolg word, dien as voorloper vir die projek en ervaring wil dit hê dat daar later dikwels nie drasties hiervan afgewyk word nie. Ongelukkig word daar dikwels op hierdie stadium nog nie van energie-kundiges gebruik gemaak nie, met die gevolg dat hierdie persone nie van die begin af by die projek betrokke is nie. Die rede wat dikwels hiervoor deur die kliënt aangevoer word, is dat slegs beperkte uitgawes vir die sketsplan-stadium aangegaan wil word.

'n Projek behoort nie slegs op koste van die sketsplanne, wat in werklikheid 'n klein gedeelte van die totale koste beloop, oorweeg te word nie maar behoort aan 'n wetenskaplike lewenssiklus koste-analise onderwerp te word waarin die samewerking van die argitek, raadgewende ingenieurs en energie-deskundiges in spanverband verkry word.

Die huidige benadering dat 'n argitek dikwels aangestel word sonder bewyslewering van vorige ervaring op 'n spesifieke eiesoortige projek, is alreeds as 'n baie duur finansiële les vir kliënte bewys. Basies aanvaar die

kliënt die argitek se ontwerp, met of sonder wysigings, en die ingenieurspan val ook daarby in en voorsien agterna toerusting om die gebou diensbaar te maak. Dit bevestig presies wat deur Warburton (**Warburton : Building Design for Energy Economy : Services Energy Effects : 1979**) gestel is in sy opmerking

"...the building services engineering is involved in using this energy to solve the problems created by building enclosures designed without this awareness"

Die sketsplanne, wat van 'n argitek verlang word, word dikwels slegs vir kosteramingdoeleindes benodig en beteken nie noodwendig dat die projek voortgaan nie.

Sonder 'n lewensiklus koste-analise kry die kliënt nie 'n gebalanseerde en volledige beeld van die projek nie en word slegs aanvanklike KAPITALE inligting voorsien.

Veral as daar nie 'n meester ontwikkelingsplan bestaan nie, hamdhaaf die kliënt gewoonlik nie sterk oorwegings ten opsigte van, byvoorbeeld

- die posisie van gebou
- die vorm van die gebou
- die afwerking van die gebou nie.

Dit gee aan die argitek of ingenieur redelike vryheid van optrede in sy ontwerp, sonder inmenging van die kliënt.

Revolusionêre voorstelle in verband met die professionele fooie om energie

doeltreffende ontwerp te verseker, word in hoofstuk 10 meer breedvoerig bespreek .

6. ENERGIE BESTUURSVERANTWOORDELIKHEID

Die ondersoek het getoon dat waar daar wel 'n persoon uitgesonder is om "verantwoordlikheid vir energie" te aanvaar, dit dikwels "iemand" in die afdeling is wie se verantwoordelikheid afgeskaal word tot die lees van energiemeters en moontlik die verhaling van energie van gebruikers wat nie deel van die amptelike akademiese opset is nie. In universiteite in Brittanje is dikwels gevind dat die energiebestuurder bloot van-dag-tot-dag vergelykings van energie doen en nooit werklik as "bestuurder" funksioneer om byvoorbeeld alternatiewe bronne te soek of werklike energiebeheer toe te pas nie.

Verantwoordelikheid vir energiebestuur, saam met die nodige afhandelingsbevoegdheid, moet behoorlik toegewys word aan spesifieke dissiplines.

7. SAMEVATTING

Die ondersoek het aanvanklik ten doel gehad om

- die omvang van energieverbruik aan universiteite en teknikons te bepaal;
- te bepaal of energieverbruik koste-effektief toegepas word, of meer voordelige gebruik van energie nie moontlik is nie en wat die verwagte omvang daarvan is;
- 'n gebruikskode vir energieverbruik te bepaal.

Daar is verder daarop gewys dat so 'n ondersoek in lyn sou wees met

bestaande praktyk, op nasionale- sowel as op internasionale vlak. Doelgerigte simposia en werkslaboratoria het sedert die bewuswording van die oliekrisis toegeneem en vindingryke tegnieke en innovasies het aan die energiefrent te voorskyn gekom. 'n Groot bydrae hiertoe was waarskynlik die aktiewe ondersteuning van die Nasionale Energieraad, tans die Departement van Energiesake, wat die Regering se verbintenis en betrokkenheid tot energiebesparing bevestig het.

Die vraag, wie vir watter gedeelte van die energieprobleem verantwoordelikheid moet aanvaar, lok dikwels hewige en lang besprekings uit soos by die Enerconomy '93 konferensie in Oktober 1993 in Pretoria.

Die energievraagstuk kan in drie breë komponente verdeel word naamlik

- die nasionale en internasionale terrein waar 'n tekort aan plaaslike sowel as buitelandse energiebronne, die hoë lewenspeil van die hele Suid-Afrika kan verlaag;
- die koste van die energiebron as deel van produksieprosesse wat veroorsaak dat produkkoste nie kompetierend met buitelandse produkte is nie en die gevolglike uitfasering van plaaslike produksie met kettingreaksies dwarsdeur alle bedryfsektore;
- die besparings wat dit vir gebruikers van energie inhou en om die reeds beperkte geld hulpbron te rek deur energie koste-effektief te gebruik.

Dit is veral in hierdie laaste kategorie waar opvoedkundige instellings, wat opleiding as missie het, posisie inneem. Welliswaar word ook verwag dat instellings soos universiteite en teknikons, uit hoofde van hulle navorsingspotensiaal en -missie, ook positiewe bydraes sal lewer deur

praktiese aanbevelings oor gesonde energiepraktyke na vore te laat kom en te evalueer. Vir die doeleindes van hierdie navorsing word volstaan by die universiteite en teknikons as gebruikers van die energiehulpbronne wat hier ten doel gestel word is om die koste-element in die totale aktiwiteits-kosteketting te ondersoek, te evalueer en aan te pas.

Al is die totale koste van die gebruik van energie aan universiteite en teknikons meer as R100 milj per jaar, is energiegebruik in hierdie sektor relatief klein tot dié van ander sektore. Van die bedryfskoste van hierdie tersiêre sektor, verteenwoordig koste van energiegebruik tussen 3-5% van die totale bedryfskoste per jaar. As die ESKOM stelling, dat 40% van energiegebruik onnodig is, waar is, kan dit 'n geprojekteerde besparing van tot R40 milj beteken.

HOOFSTUK 8

PRAKTIESE VRAGBEHEER

1. INLEIDING

Wanneer energie besparing of -beheer ter sprake kom, is die algemene reaksie van gebruikers om 'sigbare' items soos ligte af te skakel sonder om te bereken wat die werklike effek daarvan is en dat daar moontlike alternatiewes is wat meer koste-effektief mag wees, byvoorbeeld afskakeling van kantoorverwarming. Ter toeligting, die volgende voorbeeld van tipiese kantoorvragte:

Kantoor lig: 80 watt ligarmature

Kantoor verwarmers: 3 kW

Kantoor rekenaar: 350 watt

Totaal 3430 watt:

Van hierdie totale vrag, is beligting alleen verantwoordelik vir

$$80/3430 * 100 = 2.33\% \text{ (Philips Lighting kwoteer 4\%)}$$

Hoewel enige besparing van energie nuttig is, moet die koste-effektiwiteit van alle pogings bevraagteken word. Dit is noodsaaklik dat vragouditte die grootte van vragte en die geriefsfaktor deeglik sal aandui en dat energiebesparings daarvolgens ontleed en beplan sal word.

Die groter kampus vragte is warmwater, lugreëling en ventillasie, kombuisvragte en hyser- en rekenaartoerusting. Beligting handhaaf relatief lae

energie gebruik in verhouding tot ander vragte. Daar is egter hierin ook definitiewe besparings realiseerbaar, veral weens die groot omvang van beligting, veral in lesingsale en biblioteke.

Gevolgtik word net word die beheer van groter vragte soos lugreëling, warmwater en beligting en die gebruiksmoontlikhede van hittepompe op 'n universiteit of teknikon kampus, in behandeling geneem .

By implikasie kan *vragbeheer* interpreteer word as 'n tegniek wat op *bestaande fasiliteite* toegepas word. Dit vereis noodwendig

- 'n bewustheid van waar energie tekortkominge is;
- die gebruik van hulpmiddels vir beheer;
- die toepassing van norme en die monitering daarvan;
- voortdurende aanpassing van tegnieke;
- die gebruik van personeel vir die uitoefening van beheer .

Vragbeheer in dié besondere verband beteken dus deurlopende beheer, monitering en vergelyking met vorige lesings.

In *Deel 4* sal hoofsaaklik op die formulering van energiebestuur strategieë en die implementering daarvan *op nuwe fasiliteite* konsentreer. Tegnieke aspekte waarvolgens beheer op *bestaande* fasiliteite uitgevoer kan word, word in *Deel 2* behandel.

2. PRAKTIESE VRAGBEHEER MOONTLIKHEDE

Bestaande fasiliteite het, benewens verskeie nadele, ook die voordeel dat inligting intyds verifieer kan word en dat daar nie slegs op vrag vooruit-

skattings staatgemaak hoef te word nie. Die toepassing van beheer is egter dikwels moeilik omdat bestaande fasiliteite waaraan personeel gewoond is, dikwels nie verander of ingekort kan word nie vir die doeleides van vragbeheer nie.

Sonder permanente meetfasiliteite of gereelde metings, is die beheertaak moeilik maar nie onuitvoerbaar nie. Vragprofiele en energie ouditte moet aanvullend gebruik word voordat sinvolle beheer uitgeoefen kan word. Geïntegreerde gebruik van vragopnames en energie ouditte moet aangewend word om potensiële swakpunte te identifiseer.

Die tariefstruktuur vir energie beïnvloed die vragbeheer strategie grootliks. Soos reeds getoon, is penalisering vir maksimum aanvraag vir meer as die helfte van die elektrisiteitsrekening verantwoordelik. 'n Tipiese vragprofiel vir die Universiteit van Pretoria se kampus toon dat die hoogste elektrisiteitsaanvraag vir langer periodes, in die winter konstant vanaf ongeveer 08h00 tot 12h00 daaglik voorkom. Dit is juis in die periode wanneer aktiwiteite gewoonlik maksimaal voorkom. Omdat daar ook 'n groot mate van vragdiversiteit voorkom, is dit sinvol om metings uit te voer op versamelpunte waar 'n aantal vragte gelyktydig gemonitor kan word. Die neem van uitgebreide vragprofiele en die superimponering van verskillende vragte, om die netto oorkoepelende vragprofiel te bepaal, maak energie inligting makliker sigbaar.

'n Vinnige energie oudit, hetsy deur eie waarnemings of deur strategiese steekproewe te doen, kan meehelp om die 'belangrike' vragte vinnig te identifiseer.

2.1 BEHEER VAN MAKSIMUM AANVRAAG

Die beheer van maksimum aanvraag kan op verskillende wyses toegepas word. Die belangrikste is waarskynlik om maksimum aanvraag penalisasie te vermy. Volgens analise van werklike gebruik is die koste vir maksimum aanvraag penalisasie dikwels hoër as die koste vir werklike energiegebruik.

Vermindering van maksimum aanvraag, kan op, onder andere, die volgende wyses uitgevoer word:

- wek warmwater na-uurs op wanneer die res van die kampusvraag laag is of in 'n periode nadat maksimum aanvraag alreeds voorgekom het. Alternatiewelik gebruik hittepompe;
- gebruik alternatiewe goedkoop energie bronne soos steenkool om warmwater op te wek en vermy of verminder so spitsaanvraag penalisasie. Addisionele bedryfs- en instandhoudingskoste moet verreken word maar die tegniek kan energie kostevordele inhou, veral ten opsigte van maksimum aanvraag penalisasie;
- benut opgebergde warmwater in plaas van konvensionele elektriese verhitting in die verhittingssiklus van lugreëling. Die gebruik van stoom in gebiede waar 'n surplus stoomopwekking voorkom, is ook 'n alternatief;
- sommige universiteite beplan vir baie groot, goed geïnsuleerde warmwater opgaartenks in alle nuwe geboue, om in die totale daggebruik van warmwater te voorsien;
- skakel die populêre lugreëling beheertegniek naamlik onder-verkoeling en herverhitting om fyn beheer te verkry, uit. Voorkom dat verhitting en verkoeling gelyktydig voorkom;
- beperk die gebruik van ligte, kantoerverwarming en warmwater tydens spitsaanvraag periodes. Beheer ligte deur middel van ligsensitiewe fotosel in plaas van tydskakelaars en maak maksimum

- gebruik van daglig wat volgens seisoen variëer;
- verbreed die lugreëling temperatuur beheerband, veral in die winter. Die verbreding van limiete hou aansienlike besparings in;
 - verminder die toevoeging van koue varslug van buite, veral in die winter, en hersirkuleer meer reeds behandelde lug vanuit lokale;
 - vervang sentrale warmwater fasiliteite, veral ten opsigte van toilette en teekombuise, met plaaslike deurvloei verwarmers.

2.2 PERSOONLIKE ENERGIEBEHEER

Die beheer van gemeenskaplike lokale soos lesingsale, laboratoria en konferensiesentra, berus gewoonlik by 'n sentrale komitee, persoon of afdeling. Die teoretiese benadering dat fasiliteite streng volgens 'n rooster beheer kan word, is nie altyd prakties uitvoerbaar nie. Voorsiening moet vir die uitsonderings, wat dikwels die reël kan wees, gemaak word. Selfs in die geval van lesingsale wat volgens 'n vaste rooster beset word, gebeur dit dat daar veranderings op kort kennisgewing voorkom en dat ander lokale wat op daardie stadium beskikbaar is, op kort kennisgewing gebruik word. Dit kan probleme veroorsaak, veral ten opsigte van sentrale fasiliteite soos lugreëling en beligting, aangesien dit nie betyds aangeskakel is nie of andersins nie na gebruik afgeskakel word nie. Dikwels kan dit vir lang periodes onopgemerk onnodig aangeskakel bly na gebruik.

Beskikbare tegnieke wat tans in algemene gebruik is en wat aangewend kan word om vrag te beheer, is:

(i) Persoonlike identifikasie kaart kontrole of sleutelbeheer.

Die senior verantwoordelike persoon by 'n lesinglokaal, dit is die dosent, kan met behulp van sy amptelike ID-kaart, fasiliteite ontsluit en aan

skakel. Dit is noodsaaklik dat dieselfde kaart of sleutel vir alle ander aktiwiteite ook benodig word en dat dit verwyder MOET word sodat die dosent toegang op ander plekke kan kry. Fasiliteite word afgeskakel deur die kaart of sleutel te verwyder. Hierdie tegniek vind algemene byval by hotelle.

Die teenargument, veral in die geval van lugreëling, is dat ná aanskakeling dit 'n geruime tyd duur voordat die stelsel stabiel is. Hierdie probleem kan egter vanuit 'n tegniese oogpunt grootliks ondervang word. As alternatief kan fasiliteite wat ad hoc gebruik word van die sentrale stelsel ontkoppel en met individuele eenhede bedien word. 'n Praktiese geval is implementeer waar die lugreëling van 'n gedeelte van 'n biblioteek wat langer ure as die hoof biblioteek werk, na afskakeling van die sentrale lugreëlingstelsel, aan plaaslike lugreëling gekoppel word en onafhanklik voortgaan. Dikwels kan met 'n relatief klein kapasiteit stelsel volstaan word.

(ii) Infra rooi passiewe beheer.

Hierdie vorm van beheer berus op aktivering deur beweging en die uitstraling van infrarooi hitte deur persone. In lesingsale is dit prakties behalwe as die lesing sodanig is dat dit die gehoor in totale bewegingloosheid laat verval, wat sekerlik ook moontlik is. Slegs noodfasiliteite soos uitgangsligte kan permanent aangeskakel bly.

2.3 ALGEMENE VRAGBEHEER

Vragbeheer kan ook langs ander weë oorweeg word naamlik

- vragverskuiwing om maksimum aanvraag penalisasie te verminder

- by warmwaterstelsels en opberging van hitte na spitsperiodes;
- energie besparing deur gebruik in tekort of ongebruikte vrag af te skakel;
- arbeidsfaktor korrigerende aksie en diversiteit verbetering (reeds bespreek in *DEEL 2*);
- vervanging van ligarmature met meer energiedoeltreffende armature (reeds bespreek in *DEEL 2*);
- vervanging van warmwaterstelsels met klein deurvloei verwarmers ('push thro' geysers).

Anders as die industriële sektor wat 24-uur skofte werk en waar vragverskuiwing 'n ekonomiese moontlikheid is, is dit nie so eenvoudig in die akademiese opset nie. Die afskakeling of vermindering van vrag is ook nie so eenvoudig nie omdat voormiddae gewoonlik volle besetting van fasiliteite voorkom behalwe waar onbenutte vrag afgeskakel kan word. Die korttermyn afskakeling van lugreëling kan oorweeg word maar omdat 'n hoë aanvraag vir 'n relatief lang periode voorkom, moet hierdie opsie versigtig oorweeg word. Maksimum aanvraag penalisasie word oor 'n periode van 30 minute gedoen en die maksimum aanvraag oor enige 30 minute geregistreer, bepaal die penalisasie vir die hele maand. Dit beteken in effek dat as hierdie opsie gevolg word, korrigerende aksie baie vinnig en betyds en waar dit koste effektief is, geneem kan word.

Die volgende is spesifieke tegniese vragbeheer moontlikhede

- vermindering of afskakeling van lugreëling/ventillasie;
- afskakeling van minder noodsaaklike vrag soos kantoor verwarmers, ketels, warmwateropwekking;
- afskakeling van ongebruikte ventilasie en beligting in lesingsale en

- kantore, die verbreding van beheerlimiete vir lugreëling;
- vermindering in ligintensiteit;
- gebruik van alternatiewe energie bronne soos olie vir verhitting, hittepompe vir warmwater en vermy so elektriese spitsaanvrae;
- beperking van vrag op propuitgange deur stroomverbrekers.

Aksie soos die verskuif van lesings na ander periodes, word nie hierby oorweeg nie aangesien dit redelik onprakties is.

Die sukses van al hierdie tegnieke sal grootliks afhang van beskikbaarheid en kundigheid van personeel en die berekende risiko verbonde aan die ontwrigting van die akademiese program. Omdat die toerusting en fasiliteite redelik verspreid voorkom, is die beheerprogram se koste-effektiwiteit moeilik regverdigbaar.

Die volgende beheermetodes is alreeds prakties suksesvol beproef en word aanbeveel:

i) **Beperk propuitgange se vragvermoë**

Deur 'n uitgaande stroombreker van 3-4 ampere op elke propuitgang aan te bring, beperk die vrag wat aan sulke uitgange verbind word. Die vindingrykheid van studente om die stroombrekers van tyd tot tyd uit te brug, beperk hierdie metode en propuitgange moet periodiek nagegaan word. Hierdie tegniek is veral by koshuise nuttig en beheer die groot aantal apparate wat deur studente gebruik word.

ii) **Verminder lig intensiteit**

Die verdeling van ligstroombane sodat alternatiewe ligte in spitsstye afgeskakel kan word, hou moontlikhede in. As egter in aanmerking geneem word dat die grootste behoefte vir vragvermindering juis in die

wintertyd voorkom en wanneer die lug juis nie helder is nie, het die metode sekere praktiese beperkings. Verminder intensiteit deur infrarooi passiewe beheer.

iii) **Afskakeling van ongebruikte vrag**

Gemeenskaplike gebruik van fasiliteite en die feit dat dosente dikwels vir langer en ongereelde tye uit kantore is, het tot gevolg dat ligte en lugreëling aangeskakel bly ongeag of dit gebruik word of nie. Hierdie probleem is veral in die geval van kantoor ventilasie te bowe gekom deur "geenspanning" spoel, wat periodiek van buite geaktiveer word om toerusting af te skakel, te installeer. Indien die gebruiker in die kantoor is en die fasiliteite wil aanskakel, kan dit deur 'n plaaslike herstelknop doen. Deur hierdie aksie 'n paar maal in 'n periode te herhaal, kan veseker dat die meeste onderbenutte vrag periodiek afgeskakel word.

Om hierdie beheermetode te kan toepas beteken dit dat bestaande bedrading, tensy dit van die begin af korrek beplan is, verander sal moet word. Dieselfde kan met lesingsale gedoen word waar fasiliteite dikwels vir lang periodes aangeskakel is en nie beset is nie. Die gebruik van die dosent se ID kaart om fasiliteite aan- en af te skakel, kan hierdie beheer verseker. Die nadeel is hier egter dat lugreëling 'n geruime tyd neem om te stabiliseer nadat dit aangeskakel is. Weereens beteken dit dat die bestaande bedrading verander sal moet word.

Hierdie tipe beheer hang hoofsaaklik af van individue se verantwoordelikhedsbesef en optrede en hulle bereidwilligheid om saam te werk. Die omvang van besparings is beperk en ad hoc en verandering aan bestaande fasiliteite, om die funksie te outomatiseer, kan relatief duur wees.

'n Ander alternatief is om outomatiese afskakeling of intensiteit

vermindering deur infrarooi bewegingsdetektors te bewerkstellig. Indien daar geen beweging in lokale is nie, word fasiliteite outomaties afgeskakel of die intensiteit van beligting word verminder.

iv) Vervang van ligarmature met energie doeltreffende armature

Die vervanging van konvensionele gloeidraad tipe lampe met kompakte fluoreseer lampe hou voordele in. Omskakelingskoste is egter hoog. 'n Belangrike parameter is om die inset watts(energie) tot ligarmature met die lumenuitset van die armatuur te vergelyk. In dié verband is kompakte fluoreseer armature besonder energie effektief en bekostigbaar. Minder afval hitte word ook gegeneer.

v) Toehou van lugreëling lokale se deure

Besonder baie energie gaan verlore deur luggereëde lokale se deure oop te laat. Argitekte voorsien dikwels deursluiters maar sekere tipes is nie aanvaarbaar nie, veral die tipe wat in 'n 90° posisie kan oopstaan. Dit kan reggestel word deur die deur se nokas meganisme te slyp of te verander.

vi) Onderhoud van toerusting

Swak onderhoud kan in verskillende gebiede 'n belangrike rol speel om energie gebruik te beïnvloed. Van die mees algemene praktiese voorbeelde, is waarskynlik :

- **Dak.** As die onderhoudslaag van dakdigtings swak is en die son nie meer effektief weerkaats word nie, dring hitte deur na binne en moet die energie weer verwyder word.
- **Vensters.** Vuil vensters kan daartoe lei dat aanvullende beligting gebruik moet word.
- **Lugreëling.** Ten einde hitte effektiewe uitruiling te verseker is die ontkalking van verkillers en kondensators noodsaaklik. Kalk opbouing het 'n aansienlike insulasievermoë op die hitte

uitruilingsproses. Algemene swak onderhoud van lugfilters beperk hitte uitruiling. Verswakking in insulasie binne lureëlingkanale.

- **Beligting.** Veroudering van lampe lei tot afname in ligintensiteit en gevolglike energie verliese.
- **Pypinsulasie.** Swak of verweerde insulasie van warmwater- en verkilde waterpype verhoog energiegebruik.

vii) Voorsien deurvloei warmwater verhitters

Vervang groot konvensionele sentrale warmwaterstelsels, veral in kantoorareas, met deurvloei-verhitters en skakel so 24-uur sirkulasie uit. Die relatief lae gebruik van water en die verspreidheid van gebruik op die res van die kampus maak die gebruik van deurvloei verhitters 'n ekonomies regverdigbare moontlikheid (sien ook Tabel 3-4 in Hoofstuk 3) Boonop is die gebruik vir handewasdoeleindes baie onekonomies vanweë die plasing van groter warmwatersilinders, dikwels ver weg van die gebruikspunt. Indien 'n halwe liter warmwater vir handewasdoeleindes gebruik word en die warmwatersilinder is 10 meter weg, beteken dit dat 1,25 liter per 12mm pyp eers moet weglou voordat 'n halwe liter warmwater beskikbaar is. Anders gestel, in totaal moet 1.25 liter + 0.5 liter water di. 1.75 liter herverhit word om 0.5 liter warmwater te voorsien. Hier word die veronderstelling gehandhaaf dat verliese in pype minimaal is wat nie korrek is nie omdat pype tradisioneel nie geïnsuleer word nie maar direk in beton/steen/messelwerk geïnstalleer word.

$$\begin{aligned} \text{Energie vir herverhitting} &= 1.75 \times .001163 \times (75-20) \text{ kWhr} \\ &= 0.1119 \text{ kWhr.} \end{aligned}$$

Wanneer 1000 personeel/studente slegs tweemaal per dag hulle hande in toilette was, is die syfer

$$\begin{aligned} 1000 \times 2 \times 0.1119 &= 223 \text{ kWhr/dag @ } 15\text{c/kWhr} \\ &= \text{R}33.45 \text{ per dag.} \end{aligned}$$

As meer realistiese syfers gebruik word, sê 12000 studente en 2000 personeel, kan hierdie syfer eskalleer tot R468.30 per dag vir gebruik van warmwater vir handewasdoeleindes in toilette, die noodsaaklikheid waarvan bevraagteken word. Die aanname van 'n geysers wat 10m weg is van punt van gebruik is ook redelik konserwatief.

Verspreide teekombuise wat aan 'n sentrale warmwaterstelsel gekoppel is, is ewe onekonomies.

In geval van restaurante is dit gebruikelik dat die gebruiker van die warmwater self betaal vir water en energie verbruik.

Die voorsiening van warmwater by toiletgeriewe is waarskynlik een van die mees koste-oneffektiewe gebruike van warmwater omdat

- die warmwateropwekking en -berging dikwels relatief ver weg is van die gebruiklike 200-300L huishoudelike waterverwarmers;
- groot hoeveelhede kouewater wegloop voordat 'n klein bietjie warmwater vir handewasdoeleindes benut word;
- vir die spesifieke funksie, warmwater gladnie nodig is nie veral ook omdat die algemene klimaatstoestande in die oorgrote meerderheid gevalle nie so uiters is nie.

3. HERWINNING VAN AFVAL ENERGIE

Energie beheer op 'n bestaande gebou impliseer nie net beheer tydens die aanwending van energie nie, maar kan ook die herwinning van andersins afval energie insluit.

3.1 HERGEBRUIK VAN ENERGIE UIT AFVALWATER

Die herbenutting van energie in afvalwater afkomstig van storte en kombuise kan aansienlike energiebesparings tot gevolg hê indien die hitte ekonomies

herwin kan word. Van die meer praktiese herwinningsmetodes is die gebruik van

- hittepompe
- hitte-uitruilers, verkieslik water tot water. Hierdie tipe uitruiling handhaaf relatief lae onderhoudskoste

Die ekonomiese regverdigbaarheid sal afhang van hoeveel water by een punt versamel en verwerk moet word asook die afvalstowwe wat in die water gedra word, dit is seep en kombuisafval en hoe effektief dit geskei kan word om verstoppings of opbouing te voorkom. Hierdie saak is tans onder oorweging by minstens een groot hittepomp vervaardiger in Suid-Afrika.

Groot verspreiding van badkamers en kombuise sal die ekonomiese voordele grootliks beperk omdat die koste van hittepompinstallasies verhaal moet word. Die aspek sal meer aandag geniet in die hoofstuk wat oor hittepompe handel.

Tydens die opname het dit opgeval dat alle gebruikte warmwater teen relatief hoë temperature afgevoer word. Die optimale stort of bad temperatuur is 39°C terwyl afvalwater temperature van 34°C tot 37°C wissel.

Indien die hitte in die afvalwater herwin word deur die gebruik van hittepompe en water/water hitte uitruilaars, kan 'n aansienlike hoeveelheid energie herwin en word as voorverhitting vir stort- en badwater.

Met 'n hitte ruildoeltreffendheid van 80% is daar nog aansienlike

ekonomiese moontlikhede om hitte uit afvalwater te onttrek byvoorbeeld as die omgewingstemperatuur = 18°C, en storttemperatuur = 39°C, is die energie benodig om 100L water vanaf 18°C tot 39°C te verhit

$$(39 - 18) \times 100 \times .001163 = 2.44 \text{ kWhr}$$

Die hitte inhoud van afval stortwater @ 36°C is gelyk aan 2.09 kWhr. As die energie bruikbaar sou wees, sou dit 85.65 liter stortwater @ 39°C kon lewer. Slegs 14.35 L kouewater hoef vanaf omgewingstemperatuur na 39°C verhit te word en saam met die 'afvalhitte' gevoeg te word om weer 100 L warmwater (stortwater) @ 39°C te lewer. Die ooreenstemmende energie om 14.35 L na 39°C te verhit, is 0.35 kWhr en as hitte ruildoeltreffendheid 80% is, kan die energie-inset aangepas word na 0.4 kWhr. Die hoeveelheid energie wat aldus "gespaar" word is 82.06%

In geval van opwaswater in kombuise is die afvalwater temperature aansienlik hoër. Tot soveel as 60-65°C is in die praktyk aangeteken. Die besparings in die geval van kombuis afvalwater is dus aansienlik hoër afhangende hoe hoog die "weggooi" temperatuur is.

Tabel 8-1

**WARM/KOUEWATER KOMBINASIES PER 100 LITER
SKOTTELGOEDWASWATER**

Warmwater Temp C	Kouewater Temp C	Warmwater Liter	Kouewater Liter	Waswater Temp C	Waswater Liter	kWhr nodig
80	60	50	50	70	100	1.16
80	55	60	40	70	100	1.74
80	50	66.67	33.33	70	100	2.33
80	45	71.43	28.57	70	100	2.91
80	40	75	25	70	100	3.49
80	35	77.78	22.22	70	100	4.07
80	30	80	20	70	100	4.65
80	25	81.82	18.18	70	100	5.23
80	20	83.33	16.67	70	100	5.81

Indien die water wat uit die skottelgoedwasmasjiene kom, direk weggegooi word, kan die "weggooi" temperatuur hoër wees en kan hoër besparings as 80% realiseer. Indien hittepompe gebruik word, moet die COP (Coef of Performance) in aanmerking geneem word.

'n Soortgelyke besparing deur onttrekking van hitte uit afvalwater, is realiseerbaar in geval van klerewas geriewe. Waar die was van klere deur akademiese instellings voorsien word, is verskillende benaderings waarneembaar naamlik

- gedesentraliseerde was- en droogfasiliteite dwarsdeur koshuis so na as moontlik aan die punt van gebruik
- gesentraliseerde fasiliteite, waar 'n aantal was- en droogmasjiene sentraal geplaas word, bedryf deur die instelling self of deur 'n private buite instansie.

Gedesentraliseerde klerewas en -droog fasiliteite, veral as dit retrospektief geplaas word, word so geplaas om die installasie so goedkoop moontlik te

maak, naamlik die naaste watertoevoer-, afvoer- en elektriese toevoerpunte word oorweeg, verkieslik bestaande punte. Die feit dat masjiene in isolasie voorkom, bring mee dat die volume van afvoerwater te min is om hitte van te onttrek en nie kostedoeltreffend verwerk kan word nie.

Gesentraliseerde fasiliteite hou aansienlike voordele in naamlik

- groot volumes relatief warm afvalwater uit wasmasjiene
- groot volumes warm afvallug uit droeërs.

Die hoeveelheid energie wat in die proses verlore gaan is aansienlik, nie net vanweë die volumes nie maar ook vanweë die hoë temperature.

Tipiese syfers wat by 'n sentrale wassery geneem is, was het getoon dat die temperatuur van die afval water hoër as 65°C is.

3.2 HERWINING VAN ENERGIE UIT LUG

Die meer algemene tegniek vir die herwinning van hitte uit lug, is met behulp van hitte pompe. Die tegniek, werkswyse en voordele is sodanig dat dit 'n meer volledige bespreking later daaraan gewy word in die bespreking oor hittepompe omdat dit definitiewe energie voordele inhou.

Eenvoudige tegnieke behels die gebruik van deurvloei uitruilaars waar omgewingslug se hitte-inhoud oorgedra word om water te voorverhit in die proses van voorsiening van warmwater. Daar word ook wyd gebruik gemaak by akademiese instellings van verbranders vir die vernietiging van diere materiaal, besmette farmaseutiese produkte, sanitêre doekies. Die herwinning van hitte uit die afvalgasse wat deur die skoorsteen vrygestel

word deur 'n elementêre hitte uitruilaar as voorverhitter, is prakties uitvoerbaar en energie besparend. Water vir handewas se temperatuur is ongeveer 39°C en vereis dus nie baie warm water nie.

4. SAMEVATTING

Vragbeheer op 'n bestaande kampus wat nie spesifiek vir die doeleindes van energiebeheer korrek ontwerp of elektries bedraad is nie, hou dikwels nie groot moontlikhede vir koste effektiewe energie beheer in nie. Die geprojekteerde besparings teenoor die koste van verandering of die installeer van beheer toerusting, moet deur 'n behoorlike LSK analise ontleed word voor implementering.

Vragbeheer op 'n bestaande kampus kom grootliks op retrospektiewe, remediërende bestuur neer, die sukses waarvan grootliks berus op veranderings, die aanskaf van geoutomatiseerde beheertoerusting of die aanstelling van voltydse personeel om beheer uit te oefen, alle aksies sterk afhanklik van die beskikbaarheid van fondse. Die verspreidheid van fasiliteite beperk maksimale benutting en kommunikasie na duur beheer toerusting.

Die herwinning van energie uit afval warmwater van badkamers, kombuise en klerewasfasiliteite, sowel as hitte uit afvallug by kleredroeërs en 'n beperkte mate uit lug uit verkoeling/lugreëlinginstallasies, moet oorweeg word as 'n koste-effektiewe energiebesparingsmaatreël. Die beplanning van die fasiliteite en geïntegreerde gebruik moet met inagneming van die totale opset geskied. Dikwels is dit in praktyk gevind dat hittepompe gebruik word om hitte uit omgewingslug te onttrek terwyl daar dikwels in die nabye omgewing heelwat warm afvallug genereer word uit verkoelingsinstallasies

en die lug direk in die atmosfeer vrygelaat word. Gelyktydige gebruik van ook afval komponente hou groot voordele in. Die nie-toepassing van energie besparingspraktyke is nie noodwendig toe te skryf aan swak raadgewende praktyke nie maar eerder ook aan die kliënt se nalating van mededeling aan die raadgewer oor presies wat sy energie oogmerke is.

Personeel se betrokkenheid en verpligting om mee te werk in aksies om hulpmiddels beter aan te wend, is van kardinale belang by 'n vragbeheer aksie. Meting van die bereiking van doelwitte en intensiewe vir bewese besparingsaksies, sal ook nodig wees om van hierdie aksie 'n sukses te maak.

Periodieke kort, kragtige, dinamiese bemarkingsaksies om bewustheid by personeel te kweek oor energie, kan meehelp om personeel se betrokkenheid by 'n dikwels onbekende onderwerp, te prikkel. Insentiewe vir doelwit bereiking sal 'n meer positiewe benadering wees as penalisasie vir onderprestasie. Laasgenoemde het 'n negatiewe ondertoon en uitwerking op personeel en veral personeel met innoverende eienskappe mag baie negatief gestem word deur penalisasie.

Vragbeheer deur die vervanging van bestaande andersins nog bruikbare toerusting met energie doeltreffende toerusting, is dikwels nie oortuigend motiveerbaar aan die finansiële bestuurder nie. Die rede hiervoor is gewoonlik dat die gelykbreekpunt oor 'n onaanvaarbare lang periode voorkom of omdat toerusting vervang word wat nog teoreties 'bruikbaar' is.

HOOFSTUK 9

ENERGIE DOELTREFFENDE ONTWERPTEGNIK

1. INLEIDING

Wanneer die ontwerp van 'n totale nuwe kampus, waarvan alle geboue en fasiliteite nuut is, ter sprake is, is dit verkieslik dat 'n oorkoepelende meesterplan vir beide die korttermyn en langtermyn opgestel word in ooreenstemming met

- die missie van die instelling;
- die strategiese plan vir ontwikkeling, uitbreiding en integrering van kursusse;
- die befondsing en kontantvloei beperkings.

By bestaande universiteite en teknikons behels die teenswoordige beplanning van fasiliteite hoofsaaklik die toevoegings van nuwe fasiliteite tot bestaande kampusse, meer ekonomiese bedryf van bestaande fasiliteite en die omskepping van bestaande fasiliteite vir ander gebruik. Selfs in die verband moet dit ooreenkomstig 'n meesterplan uitgevoer word. Vir die doeleindes van energiebeheer word veronderstel dat alle gebruiklike aanloop-ondersoeke soos evaluasies, prioriteitsbepalings, meesterplan nakoming, befondsing vir projekte, reeds voltooi en goedgekeur is. Elke universiteit en technikon beskik oor redelike vryheid en outonome optrede en die enigste owerheidsvoorskriftelikheid is waarskynlik die toepassing van SANSO-norme en voorskrifte ten opsigte van subsidiering en finansiering.

Die teenswoordige finansiële klimaat het, soos reeds in *Deel 1* aangedui,

opvoedkundige instansies gedwing om krities die koste effektiwiteit van die aanbieding van kursusse te oorweeg. In rasionalisasie pogings, met die oog op kostebesparings, is lekker-om-te-hê kursusse en fasiliteite meer verantwoordelik oorweeg deur eers maksimum besetting van bestaande fasiliteite te oorweeg. Aspekte waarna gekyk behoort te word tydens die oorweging van nuwe fasiliteite, word as beheerriglyn in *Tabel 9-1* uiteengesit.

Hierdie nagaanlys is 'n bondige en samevattende algemene kontrole lys wat nuttig mag wees veral waar emosionele voordragte, motiverings of persoonlike beïnvloeding, beide deur professionele span en kliënt, 'n rol mag speel. Die toepassing van 'n eenvormige evaluasie en beswaringstegniek mag objektiwiteit aan die oorweging bied en verseker dat alle relevante faktore wel oorweeg word en dat nuwe fasiliteite in alle opsigte behoorlik evalueer is.

'n Toepaslike LSK- analise behoort ook toegepas te word oor 'n realistiese periode (in die VSA word 10 jaar as realisties aanvaar) en minstens die volgende inligting behoort sigbaar gemaak te word

- kapitale delgingskoste
- bedryfskoste
- personeelkoste
- energiekoste
- inkomste potensiaal.

Deur die professionele span baie vroeg by die ontwerp te betrek sal verseker dat maksimum besparings op alle gebiede behaal kan word. Daar is 'n

geneigdheid en opvatting dat sodra die sketsplanne van nuwe fasiliteite opgestel is, veranderings nie geredelik toegelaat sal word nie.

Tabel 9-1

ALGEMENE ONTWERPKONTROLE LYS

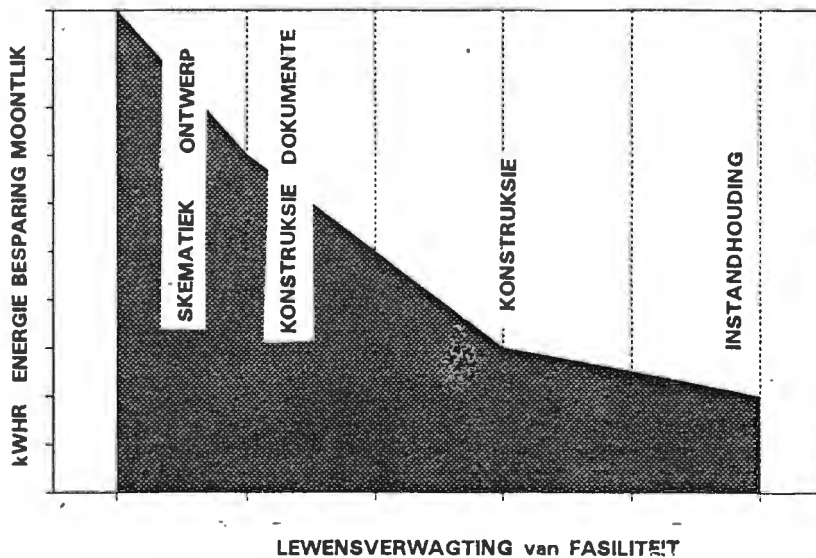
SAMEVATTENDE KONTROLELYS EN BESWARINGSFAKTORE
 NUWE ONTWERPE

SAMEVATTENDE KONTROLELYS EN BESWARINGSFAKTORE NUWE ONTWERPE			
Beskrywing van parameter	Prioriteit	Beswaring 1, 2, 3	Totaal
Behoeftes vir fasiliteit?			
Marknavorsing bevestig behoeftes?			
Ondersteun projek oorkoepelende missie?			
Korttermyn voor/nadele?			
Langtermyn voor/nadele?			
Interaksies met ander afdelings implikasie?			
Spaarkapasiteit elders, kan diens elders gelewer word?			
Privatisering moontlik?			
Afval energie elders hernutbaar?			
Beeldbou, gemeenskapsdiens, statuswaarde?			
Tegnologiese toerusting veroudering?			
SANSO norme voldoen?			
Projektermyn?			
Moontlike alternatiewe gebruik later?			
Omskepbaarheid in toekoms?			
Bedryfskoste?			
Personeelvereistes?			
Kapitale belegging?			
Grootste voordeel/nadeel?			
Kapitale verhoging?			
Wins/verlies potensiaal?			

Namate die projekontwerp vorder, word die besparingsvooruitsigte skraler omdat sekere veranderlike faktore 'vasgemaak' word (*Figuur 9-1*). Aanvanklik is die moontlikhede vir energiebesparings hoog maar neem relatief vinnig af namate die ontwerp en konstruksie voortgaan.

Fig 9-1

ENERGIE BESPARINGSMOONTLIKHEDE vs STADIUM van ONTWERP *



* Erkenning aan California Energy Commission: Energy Efficiency Design Guide Sep 1990 for Detention Facilities

1.1 VERANDERENDE TEGNOLOGIESE VEREISTES

Inligtingstechnologie veranderings beïnvloed die tradisionele geboutrag in die opsig dat die inligtingsnetwerk te alle tye aan die gang moet bly en dat ongeskeduleerde kragonderbrekings uitgeskakel moet word om inligtingsverlies te voorkom. Die toename in die gebruik van inligtingstelsels plaas 'n addisionele energielas op die gebou naamlik:

- energie vir die bedryf van die inligtingnetwerk;

- energie om oortollige hitte wat deur toerusting genereer word, te onttrek;
- voorsiening van ononderbroke kragstelsels.

Die gebruik van "geriefsenergie" soos kantoorverwarming, beligting en teedrinkfasiliteite, is dikwels die oorsaak van oorbelasting en gevolglike uitklink van die elektriese netwerk met gevolglike dataverliese en groot ontwrigtings.

Ten einde dié probleem rondom databeheer en -beveiliging te oorbrug, moet die verdeling van stroombane vir geriefsvrag en noodsaaklike vrag soos in *Skematiek 3-2 in Hoofstuk 3* getoon word, oorweeg word.

Hierdie dubbel stroombaan opset is voordelig deurdat die alternatiewe stroombaan, wat hoofsaaklik geriefsvrag bedien, gedurende die dag en as hoë aanvraag voorkom, tydelik afgeskakel kan word totdat spitsaanvraag genoegsaam daal waarna die gerieflikheidsvrag teruggeskakel kan word.

2. VERANDERINGS VAN BESTAANDE FASILITEITE en HERINDELINGS

By akademiese instellings kom deurlopende omskeppings en veranderings aan bestaande fasiliteite vir ander gebruike, baie algemeen voor. Die redes hiervoor is waarskynlik:

- die verandering in markvereistes. Dikwels vereis praktiese markfaktore dat die opleiding van studente aangepas word. Benewens kursusaanpassing mag dit aanpassing van fasiliteite wees byvoorbeeld die gebruik van elektriese mikroskope of rekenaarhulpmiddels as deel van die kursusse;

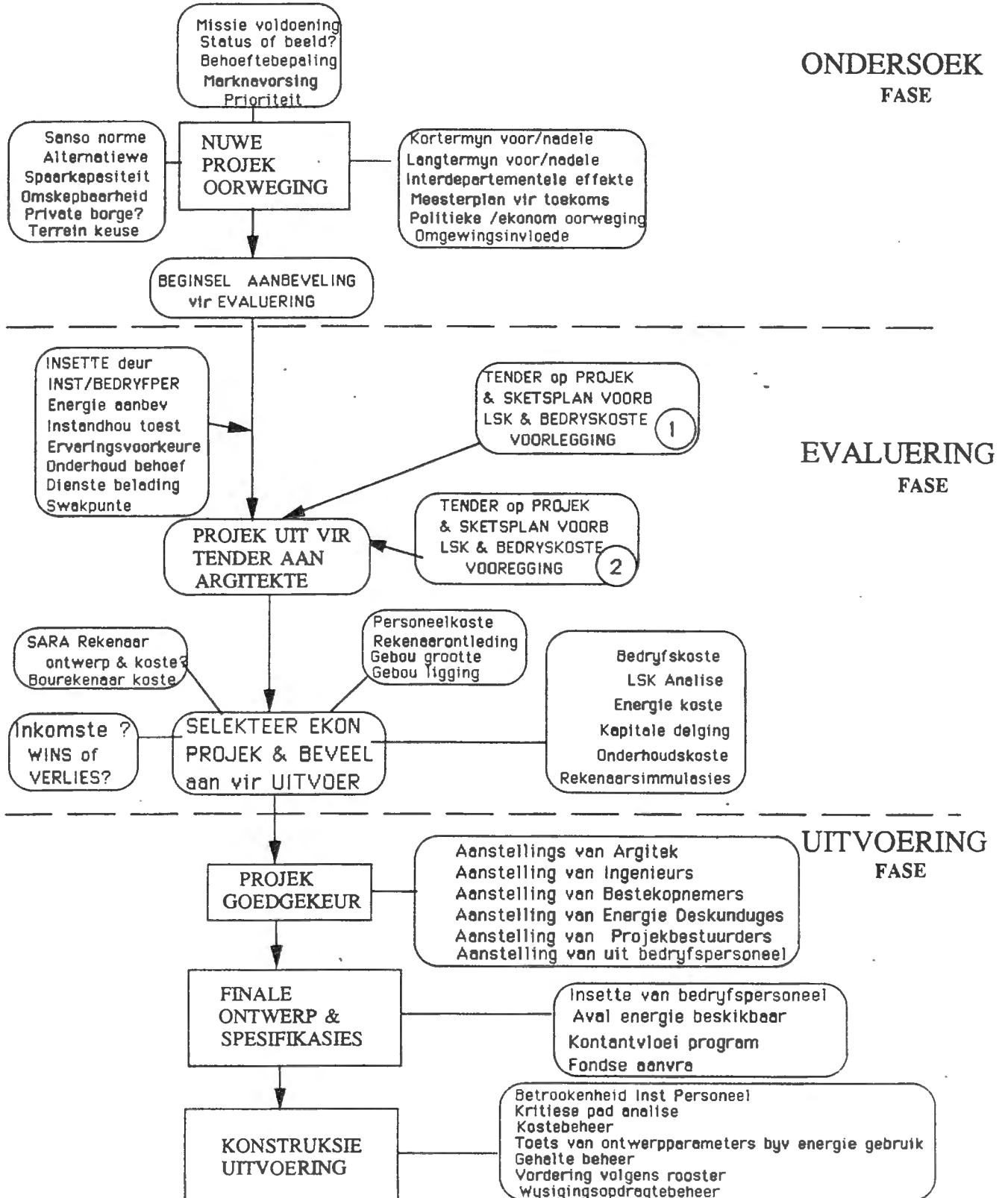
- spraak- en gehoor laboratoriums wat voortdurend volgens behoeftes verander;
- veranderings in mediese tegnologiese tegnieke;
- veranderings in laboratorium tegnologie soos byvoorbeeld by Elektroniese Ingenieurswese se semi-geleier tegnologie wat uiters gesofistikeerde en goed beheerde bedryfstoestande vereis;
- beskikbaarstelling van inligting tegnologie, wat groot netwerk-aanpassings vereis;
- selfstudie en afstand onderrig tegnologie behoeftes;
- tegnologiese vooruitgang en verandering in tradisionele beleid en tegnieke;
- veranderings vereis deur die aanstelling van nuwe personeel. Ervaring het getoon dat die aanstelling van veral senior personeel heel dikwels 'n vlag van veranderings aan bestaande fasiliteite tot gevolg het. Elke senior personeellid wil 'n eie stempel afdruk en selfs binne 'n jaar of minder mag fasiliteite totaal ontoereikend wees vir die nuwe personeellid;
- beter organisatoriese benutting en konsolidasie van fasiliteite om bedryfsprobleme te minimaliseer.

Die ontwerp- en beplanningsbenaderings (aangedui in *Skematiek 9-1*) wat tydens die ondersoekfase van veranderings van bestaande fasiliteite gevolg behoort te word, is vir toepassingsdoeleindes in drie breë kategorieë verdeel naamlik

- ondersoek
- evaluering
- uitvoering

Skematiek 9-1

BETROKKNES by die OORWEGING van VERANDERINGS aan
BESTAANDE FASILITEITE



Tesame met die algemene ontwerp kontrolelys in *Tabel 9-1* behoort hierdie toepassing onverwagte skokke vir die kliënt te voorkom. Met die uitvoer van LSK-analises, behoort die koste van energie as bedryfsuitgawe van die voltooide projek, meer sigbaar te wees vir regstelling of verdere ondersoek alvorens die projek 'n aanvang neem.

Die kennis en ervaring van eie personeel met bestaande bedryfsituasies soos beskikbare spaarkapasiteit of dienste oorbelasting, kan 'n baie belangrike aspek van hierdie beplanning vorm. In die verband is insette nodig

- vanaf die kant van die aanvrager van die verandering;
- vanaf die kant van die instandhoudings- en bedryfspersoneel. Hulle beskik alreeds oor 'n mate van vertroudheid met die bestaande gebou waarvolgens alreeds bepaal kan word of die dit wel aan die verwagtings kan voldoen. Inherent bestaande gebreke kan ook nou tydens die herindelingsfase, waarskynlik goedkoper herstel word.

By die uitvoering van veranderings aan bestaande fasiliteite is die betrokkenheid van die bedryfs/instandhoudingpersoneel van uiterste belang om te verseker dat bestaande dienste vir die res van die gebou, te alle tye aan die gang gehou word terwyl insnydings en verbindings aan bestaande dienste voortgaan.

Akademiese instellings het die nadeel teenoor die kommersiële en industriële sektore, dat geboue en fasiliteite dikwels oor die lewensverwagting van die fasiliteite verskeie kere verander word en vir verskillende ander akademiese toepassings benut word, byvoorbeeld 'n Liggaamlike Opvoedkundigegebou word vir Beeldende Kunste gebruik of 'n Fisik laboratorium word as Chemie-

laboratorium ingerig. Verder vermeerder of verminder die populasie, of toerusting neem die plek in van personeel of vloere is moontlik te lig om toerusting te dra of 'n dameskoshuis word omskep in 'n manskoshuis. Hierdie tendense is nie eiesoortig aan Suid-Afrika nie maar is ook waargeneem by akademiese instellings in die buiteland.

Veranderings en aanpassings aan bestaande fasiliteite vir hoër kapasiteit gebruik of hergebruik vir ander doeleindes as waarvoor dit ontwerp is, kan lei tot omvangryke finansiële implikasies en duur heraanpassing van dienste byvoorbeeld

- die omskepping van 'n dameskoshuis na 'n manskoshuis en omgekeerd vereis dat die ablusie fasiliteite aansienlik verander word byvoorbeeld stort vervang bad en omgekeerd;
- verlengde diensure en hoër populasie in geboue byvoorbeeld biblioteke, kan lugreëling ontoereikend maak;
- omskepping van laboratoriums in kantore of omgekeerd vereis dikwels groot dienste veranderings.

Regstellende aksies by geboue wat nie energie koste-effektief ontwerp is nie, is moontlik maar is dikwels, vanuit 'n bedryfsoogpunt, baie duur.

3. NUWE FASILITEITE

'n Praktyk wat dikwels met goeie resultate tydens die oorweging van totaal nuwe fasiliteite in die private sektor gevolg word, is dat die kliënt verskillende professionele persone gebruik vir die ontwerp van fasiliteite en dat die *verskillende ontwerpe, met LSK analyses volgens kliënt se riglyne*, vir evaluasie voorgelê word. Die voordeel hiervan is dat die kliënt 'n keuse tussen verskillende alternatiewe het wat moontlikhede mag vertoon wat nie

aanvanklik oorweeg is nie. Die nadeel is dat die kliënt vir al die voorleggings moet betaal. As egter in aanmerking geneem word dat voorgeskrewe ontwerpfooië tot op hierdie vroeë stadium, relatief laag is en dat die ontwerp nou beoordeel word op die oorsigtelike bedryfskoste volgens LSK-analises insluitende energie, kan die finansiële voordele deurslaggewend wees.

Die huidige algemene benadering dat 'n argitek dikwels aangestel word sonder bewese ervaring op die spesifieke eiesoortige projek, is alreeds as baie duur finansiële lesse vir die kliënt bewys. Basies aanvaar die kliënt die argitek se ontwerp, met of sonder wysigings, en die ingenieurspan val ook dikwels sonder aandrang op die oorweging van alternatiewes, daarby in en voorsien dan die vereiste hulptoerusting om die gebou diensbaar te maak. Dit bevestig die opmerking (Warburton : Building Design for Energy Economy : Services Energy Effects : 1979):

"..the building services engineering is involved in using this energy to solve the problems created by building enclosures designed without this (energy) awareness"

Van die argitek word verwag om 'n ontwerp te doen en 'n kosteberaming vir begrotingsoorweging doeleindes saam te stel maar dit beteken nie noodwendig dat die projek voortgaan nie. Sonder ten minste sketsplanne en 'n lewenssiklus koste- analise, kan die kliënt nie 'n oorsigtelike en volledige evaluasie van die projek doen nie.

Die argitek word dikwels toegelaat om so ver met die ontwerp voort te gaan, dikwels tot die punt van redelik volledige ontwerp terwille van koste volledigheid , dat sy opdrag, om etiese redes, nie beëindig kan word nie.

Die kliënt openbaar dikwels nie sterk oorwegings oor byvoorbeeld

- die posisie van gebou;
- die vorm van gebou;
- die afwerking van die gebou nie.

Nogtans behoort aangedring te word op energie analyses van die ontwerp. Die versuim van die kliënt om op 'n vroeë stadium op 'n energie- of lewenssiklus koste-analise aan te dring, lei daartoe dat die kliënt nie behoorlik inlig word oor moontlike deurslaggewende toekomstige bedryfskoste nie.

Die gebruik van die **SARA-ontwerpprogram (SARA Systems, Inc Facility Development System, Vancouver)** deur, onder andere, universiteite in die VSA, hou die voordeel in

- van toegang tot 'n enorme databank, vir verskillende tipe geboue, soos gebruik deur universiteite en kolleges in die VSA. Inligting word vereenvoudig na gemiddelde waardes van byvoorbeeld praktiese ruimtegroottes, gepaardgaande fasiliteite, boukoste, ensovoorts
- dat alle verbandhoudende plaaslike en internasionale veiligheidsvoorskrifte en boukoste vervat word en gebaseer word op praktiese data voorsien deur deelnemende universiteite en kolleges.

Die gebruik van die **SARA-fasiliteit** neem die volgende insette, volgens die kliënt se behoefte in berekening, byvoorbeeld

- tipe fakulteit;
- studentegetalle;
- geografiese gebied;
- regulasies van plaaslike owerheid.

Binne die bestek van 10-15 minute (gebaseer op 1991 ervaring), word 'n toepaslike fasiliteitontwerp en -uitleg vir begrotingsdoeleindes verkry, met inbegrip van die mees ekonomiese uitlegplan asook heersende boukoste.

Die gebruik van die rekenaarondersteunde ontwerpprogram hou besondere voordele in vir die gebruiker deurdat

- 'n vinnige en akkurate ontwerp met skets tekeninge gedoen kan word;
- die aanstelling van 'n argitek, om die ontwerp te doen, nie nodig is nie. Die kliënt is gevolglik ook nie gekompromiteer nie;
- veranderings volgens die kliënt se voorkeur aan die aanvanklike, mees ekonomiese ontwerp aangebring kan word en weer vinnig herbereken kan word;
- verskillende LSK- en energieberekenings gedoen kan word wat dikwels klein veranderings mag vereis maar groot bedryfskoste implikasies tot gevolg kan hê;
- dit 'n metode bied om die uiteindelijke ontwerp van die argitek te monitor en te laat afskaal na meer realistiese en ekonomiese ontwerpe.

Aangesien die inligting baseer is op die gemiddelde waardes van verskillende bestaande fasiliteite, is die inligting redelik verteenwoordigend, realisties en akkuraat genoeg om as vertrekpunt vir nuwe ontwerpe te dien. Dié hulpmiddel word tans met groot vrug gebruik, juis om te verseker dat fasiliteite ekonomies ontwerp word en dat die kliënt nie betaal vir idees wat nie tot volle voordeel van sy behoeftes strek nie. Sekere van die raadgewende argitekke vir universiteite in die VSA maak ook gebruik van die program om hulle eie ontwerpe te kontroleer wel wetende die kliënt gaan dit doen!

Beperkings in die gebruik van sekere fasiliteite moet in aanmerking geneem word. Dit is byvoorbeeld 'n aanvaarde feit dat die energie doeltreffendheid van sentrale lugreëling beter is as die van ekwivalente individuele lugreëling-eenhede. As die gebruikskapasiteit egter verminder word, kan sentrale lugreëling onekonomies wees veral as 'n volle sentrale aanleg moet loop in tye van baie beperkte gebruik.

Die gebruik van 'n gebou of fasiliteit moet deeglik in aanmerking geneem word tydens ontwerp, veral met betrekking tot energie-effektiwiteit. Dit is noodsaaklik dat die volgende *tydens* ontwerp van nuwe fasiliteite in gedagte gehou sal word:

- Fondse beskikbaar vir nuwe fasiliteite;
- Begrote jaarlikse bedryfskoste, insluitende energie en instandhouding;
- Kan die ligging van die gebou optimaal geplaas word, dit is Noord?;
- Kan van natuurlike lig en ventilasie gebruik gemaak word, minstens sover moontlik?;
- Invloed van eksterne omgewing/klimaat veral mid-winter (verhitting) en mid-somer (verkoeling);
- Kan die gebou moontlik in die voorsienbare toekoms vir ander gebruik omskep word?;
- Hoogte van die gebou. Kan die gebou verkieslik horisontaal ontwerp word met binnehof vir die benutting van natuurlike lig;
- Minimaliseer meganiese vervoersisteme. Die vervoersisteme van die 22-verdieping Geesteswetenskappe gebou van UP, het 'n minimum maandelikse energiekoste, gelykstaande aan die van 15 gemiddelde woonhuise, getoon! Moderne elektroniese en rekenaar tegnologie vir die beheer van vervoersisteme, kan aansienlike energie besparings laat realiseer soos gevind is toe die spesifieke gebou daarvolgens opgradeer is;

- Besetting en gebruik van fasiliteite. Waar die gebruik van klein gedeeltes vir langer periodes voorkom, moet die gedeeltes nie aan die sentrale ventilasie of vervoersisteme verbind word nie. Aanvullende enkel eenhede waarvan die bedryfstyd na goeddunke gewissel kan word, kan energie doeltreffendheid verseker;
- Hou verbandhoudende aktiwiteite bymekaar. Reistyd, looptyd en onaktiewe tyd kan so tot die minimum beperk word;
- Beperkings wat die spesifieke gebruik van fasiliteit reflekteer op toerusting, byvoorbeeld verlaging in kapasiteit as gevolg van verspreide besetting;

Hoë geboue vertoon dikwels baie goed en handhaaf 'n mate van prestige. Tog openbaar hierdie hoë geboue, juis as gevolg van die hoogte, 'n aantal bedryfsprobleme soos

- studentebesoeke aan dosente is gewoonlik beperk tot tussen periodes en plaas, vir 'n kort tyd, 'n hoë las op die vervoersisteme van die gebou;
- aktiwiteite wat oor verskillende vloere verspreid is, is nie net tydrowend nie maar plaas ook 'n hoë las op die vervoersisteme en lei tot verhoogde energiegebruik en laer personeel produktiwiteit;
- die bruikbare vloerruimte neem ook af as gevolg van hysers en trapportale;
- die ontwerp van dienssisteme soos lugreëling en beligting, wat totaal afhanklik is van bronne anders as natuurlike bronne, plaas hoë aanspraak op energiebronne en is grootliks ontwrigtend as energiebronne onderbreek word;
- duurder onderhoud van byvoorbeeld vensters, buite skoonmaak van gebou;
- ontruiming en ander gevare tydens noodsituasies en brande (SALU-gebou in Pretoria , Junie 1994). Koste van betroubare en goed

instandgehoude waarskuwingsisteme is dikwels heelwat hoër namate die gebou hoër is.

Van die belangrikste voordele is waarskynlik die handhawing van 'n hoëdigtheid personeel per eenheid grondoppervlakte, veral as grondkoste hoog is.

3.1 'n GEVALLE STUDIE : 'n PRAKTIESE DOELGERIGTE ENERGIE-EFFEKTIEWE ONTWERP = DIE STANDARD BANKGEBOU JOHANNESBURG

Tydens 'n steekproef opname by 'n bekende bankgebou in Johannesburg is gevind dat meer as 20% van die personeeltyd onproduktief deur loop- en reistyd tussen geboue en vloere aangewend word. Dit is ook van kardinale belang vir universiteite en teknikons dat waar die uitbreiding van afdelings se werksaamhede nie in dieselfde geografiese area kan voortgaan nie, dit nie oor verskillende vloere of selfs geboue gedentraliseer word nie of ten minste, vooruit bereken word. Ofskoon elektroniese media kommunikasie vergemaklik, word produktiewe werkstyd deur kommunikasietyd verminder.

Dat oorweging van bogenoemde riglyne, met gunstige gevolge, in praktyk uitgevoer kan word, spreek uit die voordrag (*Birrer, W A : Enerconomy 93 - Standard Bank Centre - A Corporate Landlord's Approach to Energy Conservation*) waarin die vereistes vir 'n koste-effektiewe ontwerp as volg gestel word, naamlik

- besparing van energie;
- ruimtes moet heraanwendbaar wees teen minimum ontwinging en koste, soos wat behoeftes verander. Verspreiding oor verskeie vloere moet vermy word;

- dienste, met inbegrip van data kommunikasie, moet maklik aanpasbaar en bereikbaar wees.

Voortspruitend uit die oorwegings is die volgende riglyne gestel vir die nuwe bankgebou, naamlik:

- lae hoogte gebou met maklike, eenvoudige en vinnige vertikale kommunikasie;
- voldoende vloerruimtes om groot verbandhoudende aktiwiteite te akkommodeer. Totale buigsaamheid;
- energiedoeltreffende ontwerp met inbegrip van 'n effektiewe termiese stoor kapasiteit in die gebouhuls;
- waar sentrale lugreëlingstelsels nie koste doeltreffend teen lae besetting bedryf kan word nie, gebruik individuele stelsels aanvullend.

Die toepassing van hierdie riglyne, nie net op die eerste bankgebou te Simmondsstraat 6 nie, maar ook op die tweede te Simmondsstraat 5, het daartoe gelei dat ESKOM se prestige Energie Effektiewe Ontwerp Toekenning (EEEDA) vir beide geboue ontvang is.

In hierdie besondere ontwerpe is spesifieke aandag geskenk aan alle aspekte wat ekonomiese bedryf kan bevoordeel. Minimum bedryfskoste is ten doel gestel en besondere aandag is aan 'n tradisionele groot uitgawe pos naamlik **ENERGIE** geskenk.

Die professionele span het verskeie energie simulasies tydens die ontwerp uitgevoer om te verseker dat die gebou na voltooiing energie doeltreffend sal wees. Van die simulasies het ingesluit

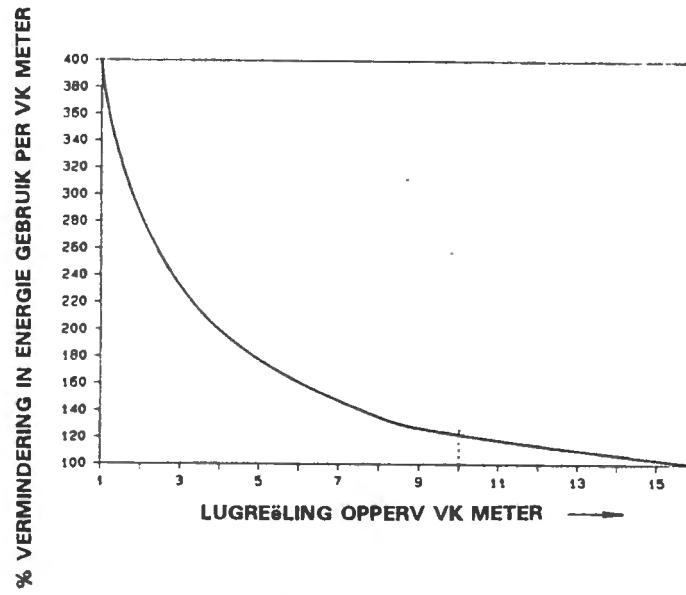
- die gebou ligging

- die gebouform en afmetings
- die geboustruktuur as termiese stoor

Sommige van die resultate word in *Grafieke 9-1* tot *9-3* uitgebeeld.

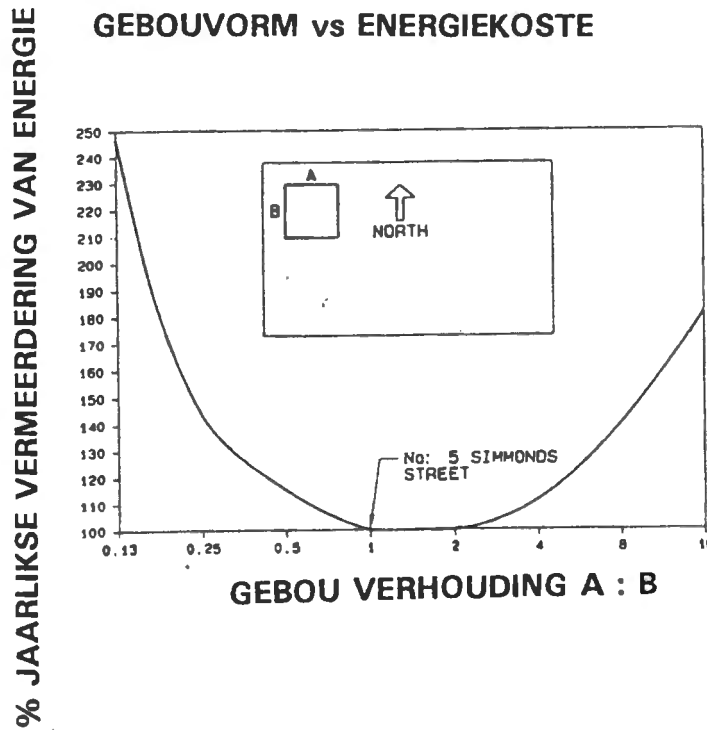
Grafiek 9-1

LUGREËLINGKOSTE vs VLOEROPPERVLAKTE

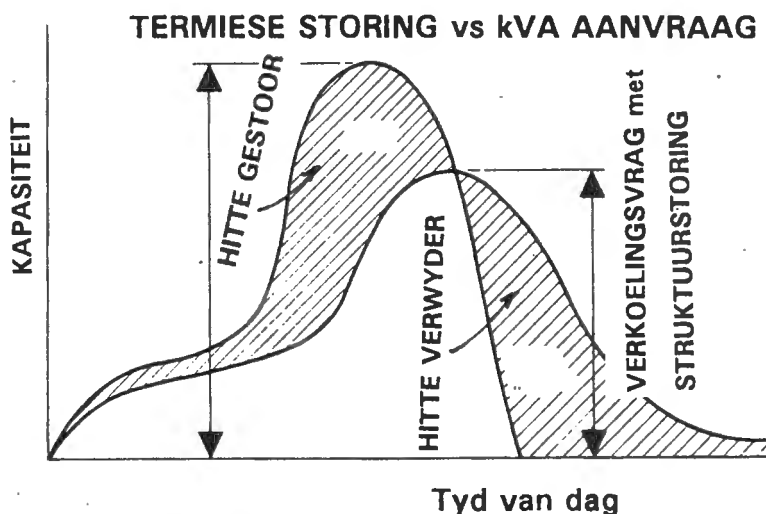


Grafiek 9-2

GEBOUFORM vs ENERGIEKOSTE



Grafiek 9-3



*Alle inligting is ontleen uit PLANNING 101 JANUARY 1989 : AVONWOLD PUBLISHING ROSEBANK
JOHANNESBURG) **

**) Vergunning en erkenning aan die professionele span bestaande uit MLH & Partners, Farrow Laing, Ove Arup Inc.,
Spoormaker & Part., Claassen Auret Inc., Steyn van Rensburg & Part., Rilling, L. Levien Assoc., Rapp & Maister Con.*

Ander kenmerke wat ook ingesluit is en wat die energie gebruikspatroon gunstig beïnvloed is

- dubbele glaswing met lug spleet tussenin wat natuurlike konveksie moontlik maak. Die verhouding van venster tot beton buiteoppervlakte is op 1 : 5 gehandhaaf. Die klein vensters beperk uitsig na buite - is dit 'n faktor in 'n werksomgewing?;
- oopplan konstruksie lei daartoe dat relatief klein lugreëling kapasiteit benodig word. Lug word vanaf relatiewe koue inlaat na masjiene ingevoer. Plaaslike lughanteringseenhede is aanvullend installeer;
- taakbeligting gekoppel aan werkstasie. Algemene aanvullende indirekte beligtingspeil laag;
- koffer tipe beton plafonkonstruksie verbeter die termiese kapasiteit;
- vals vloere dien as ruimte vir verspreidingsdienste, insluitende lugreëling. Natuurlike konveksie bevorder vloei van warm lug na bo.

Beide hierdie geboue is privaat kommersiële geboue en moet inkomste teen kompeterende tariewe verdien. Die toepassing van tegnies ondersteunde energie ontwerpriglyne het daartoe gelei dat in die nuwe gebou

dubbel die vloerruimte teen halfte van die vorige gebou se energiekoste voorsien is, dit beteken 'n *energie besparingsverhouding van 4:1*.

3.2 PRAKTIESE ALGEMENE ENERGIEBEHEER

Algemene praktiese en bewese energiebeheeraksies wat spesifiek bruikbaar is vir opvoedkundige inrigtings indien fasiliteite dienooreenkomstig ontwerp word, sluit in:

3.2.1 Periodieke afskakeling van minder noodsaaklike vrag

Hierdie tegniek word met groot vrag gebruik, veral waar sentrale lugreëling met lokale herverhitting gebruik word. Herverhittingselemente per kantoor is volgens dieselfde "onderbrekingsbeginsel" uitgeskakel en moet individueel per kantoor "herstel" word indien die gebruiker in die kantoor is. Dit is besonder nuttig tydens wintertoestande en waar dosente vir lang periodes uit kantore afwesig was. 'n Paar "onderbrekings" soggens verseker dat kantore nie onnodig verhit word tydens nie-besetting nie.

Die stelsel is ook nuttig waar personeel versuim om toerusting of ligte in kantore en lesingsale na-uurs af te skakel of waar lugreëling in lesingsale "aan" bly. Tydelike sentrale onderbreking en plaaslike "herstel", verseker dat onnodige vrag afgeskakel word.

Koshuis kamervragte kan op soortgelyke wyse beskerm word. Dit is gevind dat studente, veral in die winter, verwarmers aangeskakel laat ten einde te

verseker dat kamers "behaaglik" is as hulle terugkom van klasse. Hierdie "onderbrekingsbeginsels" kan egter nie toegepas word nie vanweë die feit dat studente rekenaars gebruik en die oplossing was om die stroombaan-uitgang met 'n 5 ampere stroombreker te beskerm. Dit beperk die totale vrag per kamer tot $5 \times 230/1000 = 1.15$ kVA

3.2.2 Gebruiker gekoppelde energiebeheer

'n Stelsel wat veral in hotelle gebruik word is om, wanneer die kamer se sleutel verwyder word, die krag in die kamer outomaties af te skakel, dit wil sê geen verwarmers, stoof, koelkas, lugreëling of warmkometers bly aangeskakel tydens afwesigheid nie (sien ook afdeling 2 in *Hoofstuk 8*).

4. ONTWERP NAGAANLYSTE

Die omvang van alle beheerbare faktore wat 'n bydrae tot die geboue se energie rekening kan lewer, kan nie gering geskat word nie. Baie van die aspekte is interafhanklik en ontwerpe kan nie in isolasie gedoen word nie. Dit is noodsaaklik dat 'n energie kontrole lys deur die ontwerpspan gebruik sal word ten einde enige oorsigte tydens ontwerp te minimaliseer.

Enige voorskriftelikheid deur die kliënt moet vroegtydig ingesluit word aangesien dit ook 'n wesentlike uitwerking op die energie-aanwendig kan hê. As die gebouhuls byvoorbeeld termies traag is en geabsorbeerde energie na binne deurlaat om in die nag behaaglikheids-toestande te skep met die oog op die volgende werkskof, sal mat- of houtpaneelafwerking binne in lokale hierdie doelwit ernstig benadeel.

Die opstel van 'n toepaslike energie kontrole lys tydens ontwerp (*Bylae E*),

hou die voordeel in dat oorsigte tot 'n minimum beperk word. 'n Kombinerings van die kontrole lys met die riglyne van **UNIFORMAT** wat vir **LSK-analises** gebruik word, kan groter trefkrag en meer volledigheid verseker.

Dit is ook tydens die ondersoek bevind dat verskillende instansies eiesoortige probleme of voorkeure het. Dit is daarom noodsaaklik dat elke kliënt **AKTIEF** betrokke is by sy ontwerpe, dat veralgemenings en veronderstellings minimaliseer word en dat hy self sy energie kontrolelys vir die besondere opset aanpas.

Die opstel van so 'n lys sal gesamentlik deur die kliënt, die argitek, die dienstekonsultant en die energiekonsultant bepaal moet word. Tipiese items wat in so 'n algemene lys vervat behoort te word, word in die aanvakklike kontrolelys (sien *Tabel 9-1*) aangetoon.

5. DIE EKSTERNE OMGEWING

5.1 DIE MAKRO OMGEWING - DIE SON SE INVLOED op GEBOUE

Die volle beheer van omgewingsinvloede is belangrik omdat die uitsluiting of afskerming van omgewingsinvloede, vanuit 'n energie oogpunt, voor- of nadelig kan wees, afhangende van seisoensveranderings of ander omgewingsomstandighede.

In Suid-Afrika (Suidelike halfrond) word geboue vir maksimum behaaglikheid, veral in die winter, noord gerig (of 'n paar grade oos van noord). Geboue in die Noordelike halfrond daarenteen, word suid gerig.

Die hoek waarteen die son die gebou tref, wissel volgens somer en winter en ook volgens breedtegraad. In die somer neig die son meer vertikaal terwyl die son in die wintertyd meer horisontaal lê soos in **Figuur 9-2(a-b)** aangetoon. **Tabel 9-4** toon die somer en winter hoeke van die son vir verskeie plekke in die Republiek asook wanneer die vensters wat noord wys, met behulp van korrek ontwerpte oorhange of andersins, afgeskerm moet word teen penetrasie van ongunstige hitte. Die "verskuiwing" van die son van winter tot somer hou verband met die ietwat onsimmetriese baan van die aarde rondom die son sowel as die $23^{\circ} 30'$ helling van die aarde se as relatief tot Noord

Fig 9-2a

HELLING van AARDE se AS

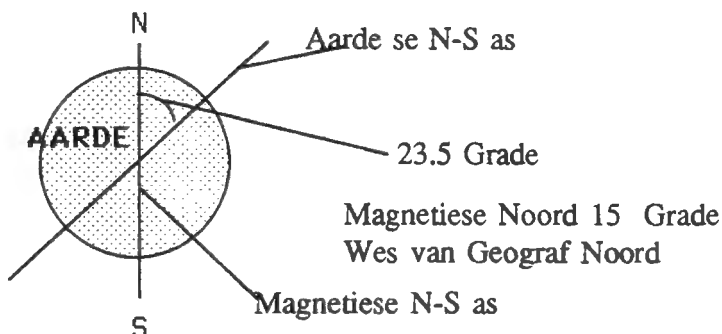
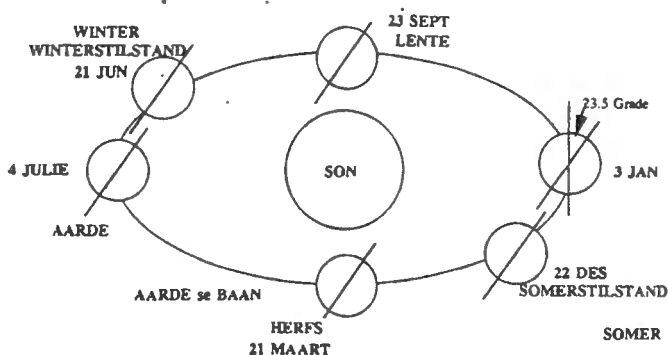


Fig 9-2b

DIE POSISIE VAN DIE SON VOLGENS DIE TYD VAN DIE JAAR



Die son se hoek relatief tot die aarde se geografiese Noord-Suid is bekend as die AZIMUTH-hoek, die rigting van die son is die AZIMUTH van die son.

Hiervolgens is vier definitiewe datums waarneembaar vir die Suidelike Halfrond naamlik

- Middel winter 21 Junie
- Middel somer 22 Desember
- Lente dag/nag ewening 23 September
- Herfs dag/nag ewening 21 Maart

Die magnetiese noord is $15^{\circ} 7'$ wes van werklike noord.

Om die maksimum hitte-energie tydens die winter te geniet, is dit gebruikelik in die suidelike halfrond om huise se populêre aansigte 15° oos van die magnetiese noord te plaas, dit is direk noord. In die geval van die noordelike halfrond moet die plasing suid wees. Die breedtegraad en hoogte bo seespieël sal die invalshoek van die son beïnvloed en die hoek moet vir elke besondere gebied in die land in aanmerking geneem word (sien *Tabel 9-4*).

Die geografiese ligging asook klimaat, waarby ingesluit word windtoestande, asook aangrensende geboue wat moontlike beskerming bied of geboue met weerkaatsende vensters, moet in aanmerking geneem word tydens die ontwerp.

5.2 DIE EKSTERNE GEBOU OMGEWING

Hierdie omgewing is die omgewing wat onmiddelik buite die gebou voorkom of, anders gestel, die gebou se eksterne aspekte wat in die nuwe ontwerp

ingesluit behoort te word.

Raadgewende argitekthe in die VSA, Anderson De Bartolo asook die California Energiekommissie (*Energy Efficiency Design Guide : 1990*) hou baie pertinente ontwerpaanbevelings voor vir, onder andere, universiteite en kolleges .

Die California Energy Commission stel dit duidelik dat hoe verder die ontwerp vorder, hoe kleiner word die moontlikheid van energie doeltreffende ontwerp en energiebesparing (*Fig 9-1*). Die klem val veral op energie-effektiewe **beplanning van nuwe fasiliteite** en wel omdat aanpassings in bestaande geboue dikwels moeilik of selfs onmoontlik is en minstens ook gewoonlik baie duur is.

Die effek van omgewingslug en veral wind op 'n gebou is

- afkoeling of verwarming van die geboumassa deur direkte kontak met die gebou, hetsy op mure, dak en veral onder deur die gebou waar dikwels onbeskermdes parkeerareas voorkom;
- penetrasie in die gebouhuls deur krake, vensters, deure, dakoorhange;
- windspoed, windtemperatuur en humiditeit het ook 'n invloed op die termiese kapasiteit van die gebouhuls.

Die effek van wind word grootliks beïnvloed deur voortdurende veranderinge, byvoorbeeld

- oprigting van ander geboue en toename in gebouedigtheid;
- bome, struik wat verander;
- damme, water opgaargebiede, riviere.

5.2.1 Gebou ligging

Soos reeds aangetoon is dit in Suid-Afrika sinvol om geboue noord te rig om die maksimum stralingsverhitting vanaf die son in die winter en die minimum stralingsverhitting in die somer te geniet. Verandering van die rigting relatief tot noord kan daartoe lei dat bogenoemde doelwitte nie ten volle bereik word nie en selfs uiters nadelige gevolge kan hê.

Moderne rekenaarprogramme bied geleentheid om die optimale ontwerp-rigting van 'n spesifieke gebou, relatief tot noord, te bepaal wanneer minimum of maksimum stralingsenergie die gebou binnedring. Dieselfde effek kan ook verkry word deur vensterafskerming. Programme waarna spesifiek verwys word en wat vir Suid-Afrikaanse toestande ontwerp is, is **QUICK** en **EASY**(Sien latere verwysings)

Dit is egter nie die enigste oorweging nie. Indien die optimale plasing van 'n nuwe gebou, weens die meesterplan van die organisasie, nie moontlik is nie, behoort die huidige kapitale koste sowel as die langtermyn bedryfskoste vergelyk te word en aan Topbestuur voorgehou te word om te beslis of die energie-oneffektiewe plasing regverdigbaar en aanvaarbaar is.

'n Gevalle studie - Hospitaalgebou

'n Praktiese geval wat met behulp van die 'n rekenaar simulasie program toegepas is op 'n voorgenome nuwe akademiese hospitaal, het duidelik die vragveranderings met liggingveranderings getoon. Sewe gesimmuleerde rigtings-veranderings en die effek daarvan op die energie wat verwyder moet word, word in *Tabelle 9-2* , *9-3* en *Grafiek 9-4* aangedui.

Tabel 9-2

GEBOU LIGGINGVERANDERING

1.	AZIMUTH	Noord
2.	AZIMUTH	Noord 20° Oos
3.	AZIMUTH	Noord 40° Oos
4.	AZIMUTH	Oos
5.	AZIMUTH	Wes
6.	AZIMUTH	Noord 20° Wes
7.	AZIMUTH	Noord 40° Wes

Drie tipes afskermingskombinasies is voor vensters gebruik naamlik

1. Geen afskerming nie
2. Oorhang (horisontaal) 1500mm, ahang (vertikaal) 350mm
3. Oorhang alleen (horisontaal) 800mm.

In die besondere konfigurasie, is vir elk van die drie gevalle die totale energie-behoefte, dit is die ongunstige energie opbou vir elke rigtingverandering, getoon. Die geval waar beide horisontale en vertikale oorhang bereken is, het, soos verwag, die laagste energiebehoefte vir lugreëling getoon.

Met hierdie geval as verwysing, dit is Noord met horisontale- en vertikale oorhang, is al die ander gevalle bereken en in **Tabel 9-3** en **Grafiek 9-4** uiteengesit. Die wes en oos plasing van die gebou het 55% meer energie vereis. Hierdie toestand kan verbeter word na 23% as slegs horisontale afskerming gedoen is. As beide horisontale en vertikale afskerming gebruik is kan hierdie syfer verder verminder word na 6% meer energie as wanneer die gebou direk Noord geplaas word.

Tabel 9-3*

ENERGIEVERANDERING vs VERANDERING VAN GEBOULIGGING

PRETORIA HOSPITAAL LUGREËLING ONTWERP SIMMULASIE VOLGENS BSIMAC 4*

GEOUBESONDERHEDE Vensterafskerming - Geen, geen oorhang Vloerarea 36194 vk meter

	AZIMUTH Noord	AZIMUTH Noordoos 20	AZIMUTH Noordoos 40	AZIMUTH Oos	AZIMUTH Wes	AZIMUTH Noordwes 20	AZIMUTH Noordwes 40
Vrag kW	3392.68	3588.87	3993.26	4513.51	4513.51	3631.75	4026.71
% Verhoging	0	5.78	17.7	33.04	33.04	7.05	18.89

GEOUBESONDERHEDE Vensterafskerming - Oorhang 1500mm Aftang 350mm Vloerarea 36194 vk meter

	AZIMUTH Noord	AZIMUTH Noordoos 20	AZIMUTH Noordoos 40	AZIMUTH Oos	AZIMUTH Wes	AZIMUTH Noordwes 20	AZIMUTH Noordwes 40
Vrag kW	2896.5	2907.48	3013.98	3076.16	3076.16	2900.8	2927.1
% Verhoging	0	0.38	4.06	6.2	6.2	0.15	1.06

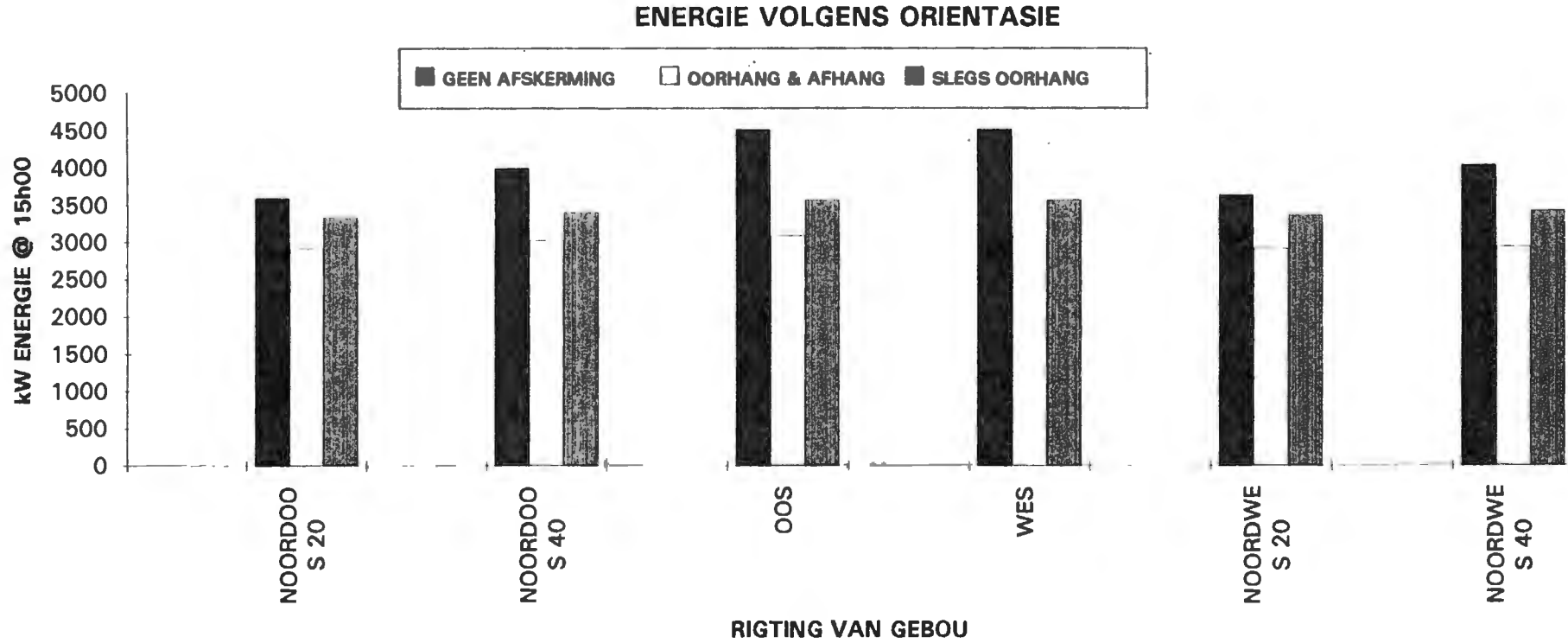
GEOUBESONDERHEDE Vensterafskerming - Oorhang 800mm Vloerarea 36194 vk m

	AZIMUTH Noord	AZIMUTH Noordoos 20	AZIMUTH Noordoos 40	AZIMUTH Oos	AZIMUTH Wes	AZIMUTH Noordwes 20	AZIMUTH Noordwes 40
Vrag kW	3319.92	3329.93	3401.13	3564.37	3564.37	3351.79	3416.4
% Verhoging	0	0.3	2.45	7.36	7.37	0.96	2.91

*P. von Wiellich Raadgewende Ingenieurs Pretoria

Grafiek 9-4

ENERGIEVERANDERING vs VERANDERING VAN GEBOULIGGING



Benewens die reeds bespreekte ontwerpvoorsorge is daar nog ander tegnieke wat aangewend kan word en wat elkeen 'n effek kan hê op geleidingsenergie, konveksie-energie, stralingsenergie en ligenergie.

'n Aantal van die meer praktiese tegnieke is saamgevat en die wetenskaplike effek van elkeen op stralings-, konveksie-, geleidings- en ligenergie word aangedui in *Bylae E(v) en (vi)* en kan as 'vinnige verwysing' vir kontrole-doeleindes deur kliënte gebruik word.

Hitte wat die geboue van buite kan indring, kom hoofsaaklik in vyf basiese kategorieë voor naamlik, straling, konveksie, geleiding, lig, of wind. Hierdie begrippe kan definiëer word as:

Straling: Dit beteken direkte penetrasie veral deur vensters - energie penetreer in reguit lyne vanaf die bron (waarskynlik die son).

Konveksieverhitting: Dit word dikwels in geboue ondervind deur die verhitting van lug en die gepaardgaande styging van sodanige lug.

Geleiding: Dit is die direkte oordraging van hitte deur fisiese kontak tussen die warm bron en die koue liggaam.

Ligenergie: Wat vertrekke deur vensters penetreer se golflengte kan verander na penetrasie van die ruit en dan as 'n hittegolf reageer (kweekhuis effek).

Lekkasie: Dit impliseer hitte- of koue- uitdraging deur die wind se effek.

Die geboustruktuur, dit is die tipe materiaal, die manier van konstruksie en vorm, beïnvloed grootliks die effek van die genoemde kategorieë hitte oordraging. 'n Relatief swak termiese materiaal sal geleidingshitte maklik deurlaat en 'n relatief vinnige temperatuur reaksietyd hê namate buite

omstandighede of temperature verander. 'n Swaar konstruksie daarenteen is termies traag ten opsigte van temperatuurswisselinge. (Sien ook ***Tabelle 9-10 en 9-11***)

Tegnieke vir die afskerming van geboue sluit in afskerming deur grond op te hoop of struik aan die weste, ooste en noordekant te plant om so die termiese massa te verhoog, die voorsiening van daktuine of ondergrondse ventilasiesistels om toevoerlug deur die grondmassa te laat afkoel.

In verhouding tot verskeie Europese en Amerikaanse lande, ervaar Suid-Afrika 'n relatief hoë persentasie sonskyndae per jaar. Desnieteenstaande word relatief min gebruik van natuurlike daglig gemaak. Die huidige tendens van ontwerp is om groot vensters te installeer, maar as gevolg van direkte son penetrasie, moet blinders of gordyne dikwels permanent voorsien word. Daarna moet weer van kunsmatige lig gebruik gemaak word omdat afskerming deur gordyne of blinders die lokaal te donker maak! (***Foto 9-2***)

5.3 VENSTERAFSKERMING

Die uitstraling van sonenergie strek oor 'n wye spektrum van golflengtes dog slegs 'n relatiewe klein gedeelte van hierdie elektromagnetiese spektrum is van direkte belang vir die mens. Sommige van die golflengtes, byvoorbeeld x-strale, is heeltemaal onsigbaar vir die menslike oog. Die gedeelte van die spektrum van elektromeganiese golwe wat wel sigbaar is, word as verskillende kleure interpreteer.

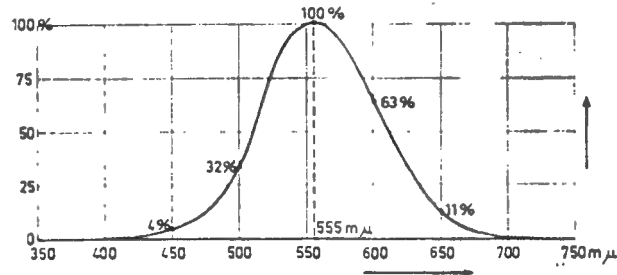
Golwe korter as 400 m μ golflengte, staan bekend as ultra-violet en is onsigbaar vir die menslike oog. Die effek van dié golflengte is vernietigend,

en dit verweer enige organiese materiaal. Golwe langer as 700 m μ golflengte, staan bekend as infra-rooi. Alhoewel die golwe ook nie sigbaar is nie, het dit 'n aansienlike verhittingseffek.

Die menslike oog is gewoonlik uiters sensitief vir die 555 m μ golwe wat bekend is as geel/groen lig. Lig wat ryk is in die golflengte vertoon gevolglik skerper vir die menslike oog omdat die menslike oog hier meer sensitief is. Die graad van waarneembaarheid word in **Grafiek 9-5** aangetoon. **Tabel 9-4** toon die sigbare spektrum van golflengtes

Grafiek 9-5

SENSITIWITEIT van MENSLIKE OOG vir LIG



Tabel 9-4

SIGBARE GOLFLENGTES

Golflengte m μ	Kleurpersepsie vir Menslike Oog
	Ultra violet - onsigbaar
380 - 420	Violet
420 - 495	Blou
495 - 566	Groen - menslike oog se hoogste sensitiwiteit
566 - 589	Geel
589 - 627	Oranje
627 - 780	Rooi
	Infra rooi - onsigbaar

Die verandering van golflengte en die gepaardgaande golfeienskappe, kan wel waargeneem word wanneer die elektromagnetiese golwe deur verskillende media soos byvoorbeeld glas, mure en dakke dring.

Die penetrasie van beperkte stralingsenergie deur spesiale tipes glas soos weerkaatsende glas, filtrerende glas, ensovoorts, het die nadeel dat, nadat die relatief kort golwe die glas deurgedring het, 'n frekwensie verandering plaasvind. Die kortgolf verander in 'n langgolf en kan nie weer geredelik deur die glas terug dring nie. Hierdie langgolwe reageer dan volgens die verhittingsgedeelte van die spektrum. Hitte bly gevolglik binne die ruimte, bou voortdurend op en gee so aanleiding tot die bekende **KWEEKHUIS** effek. Juis vir hierdie selfde rede moet weerkaatsende films op ruitglas **BUTE** op vensters aangebring word.

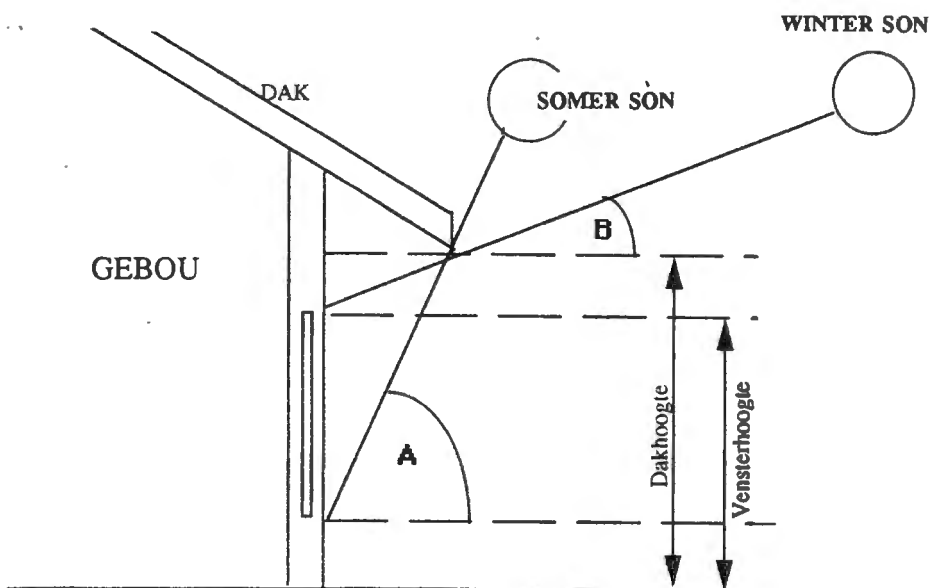
In geval van skoon ruitglas, is die posisie nog meer ernstig. In navorsing gedoen (*Lotz, F J & van Straaten, J F : 1967*) is bevind dat soveel as 84% van die sonenergie wat direk op 'n skoon ruit val, deurgelaat word terwyl 13% absorbeer word. Dit word verder beklemtoon dat aansienlike temperatuurstygings voorkom, veral onmiddellik binne die ruit en veral in die spesiale glas kategorie, wat soveel as 40% warmer is as die omgewingstemperatuur. 'n Groot gedeelte van die hitte is reeds binne die gebou en moet verwyder word om die ruimtetemperatuur behaaglik te hou.

In die ondersoek is talle geboue gevind waar die temperatuur van spesiale glas so hoog gestyg het dat buitengewoon hoë uitsetting voorgekom het met gevolglike kraging van ruitpanele. Hierdie faktor is veral van belang waar geboue groot blootgestelde buitevensters het.

Die hoogte van die venster en die dakoorhang sal bepaal of son die gebou in die somer of die winter kan binnedring. In die somer, wanneer die son meer vertikaal is, moet voorkom word dat hitte deur direkte straling die vensters binnedring. In die winter, wanneer die son relatief horisontaal is, word verwag dat alle son toegelaat moet word. Afskerming aan die suide fasades van geboue hou geen voordele in nie maar word dikwels, terwille van die estetiese voorkoms of simmetrie, ook gedoen.

Skematiek 9-3

DAKOORHANG en VENSTERAFSKERMING



Hierdie verbande kan nou in 'n eenvoudige trigonometriese verhoudings omskep word deur die verhouding tussen vensterhoogte en die somer- en winter invalshoeke vir verskeie plekke in die Republiek van Suid-Afrika in 'n formule te vervat soos in **Tabel 9 -6** aangetoon.

Tabel 9-5

SOMER- & WINTERSON AFSNYHOEKE vir SUID-AFRIKA*

STAD	BREEDTE GRAAD	SOMER HOEK	WINTER HOEK	SKADUTYD	BENODIG
Pretoria	25.5	65	40½	23/9	21/3
Pietersburg	24.0	60	42	15/9	3/4
Windhoek	22.5	62	43½	-	-
Durban	30.0	60	36	23/9	21/3
Bloemfontein	29.0	68	37	6/10	8/3
Johannesburg	26.0	75	41	19/10	23/2
Port Elizabeth	34.0	65	32	19/10	23/2
Oos London	33.0	60	33	-	-
Kaapstad	34.0	60	32	6/10	8/3

* Inligting deur Dept Argitektuur UP

* AFSNYHOOGTE : LAAGSTE HOEK

Rekenaarberekenings vir die bepaling van lugreëlingbehoefte weens die binnedringing van ongewenste sonenergie, toon dat enige afwyking van die direkte noord, dit is oos of wes, meer verkoelingsenergie (en groter kapasiteit verkoelingstoerusting) vereis.

Die effek van korrekte oriëntering van die gebou speel, soos reeds aangetoon, 'n belangrike rol in die lugreëlingkapasiteit en die hoeveelheid energie wat uit die gebou onttrek word.

Tabel 9-6

**VENSTERHOOGTE en DAKOORHANG VERBAND VIR VERSKILLENDE SA
STEDE**

	DAKOORHANG	VENSTERHOOGTE
Pretoria	Vensterhoogte + 1.29	Dakoorhang x 1.29
Pietersburg	Vensterhoogte + 0.83	Dakoorhang x 0.83
Windhoek	Vensterhoogte + 0.93	Dakoorhang x 0.93
Durban	Vensterhoogte + 1.00	Dakoorhang x 1.00
Bloemfontein	Vensterhoogte + 1.73	Dakoorhang x 1.73
Johannesburg	Vensterhoogte + 2.86	Dakoorhang x 2.86
Port Elizabeth	Vensterhoogte + 1.51	Dakoorhang X 1.51
Oos London	Vensterhoogte + 1.08	Dakoorhang x 1.08
Kaapstad	Vensterhoogte + 1.06	Dakoorhang x 1.06

$$Dakoorhang = \frac{\text{vensterhoogte}}{\tan(\text{somerinvalshoek}) - \tan(\text{winterinvalshoek})}$$

Die absorpsievermoë van

- lug is ongeveer 0,34 kWhr per 1°C per kub meter
- water is ongeveer 1,15 kWhr per 1°C per kub meter

Moderne werkspraktyke en beroepsgesondheidsvoorskrifte vereis dat

- personeel se werksomstandighede, veral temperatuur en humiditeit, binne aanvaarbare grense gehandhaaf word (Ashrae);
- genoegsame vars lug toegevoeg word en die koolsuurgas en ander gasvlakke verlaag word en dat onaangename reuke en dampe "uitgewas" word;
- dat apparaat, veral elektriese/elektroniese apparaat, slegs binne sekere temperatuurgrense effektief kan funksioneer;

- ligintensiteit konstant en op 'n aanvaarbare vlak gehou word.

Die kleur van die dak en mure, die grootte en tipe vensters, die blootstelling aan die wind, of die afskerming van die gebou deur ander geboue of bome, die gebou rigting en vorm, het alles 'n invloed op die energiegebruik van die gebou. Die groot aantal veranderlikes kan feitlik net met behulp van rekenaar programme gelyktydig simmuleer word ten einde die gesamentlike effek van alle veranderlikes te bepaal en te evalueer. Beswaringsfaktore kan aan elke veranderlike gekoppel word.

Foto 9-1

POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT vir CHO

FRANS DU TOIT : GEBOU AFSKERMING

Die gebou toon duidelik permanente afskerming voor vensters waar sonpenetrasie onaangename hitte opbouing veroorsaak het. Dit skyn asof dit 'n los 'fasade' is wat agterna opgerig is sonder om die geboukonstruksie ingrypend te verander



PU vir CHO

FRANS DU TOIT GEBOU

Foto 9-1 toon duidelik 'n retrospektiewe regstelling om ongewenste hittepenetrasie te voorkom. In die besondere geval kan vensters nog oopgemaak word maar die 'uitsig' is totaal versper. Die vraag is egter hoe belangrik 'vensteruitsig' op die kantoorwerkers se produktiwiteit is. Die konstruksiekoste van die afskerming is ook nie hoog nie.

Moontlike probleme wat met groter vensters gepaard gaan is

-verdonkering van glas deur kleur of eksterne film op die ruit;

- groter kapasiteit lugreëling weens die groot hittedeurlatingsoppervlaktes. Behalwe dat dit duur is, is die hitte-opbouing in die ruit tydens die terugweerkaatsing hoog;
- dubbele, drie dubbele of selfs vier dubbele glasuring;
- onaktiewe gasse as insulasie tussen ruite;
- vinnige verwydering van warm lug binnekant ruite, moontlik natuurlike ventilasie.

Selfs met gordyne en blinders aan die binnekant, dring die direkte son die ruit binne en is reeds binne in die vertrek teen die tyd dat die gordyn 'n effek het. Hierdie ongewenste hitte moet weer verwyder word omdat die hitte-energie weens die verandering van golflengte, nie weer na buite kan dring nie (kweekhuiseffek).

Sterk argumente word dikwels geopper teen en ten gunste van groter vensters. Dikwels word die argument ten gunste van groter vensters voorgehou as 'n voordeel van uitsig uit kantore vir werknemers. Produktiwiteitsoorwegings is nie ter sprake in argumente nie. Groter vensters is dikwels 'n gunstige faktor by die verhuring van kantoor geriewe en word gewoonlik teen hoër verhuringstariewe bemark.

Besware teen groter vensters is

- werknemers 'n taak moet verrig eerder as 'n goeie uitsig hê;
- 'n groot persentasie kantore dikwels nie oor vensters beskik nie, veral waar dit in die binnekern van die gebou geleë is en gevolglik word slegs sekere personeel begunstig;
- groter vensters die weerkaatsingseffek van naasliggende geboue (glas) deurlaat en dikwels steurend is vir die personeel;
- groter vensters aansienlik meer hitte deurlaat wat tot onaanvaarbare hittevlakke binne lokale kan bydra;
- dat dit vanuit 'n onderhoudsoogpunt relatief duur is om skoon te hou;
- groter hitteverliese in die winter vanuit die gebou na buite voorkom.

Hitte energie vanaf die son direk op die aarde se oppervlakte kan soveel as 1000 watt/m² teen 12 uur middag in die somer wees. Die gemiddelde energie per 24 uur periode is 160 Watt/m² op grondvlak. Hitte-energie wat op die gebou, dak en vensters val, kan dus 'n aansienlike verhittingseffek hê.

Birrer (Birrer, W A : *Design of Energy Efficient Buildings*) neem baie sterk standpunt in oor die grootte van vensters omdat dit as een van die grootste bronne van ongunstige hittepenetrasie beskou word. Dit word aanbeveel as duimreël, dat vensters hoogstens 25% van die oppervlakte van die geboufasade moet uitmaak en dat dubbel glasring toegepas moet word. Dit op sigself verminder die stralingsdeurlating met tot 50%. Indien oorhange of afskermings korrek ontwerp word, kan goedkoper glas gebruik word en deur die goedkoper glas te verdubbel, mag die koste vergelykbaar wees met die van spesiaal donker gekleurde enkelruite.

Die termiese weerstand en beheerde deurlating deur vensters, sal bepaal

hoeveel hitte-energie die gebou binnedring. Die hoek waarteen die sonstrale die venster tref speel 'n belangrike rol by hitte deurlating. Die vertikale kanteling van vensters vanaf die vertikaal het dikwels 'n groot effek op hitte deurlating.

Die gebruik van onaktiewe gasse in die ruimte tussen die dubbel glasuring is ook 'n praktyk wat byval vind maar is relatief duur.

Foto 9-2

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

OPVOEDKUNDE GEBOU : GROOT VENSTERS met GORDYNE

Gebou toon duidelik die "permanente afskerming" van vloer-tot-dak vensters, met vertikale blinders, op die grondvlak. Hierdie blinders is aangebring na betrekking van die gebou om binne-toestande meer leefbaar te maak



UNIV VAN PRETORIA

OPVOEDKUNDE GEBOU

Wanneer die hittedeurlating deur verskillende materiale vergelyk word, kan duidelik gesien word watter hoë prestasie hitte enkel ruite deurlaat (sien

Tabel 9-7 & Grafiek 9-6 In *Bylae K(i)-(iii)* word nog gevalle van effektiewe praktiese afskerming aangetoon.

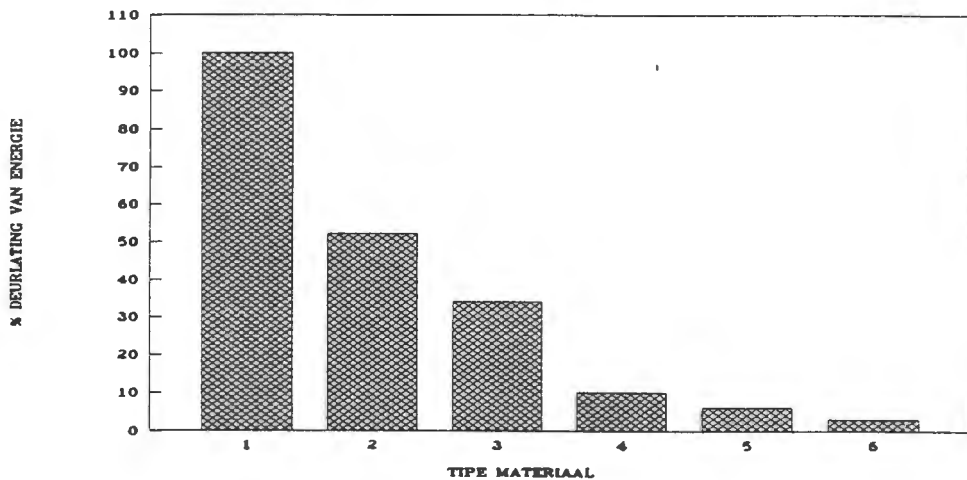
Tabel 9 -7

STRALINGSDEURLATING van VERSKILLEND Tipes GLAS en MURE

ENKELLAAG GLAS	DUBBELAAG GLAS	DRIELAAG GLAS	DUBBEL GLAS & LOUVRES	GEINSULEERDE MUUR	GOED GEIN- SULEERDE MUUR
1	2	3	4	5	6
100	52	34	10	6	3

Grafiek 9 -6

STRALINGSDEURLATING van VERSKILLEND Tipes GLAS en MURE



Indien daar sterk standpunte heers oor die ontwerp van groot vensters, kan die korrekte keuse van glas, korrek ontwerpte vensteroorhange of die helling van die ruite bydra om hittepenetrasie van buite te beperk. Stralingsenergie moet gekeer word voordat dit die ruit binnedring om so die 'kweekhuis effek' te voorkom.

Foto 9-3

**POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT vir CHO
OU HOOFGEBOU : DAKOORHANG AFSKERMING**



**PU vir CHO
OU HOOFGEBOU**

Voorbeeld van ontwerp met klein vensters & natuurlike afskerming deur die voorsiening van 'n loopgang voor vensters. Gebou heeltemaal funksioneel sonder lugreëling

Dubbel glasring met 'n lugspasie tussenin kan stralingsdeurlating met tot 50% sny. Daarteenoor word die deurlating van mure wat goed geïnsuleer is, op slegs 3% van die van enkellaag glas bereken. Die gebruik is om in gevalle van groot vensters, permanente gordyne of blinders aan die binnekant aan te bring wat weer daartoe lei dat aanvullende kunsmatige beligting voorsien moet word. Groot suidevensters hou voordele van volle natuurlike ligpenetrasie in maar mag hoë winter afkoeling tot gevolg hê.

Weerkaatsende films kan op ruite aangewend word om

- stralingsdeurlating te minimaliseer;
- weerkaatsend te funksioneer om hitte weg te kaats.

Die effek hiervan is gewoonlik dat die ruit self baie warm word en as daar nie genoegsame vryruimte vir uitsetting van die ruit in die raam is nie, kan die ruite kraak. Die posisie van die film, dit is binne of buite die ruit, het ook 'n invloed op die effektiwiteit van hitte afskerming. Soos reeds aangedui is buite aanwending meer doeltreffend. Een van die bekende handelsname vir die film in Suid-Afrika is KLINGSHIELD.

Daar is ook ruitglas beskikbaar wat verskillende grade van stralingsdeurlating verseker. Van die bekende handelsname is FADEBAN, SOLARSHIELD, NORTHLITE, SHADOWITE, COLORTONE, LOUVRELITE. Van die glas is sodanig dat sekere ligfrekwensies byvoorbeeld dié vir ULTRAVIOLET, heeltemaal afgeskerm word veral waar daar 'n gevaar is dat die hoë frekwensie golwe organiese weefsel kan beskadig.

Die hoek waarteen ruite installeer word kan so bereken word dat dit in die winter nagenoeg reghoekig is met die sonstrale sodat maksimum penetrasie plaasvind. In die somer moet egter teen penetrasie gewaak word deur die hoek van die ruite nooit teen 90° met die sonstrale te ontwerp nie sodat hitte hoofsaaklik weerkaats word en nie die ruimtes binnedring nie.

In 'n publikasie van Olivier (*Olivier, P P : 1976 verwysing R/BOU 579 van NBRI, Pretoria*) word spesifiek aandag geskenk aan die venstergrootte vir geboue en die effek daarvan op behaaglikheidstoestande.

5.4 GEBOU: INTERN

Die geboustruktuur sal grootliks bepaal hoeveel hitte energie die gebou deur geleiding binnedring of verlaat. Die geboustruktuur sluit in die dak, vloere,

mure en vensters.

Hoe groter die geboumassa, hoe groter is die termiese effek. Die geboumassa kan dieselfde effek hê as 'n konvensionele "vliegwiel", dit is energie word absorbeer, behou en later weer vrygestel. In die ideale ontwerp word gepoog om die omgewingshitte in die somer deur die struktuur te laat absorbeer maar dit mag nie vrygestel word tydens die normale werksdag nie. Teen die tyd dat die geboustruktuur se hitte absorpsievermoë versadig is en vrystelling na binne plaasvind, moet die werknemers alreeds weg wees. Die ideale toestand is volledige omgekeerde vrystelling deur die nag periode wat gewoonlik kouer is as die dag, sodat die struktuur weer volledig afgekoel is teen die oggend wanneer werknemers weer met werk begin.

Deur die gebruik van ligte boumateriale in die gebouhuls byvoorbeeld hout, kan, weens die swak geleidingsvermoë van die ligte strukture, feitlik geen termiese energie stortingseffek verkry word nie. **Tablette 9-8 & 9-9** toon die temperatuurverskille vir verskillende grootte vensters van geboue met verskillende tipes termiese hulse. Swaar termiese konstruksie geboue is sinvol in gebiede waar groot temperatuurskommelings tussen dag en nag voorkom, veral binnelandse gebiede wat relatief droog is. Die verkeerde keuse van bou materiaal in 'n besondere klimaatstoestand of geografiese ligging, kan baie maklik buitengewone hoë energie gebruik tot gevolg hê. Die effek van verskillende laminerings van boumateriale kan baie maklik met behulp van **EASY** of **QUICK** simmuleer word

Tabel 9-8

SWAAR TERMIESE KONSTRUKSIE GEBOUE (PRETORIA)

Seisoen	10% Venster-oppervlakte	60% Venster-oppervlakte
Somer	27°C	31°C
Winter	14°C	19.5°C

Dieselfde vergelyking vir kusgebiede waar die humiditeit relatief hoër is en kleiner temperatuurskommelings voorkom.

Tabel 9-9

LIGTE TERMIESE KONSTRUKSIE GEBOUE(DURBAN)

Seisoen	10% Venster-oppervlakte	60% Venster-oppervlakte
Somer	29.5°C	32.5°C
Winter	22°C	28.8°C

Vanweë die relatief groter wisseling in omgewingstemperatuur in die binneland in vergelyking met die kus, word swaar termiese konstruksie vir die binneland en ligte konstruksie vir die kusgebied aanbeveel.

Die geboumassa kan kunsmatig verstel word deur dit te verander in die gebied waar hitte toevoeging plaasvind (Meyer, T : 1983). Indien daar te hoë hittewinste voorkom, sal dit verminder kan word deur swaar massa toe te voeg om die oortollige hitte te absorbeer en weer later, as dit kouer is, vry

te stel. 'n Populêre kompensasiemethode vir die verhoging van termiese kapasiteit, is om koffer-tipe beton konstruksie vir plafonne te gebruik. Vrystelling kan natuurlik geskied deur natuurlike konveksie ventilasie te voorsien en die gebou met omgewingslug te "spoel" of deur geforseerde ventilasie indien natuurlike konveksie onmoontlik is.

Veral in die geval van lesingsale kan hierdie tegniek met vrug gebruik word op voorwaarde dat die effektiwiteit van die termiese kapasiteit nie beperk word deur afwerkings soos matte, vals plafonne of hout paneelwerk agterna te installeer nie.

Tydens die ontwerp van 'n bekende 'energie doeltreffende' bankgebou tussen Johannesburg en Pretoria, sou ten aanvang geen vorm van ventilasie of lugreëling voorsien word nie. Die termiese massa van die gebou sou as 'vliegwiël' gebruik word om behaaglikheidstoestand te handhaaf. Tydens 'n ondersoek waarom die ontwerptoestand nie bereik is nie, is bevind dat die gebou, veral in die winter, nie aan verwagtings voldoen nie, toe te skryf is aan die besluit:

- om paneelwerk teen mure aan te bring ná voltooiing;
- om vals plafonne te voorsien ;
- om matte te voorsien.

Die gebouhuls is as gevolg hiervan nie in staat om die hitte wat gedurende die dag absorbeer is, snags aan die binneruimte vry te stel nie. Waar 'n gebouhuls spesifiek ontwerp is om op 'n sekere tyd van die dag, moontlik ná kantooreure en deur die nag, hitte aan die binneruimtes vry te stel as "nagverhitting", moet daarop gelet word dat die toevoeging van houtpanele,

vals plafonne en matte op vloere na voltooiing van die ontwerp, die ventilasie/verhitting van die gebou nadelig kan beïnvloed nie.

In die ontwerp van geboue in gebiede op die ewenaar, byvoorbeeld Singapoer en Maleisië, word deurgaans van baie swaar materiaal soos graniet en marmer gebruik gemaak en word gladnie aan die binnekant bedek met matwerk of paneelwerk nie. Vir finale afwerking word die graniet en marmer glad poleer. Die termiese reaksie van die geboue in hierdie relatiewe warm en vogtige klimaat, is uitmuntend.

Versigtige ontwerp van die gebouhuls kan verseker dat somerhitte uitgehou en hitte in die winter absorbeer word en byvoorbeeld in die aande, wanneer die binnetemperatuur laag is, vrygestel word. Wanneer en hoeveel hitte deurgelaat word, sal onder andere afhang van

- die tipe hulsmateriaal
- die dikte en absorpsievermoë van die materiaal
- die deurlatingsvermoë van die materiaal, dit is die hitte deurlatingskoëffisiënt.

Moderne lugreëlingontwerp rekenaarprogramme soos QUICK, EASY, BSIMAC, Cheetah, Loaders, Ashrae, Carrier, CIBS en ander akkommodeer verskeie tipiese boumateriale met toepaslike HTK (Heat Transfer Coefficients) vir elke materiaal. Die lamminering van die hulsmateriaal byvoorbeeld pleister en stene of pleister en houtafwerking op mure of vloere, vereis die gebruik van 'n saamgestelde hittedeurlatingskoëffisiënt.

Olivier (*Olivier, P P : 1990 NBRI*) het tydens 'n SBL seminaar te UNISA

breedvoerig uitgebrei oor die voor- en nadele van die gebouhuls. Deur die hulsontwerp te varieer en ook deur die gebruik van rekenaarprogramme om veranderlikes te hanteer, kan baie vinnig herberekenings van veranderlikes gedoen word. Handberekenings van sulke veranderlikes is tydrowend en omvangryk en lei dikwels daartoe dat raadgevende ingenieurs nie volledig na alle moontlikhede kan kyk nie.

Indien vars lug, veral in die somer, die gebou binnegelaat moet word, kan dit verkieslik vanuit 'n kelder of ander koel bron, selfs deur kanale in die grond (soos in die geval van die "Christian City" kerk, Pretoria) ingelaat word om vooraf afgekoel te word. Vermy so "warm vars lug" in die somer, gewoonlik vanaf die gebou se dak. Sorg vervolgens dat die gebou se vensters dig sluit.

Die kleurkeuse van afwerkings is eweneens belangrik. Die vervanging van 'n weerkaatsende verfkleur op 'n dak met 'n hitte absorberende kleur byvoorbeeld swart, mag 'n aansienlike hittelas tot gevolg hê weens hitte-absorpsie.

5.4.1 HITTEBRONNE

Die interne hittebronne in 'n gebou neem die volgende vorms aan

- hitte opgewek deur persone (liggaamshitte) teen ongeveer 400 BTE per persoon;
- hitte toegevoeg deur toerusting soos elektronmikroskope, rekenaars;
- hitte toegevoeg deur ligte, hysers;
- hitte toegevoeg deur aparate;
- hitte toegevoeg deur dienste soos warmwater .

Die werksomgewing binne die gebou wek ook hitte op wat dikwels verwyder

moet word. Vir die handhawing van 'n behaaglike werksomgewing is hoofsaaklik drie faktore van belang naamlik

- om 'n klimaat te skep waarin maksimum produktiwiteit verseker kan word;
- om minimum energie inset te handhaaf om dit te bereik;
- om 'n atmosfeer te skep wat bevorderlik is vir personeel se gesondheid.

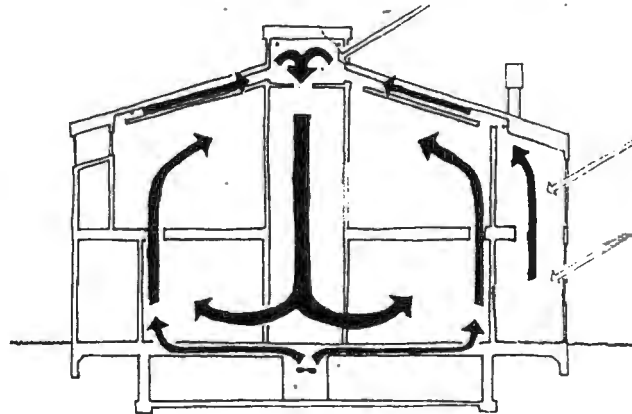
Laasgenoemde oorweging skep vir die energiebestuurder dikwels baie moeilik versoenbare vereistes. Wetgewing wat die gesondheid van werknemers beheer is ook in Suid-Afrika afdwingbaar en staan sedert 1993 algemeen bekend as die Wet op Beroepsgesondheid en Beroepsveiligheid.

5.5 VENTILASIE en LUGREËLING : ALGEMEEN

Die gebruik van natuurlike ventilasie deur konveksie wat korrek ontwerp is, is 'n baie praktiese moontlikheid om energie te bespaar. Versigtige en oordeelkundige ontwerp van die geboustruktuur sodat warmlug progressief en natuurlik deur konveksie kan styg, kan groot energiebesparings tot gevolg hê omdat so gebruik gemaak kan word van natuurlike ventilasie in die somer. Koel lug kan oor ysbanke of deur kelder of van onder die gebou ingesuiig word en nie soos baie dikwels die geval is, van bo die dak waar die lug warm is nie. In eenvoudige vorm kan konveksie strominge in geboue voorgestel word soos in *Skematiek 9-4*

Skematiek 9-4

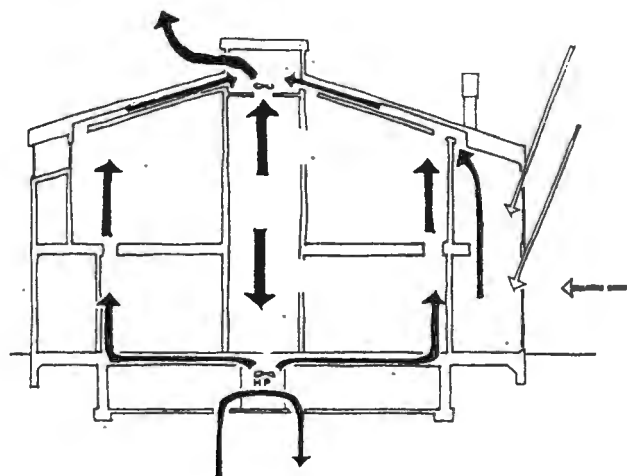
WINTERVERHITTING deur 'GEFORSEERDE' KONVEKSIE



Winter verhitting vind plaas deur hitte wat op hoogste punt versamel, meganies na onder te getrek en weer toegelaat om deur konveksiestroming na bo te styg. Tydens somerverkoeling vind natuurlike konveksie plaas deur stygende warm lug wat bo ontsnap .

Skematiek 9-5

SOMERVERKOELING deur NATUURLIKE KONVEKSIE



Lugreëling behoort alleenlik oorweeg te word as geen ander alternatief moontlik is nie. Daar moet eers deur ontwerp gepoog word om **SONDER**

lugreëling klaar te kom. Selfs in geval van apparaat wat hitte opwek wat weer verwyder moet word, moet natuurlike ventilasie eers oorweeg word. Lugreëling behoort slegs aanvullend tot natuurlike ventilasie te wees en slegs waar ventilasie nie voldoende is nie. Natuurlike ventilasie hou die voordeel in dat in geval van kragonderbrekings, daar nie totale ontwrigting van lesings voorkom nie.

5.5.1 OORWEGINGS by die VOORSIENING van LUGREËLING

Gesondheidsvereistes wat nagekom moet word is, onder andere

- gehalte van lug, dit is lugomruilings, suurstofgehalte en koalsuurgasinhoud, die verwydering van besoedeling soos stof, rook, ontvlambare materiaal, giftige bestanddele;
- bekamping van geraas;
- temperatuur en humiditeit.

Sodra probleme met ventilasie of lugreëling ondervind word, eskalleer personeel se reaksie op lugreëling vir talle redes en is korrigerende aksie baie moeilik. Alle persone ervaar ook nie lugreëling dieselfde nie. Wat vir een persoon behaaglik is, is vir 'n ander totaal onaanvaarbaar. Lugreëling, ventilasie, beligting moet ten aanvang behoorlik ontwerp word om sodoende nie aan personeel/gebruikers rede tot onaanvaarbare optrede te gee nie.

Die handhawing van behaaglike toestande deur tegnologiese hulpmiddels, is relatief maklik. Die akkuraatheid en konstantheid daarvan hang af van die grootte van apparaat, die gesofistikeerdheid van beheertoerusting asook die koste van energie.

Voorskrifte en norme ten opsigte van algemene ventilasie en luggehalte, behalwe vir die spesifieke vereistes van die plaaslike owerheid of land, word deur ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering, Atlanta*) formuleer.

Ten einde die verspreiding van giftige gasse, reuke en besmetlike materiaal te minimaliseer, moet oorweeg word om alle gebruikte lug aan die atmosfeer vry te stel eerder as om dit gedeeltelik te hersirkuleer. Dit beteken dat alle vars lug wat toegevoeg word, behandel moet word, dit is verhit, verkoel of die humiditeit beheer word. Die effek hiervan is 'n energie toename.

Die gebruik van hulpmiddels soos

- lugreëling, ventilasie en verdampingsverkoeling;
- kunsmatige beligting;
- hittepompe wat gelyktydig verkoeling in die somer en die opwekking van warmwater kan verseker,

is nie sonder eiesoortige probleme nie en hou ander implikasies vir die eienaar van fasiliteite in soos bekostigbaarheid, betroubaarheid, en onderhoud.

Die CBIS (Chartered Institute of Building Services) in die VSA se energiebeleid kom daarop neer dat om behaaglike klimaatstoestande binne in 'n gebou te verseker, moet daar korrek ontwerp word sodat van die minimum kunsmatige hulpbronne gebruik gemaak hoef te word. Dit sluit vanselfsprekend ook die energiehulpbron in. Waar lugreëling egter noodsaaklik is, byvoorbeeld vir die korrekte funksionering van elektronmikroskope, mediese monsters of ander sensitiewe apparaat en toerusting wat ook moontlik humiditeitsbeheer vereis is, mag die voorsiening van

lugreëling noodsaaklik en geregverdig wees.

Daar is toenemende navorsing en ondersoek oor die gebruik van alternatiewe energie soos veral sonenergie om lugreëling te vervang of aan te vul sodat energiekoste vir lugreëling ingekort kan word.

Lugreëling kan in twee definitiewe aksies verdeel word naamlik

- die onttrekking van hitte uit omgewingslug waar die beginsels soortgelyk is aan dié van hittepompe. Elektriese energie word voorsien om die sirkulasieproses van die verkoelingsmiddels aan die gang te hou. Dit is die enigste gedeelte van die proses wat energie "verbruik". Die energie "onttrek" word "oorgeplaas" na die atmosfeer as afvalenergie. In die prosesse word gepraat van COP (Coeff of Performance) van 2:1, 3:1 en tot selfs 6:1 wat vertolk kan word dat vir elke 1 deel energie "**verbruik**" die ekwivalent van 2, 3 of 6 dele energie **verplaas** word;
- die toevoëing van hitte aan die lug, gewoonlik deur elektrisiteit, warmwater, hitte deur die verbranding van olie, steenkool en gas of deur hittepompe wat hitte-energie uit atmosferiese lug onttrek en aan die lug wat na die punt van gebruik vervoer word, toevoëg. Energie wat so deur lug "gedra" kan word, is ongeveer 1 KJoule per kub meter lug. Dit is hierdie komponent wat veral in die wintertyd grootliks bydra tot verhoogde energiekoste en spitsaanvraag penalisasie in geval van elektrisiteitsgebruik.

Hittepompe kan aanvullend tot lugreëling aangewend word wat hoofsaaklik neerkom op hitte verwydering in die somer en hitte toevoëing in die winter. Omdat geboue egter in isolasie opgerig word, is **gelyktydige** gebruik van afval energie (koue of warm lug), dikwels nie moontlik nie.

5.5.2 VENTILASIE

Die ontwerp van lugreëling of ventilasie moet voorsiening maak vir

- die doel waarvoor die fasiliteite gebruik gaan word, asook die omvang van hittevrage wat mag voorkom;
- die beperkings en parameters wat die bestaande nuwe gebou bied, dit is mure, vensters, beligting, natuurlike ventilasie, ligging, gebouvorm, eksterne invloede.

Wanneer verwys word na ventilasie beteken dit ventilasie sonder meganiese verkoeling maar lugverhitting of verdampingsverkoeling kan ingesluit wees. Dit sluit ook die gedeeltelike hersirkulering van lug in. Volle varslug ventilasie daarenteen beteken *GEEN* hersirkulasie van reeds gebruikte lug nie.

Een van die unieke kenmerke van akademiese instansies is die voortdurende veranderings in kursusse en fasiliteite in 'n poging om kompetender te bly. Wanneer fasiliteite ontwerp word, is daar gewoonlik min inligting beskikbaar oor veranderings wat in die toekoms mag plaasvind.

Aan die een kant van die spektrum is daar die verwagting dat die kursus wat aangebied word, hoogs mededingend en hoogs professioneel moet wees en aan al die gepaardgaande gespesialiseerde vereistes, met inbegrip van alle hulpdienste, moet voldoen. Terselfdertyd moet dit ook nog bekostigbaar wees. Wanneer hierby nog ook die beperkings van die SANSO-norme ingesluit word, word die omvang van die "vereistes en verwagtinge" baie hoog en dikwels amper onbekostigbaar.

Aan die ander kant van die spektrum is daar die feitlik voortdurende verandering, verskuiwing, herindelings van fasiliteite, nie noodwendig vir

soortgelyke gebruik as die huidige gebruik nie maar moontlik vir 'n totale ander gebruik. As voorbeeld hiervan

- die omskepping van dameskoshuise in manskoshuise en omgekeerd noodsaak aansienlike veranderings in veral die ablusiefasiliteite;
- die omruil van laboratoriums vereis dikwels dat andersoortige dienste voorsien moet word;
- hoër populasie byvoorbeeld by biblioteekgebruik, vereis 'n aansienlike aanpassing aan lugreëling byvoorbeeld hoër hitte vrag, meer lugomruilings;
- intensiewe gebruik van hitte opwekkende apparaat soos veral waar baie rekenaars in gebruik is.

Hulpmiddels soos lugreëling of ventilasie moet dikwels redelik algemeen maar nogtans ook gespesialiseerd wees om in veranderde behoeftes te voldoen maar moet terselfdertyd ook nie oor-ontwerp wees nie. Oorontwerp is net so nadelig soos onderontwerp.

Dit plaas aansienlike beperkings op die raadgewende argitek/ingenieur se ontwerp en vermoëns, byvoorbeeld

- ontwerp moet tegnies korrek vir die spesifieke gebruik op stadium van ontwerp wees
- ontwerpe moet ekonomies wees maar voldoen aan beperkings en estetiese vereistes van die gebou en die argitek;
- ontwerp moet energie-effektief wees en geen ekstra kapasiteit mag ingesluit word nie;
- lae bedryfskoste, bystandskapasiteit te alle tye en hoë betroubaarheid word verlang;
- die ontwerp moet maklik aangepas of omskep kan word vir verskillende gebruike in die toekoms.

Die aantal veranderlikes neem steeds toe en eenvoudige keuses en berekenings van ventilasie of lugreëling raak toenemend meer gekompliseerd en amper onmoontlik met konvensionele tegnieke. Gevolglik word toenemend gebruik gemaak van rekenaarondersteuning vir die ontwerp waartydens talle "wat as" simulasies uitgevoer kan word. Toekomsveranderings en gepaardgaande simulasies en koste implikasies, kan rekenaarmatig, vinnig en effektief in berekening gebring word.

Hierdie versnelde rekenaarondersteunde simulasietegnieke het die voordeel dat die gevolge van enige verandering byvoorbeeld materiaal, ligging, venstergrootte, afskerming, interne vragveranderings, vinniger in geldwaardes of implikasies met die oog op besluitneming, omgesit kan word en uitgebreide ontwerp tydens die 'oorweging-van-opsies-stadium' voorkom kan word.

Rekenaarprogramme, bekend as *QUICK* en *EASY*, is deur die *Centre for Experimental and Numerical Thermoflow* (Departement van Meganiese Ingenieurswese van die Universiteit van Pretoria : *Prof E H Mathews & kollegas*), spesifiek vir Suid-Afrikaanse toestande ontwikkel en is ook vir buitelandse gebruik aangepas.

Gebiedsparameters volgens geografiese ligging word in die program ingesluit en heelwat praktiese vereenvoudiging van andersins ingewikkelde parameters, word vir die bedrewe lugreëling-konsultant, relatief eenvoudig.

Die koste van energie en die koste van veral ingevoerde lugreëlingapparaat, asook die koste van gesofistikeerde instandhouding, vereis dat die ontwerp

van geboue met uiterste versigtigheid en omsigtigheid moet geskied sodat lugreëling tot die minimum beperk of selfs uitgeskakel word.

5.5.3 VERDAMPINGSVERKOELING

As alternatief of aanvullend tot konvensionele ventilasie, dit is sonder meganiese verkoeling, kan in sekere gebiede in Suid-Afrika, veral die droë binnelandse gebiede, gebruik gemaak word van verdampingsverkoeling. Hierdie gebruik is nie so suksesvol aan die kus waar die humiditeit hoog is nie. Die tegniek behels die toevoeging van watersproei tot die lugtoevoer. Verdamping van die water onttrek latente hitte uit die inkomende vars lug en verlaag so die temperatuur van die lug. Heelwat meer damp in die lug kan lei tot ander ongewenste verskynsels soos dampvorming, benoudheid van persone met borskwale, hoë onderhoud as gevolg van toekalking van sproei- koppe, algemene dak- en plafon lekkasies.

5.5.4. LUGREËLING SPESIFIEK vir SUID-AFRIKAANSE TOESTANDE

Elementêre voorsorgmaatreëls om lae energiegebruik en insgelyks minimum lureëling te verseker, kan bereik word as deeglike aandag aan 'n aantal praktiese faktore geskenk word. Meeste van die faktore is uit die praktyk ontleen en wel uit probleemsituasies voortspruitend uit swak energie ontwerpe. In *Bylae J(i)* word 'n aantal meer algemene en praktiese ontwerp aanbevelings en voorsorge vir Suid-Afrikaanse toestande uiteengesit.

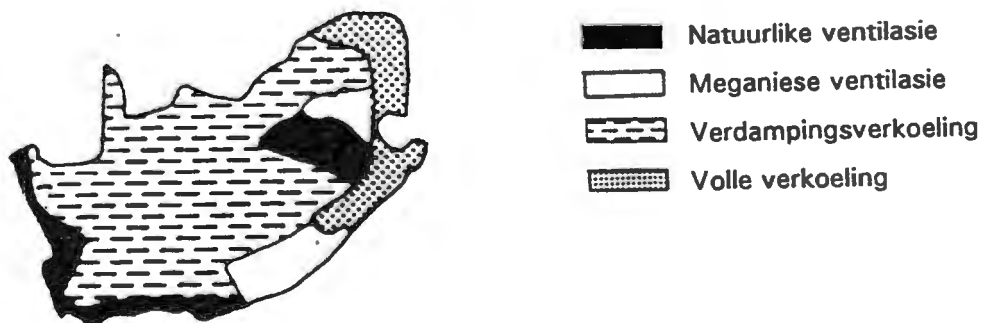
In navorsing wat spesifiek vir die Suid-Afrikaanse toestande gedoen is, word minimum behaaglikheidstoestande volgens klimaatstreke gedoen. Hiervolgens is Suid-Afrika (*Mathews, Prof E H :DEPT MEG. ING. UP: 1990*), in sones verdeel wat redelik funksioneel kan wees met slegs ventilasie,

geforseerde meganiese ventilasie, verdampingsverkoeling of volle lugreëling (*Fig 9-3*). Deur gebruik te maak van 'n verwysingsgebou en daarvolgens elke belangrike somer klimaatstoestand met behulp van **QUICK** te simuleer, kan die minimum ECS (Environmental Control System) vir die spesifieke gebied bereken en grafies voorgestel word:

Fig 9-3

**Minimum Behaaglikheidstoestande
vir Suid-Afrikaanse Klimaat**

(Kruger, W et al : 1992 : Artikel in Building Environment vol 27)



Die voordeel in die gebruik van die grafiese riglyne is dat die minimum ECS vereiste volgens gebied, direk bepaal kan word sonder om alle ander ingewikkelde ontwerpsmoontlikhede te oorweeg. Vanaf hierdie keuse kan verdere simulaties gedoen word.

Verdampingsverkoeling kan algemeen in die warm, droë binnelandse gebiede gebruik word as minimum ECS terwyl gebiede soos Durban en Phalaborwa

lugreëling as minimum ECS benodig.

Waar die minimum ECS standaard as gevolg van ontwerpbeperkings van 'n gebou nie toepaslik is nie, sal na die volgende hoër alternatief as minimum ECS gekyk moet word. Deur gebruik te maak van hierdie aanbevelings kan die kliënt die ontwerp van die raadgewende argitek/ingenieur toets om optimale besteding te verseker. Oor die jare het normale ondersteunende bedryfsapparate en hulpmiddels wat hitte genereer aansienlik toegeneem.

Energie besparende alternatiewe ontwerpoorwegings sluit in :

- die gebruik van hittepompe in plaas van lugreëling vir beide somer en winter;
- gebruik van energie neutrale sisteme, dit is óf slegs verhitting óf slegs verkoeling maar nooit beide gelyktydig nie;
- gebruik van 'n buitelug ekonomiseerdersiklus;
- om nie lugvolumes en temperature tydens lae gebruikspanodes en naggebruik te beheer nie of om groter temperatuurwisseling in lemiete toe te laat;
- gebruik van sonenergie as aanvullende bron van lugverhitting;
- voorkom dat verhitte lug in ongeïnsuleerde kanale, veral beton kanale, ingevoer word. Indien onvermydelik, verhit lug nader aan gebruikspunt om verliese in kanale te minimaliseer;
- ontwerp sover moontlik vir natuurlike ventilasie.

5.5.5 LUGREËLING EN VENTILASIE STANDAARDE

Algemeen aanvaarde voorskrifte en norme vir lugreëling word deur ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) voorgeskryf en word dikwels as die deurslaggewende riglyn vir alle ventilasie/lugreëling ontwerpe aanvaar.

In 'n reeks publikasies sedert 1987 behandel ASHRAE 'n aantal aktuele aspekte van lugreëling byvoorbeeld

1987 - Sisteme en Toepassings

1988 - Toerusting

1989 - Fundamentele Aspekte

1990 - Verkoeling

1991 - Verhitting, Ventilasio, Verkoelingstoepassing.

Die toepassings van hierdie riglyne in geval van opvoedkundige inrigtings kan met groot vrug gebruik word, veral as die verskillende fases identifiseer word en lugreëling of ventilasio vir die spesifieke aanwendings ontwerp word.

'n Hele reeks gesondheidsoorwegings en gepaardgaande parameters vir elke toestand, word behandel (*ASHRAE Handbook, 1991*). As voorbeeld

- herstelkamers vir hartpasiënte vereis volle lugreëling omdat sodanige pasiënte gewoonlik nie hitteverliese kan hanteer nie;
- in hospitale en klinieke waar asemhalingsprobleme deur pasiënte ervaar word, moet relatiewe humiditeit van 30%-60% gehandhaaf word;
- warm, droë toestande is bevorderlik vir rumatiekpasiënte;
- pasiënte met ernstige brandwonde reageer beter in baie warm en hoë humiditeitstoestande;
- filtrering van besoedelde lug is uiters belangrik om oordraging van besmetting of giftige gasse te minimaliseer.

Volledige voorskrifte van spesifieke vereistes vir lugreëling of ventilasio vir elke moontlike tipe ongesteldheidstoestand wat in hospitale en klinieke voorkom, is beskikbaar.

Ashrae het spesifieke ontwerpvoorskrifte vir nuwe geboue (Standaard 90A-

80 en 90.1-198) wat spesifiek hoë doeltreffendheidstoerusting, goeie insulasie en minimum vensteroppervlakte voorskryf. In sommige gevalle word ook aangedring op energie-ondersoeke, -projeksies en rekenaar ondersteunde simulasies om die lugreelingsbehoefte te identifiseer.

Tabel 9-10 toon as ontwerpriglyn, aanbevelings ten opsigte die toelating van vars lug.

Tabel 9-10

VARS LUG AANBEVELINGS = VOLUMES in LITERS per PERSOON

	Minimum liter/sek	Aanbeveel liter/sek
Rokers areas	7.5	15
Nie-rokers areas	15	25

Die effektiewe voorsiening van ventilasie of lugreëling kan derhalwe nie lukraak hanteer word nie en verg kundige ontwerp.

5.6 BELIGTING

Beligting kan ontwerp word om verskillende doelwitte te bereik naamlik

- om 'n atmosfeer te skep of spesifieke effek te bereik
- energiedoeltreffend te wees
- eenvoudig en lae onderhoud ontwerpe
- talle ander redes.

Die keuse van beligting moet noukeurig oorweeg word aan die hand van energie doeltreffendheid. Die liguitset per watt inset, dit is lumen/watt, moet beheer word.

In die huidige tydsgewrig word hoofsaaklik gebruik gemaak van elektroniese inligtingstelsels en vir die doel is dit noodsaaklik dat effektiewe beligting by rekenaarskerms voorsien word wanneer die beligting ontwerp word. In beligtingsontwerpe word die ligintesiteit in lumen/m² aangedui terwyl die energie inset, dit is watts-inset, dikwels nie aangespreek word nie. Vir dieselfde lumens/vk meter kan groot verskille in die inset energie voorkom, afhangende watter tipe ligarmatuur of lamp gebruik word.

Die ontwerp van die ligarmature verdien spesiale vermelding. Heelwat klem word gelê op die aspek van "ligbesoedeling" in geboue (Welman, W : **Enerconomy 93 : Past Practice and Trends towards Energy Efficient Lighting in Commercial Buildings : 1993**). Hieronder word verstaan die oortollige lig wat orals val, dit is op mure, plafonne, verby die taak en wat nie nuttig gebruik word nie maar eerder stremmend en steurend is. Korrekte ontwerp van 'n armatuur verseker dat alle lig wat deur die lamp gelewer word na die werksvlak gerig word en "ligbesoedeling" voorkom word. Terselfdertyd word ongewensde blikkering ook beperk.

Die algemene mening van selfs leweransiers van ligarmature in Suid-Afrika, is dat daar nie genoegsaam van natuurlike, gratis beskikbare lig gebruik gemaak word nie. Ontwerpers is te geneig om dadelik in die ontwerp na kunsmatige lig te reik nog voordat oorweging aan natuurlike lig geskenk is.

Kunsmatige lig behoort aanvullend tot daglig te wees en slegs gebruik te word waar daglig reeds maksimaal aangewend is. Bewolkte weer is nie in Suid-Afrika so 'n beperkende faktor soos in sommige ander wêrelddele nie. Te dikwels word groot vensters in geboue met gordyne en/of blinders

toegerus om ongewensde ligpenetrasie of blikkering te beperk net om daarna weer kunsmatige lig binne gordyn-afgeskermdes ruimtes te voorsien.

Die toename in die gebruik van moderne meganiese- en elektriese hulpmiddels in die uitvoering van daaglikse take

- verhoog die las op die elektriese stelsel in soverre dit die werklike gebruik van toerusting aangaan;
- plaas 'n addisionele las op lugreëling/ventilasie om hitte te verwyder wat so genereer word.

Die gebruik van toerusting en kunsmatige hulpmiddels in bestaande fasiliteite kan kwalik afgeskaal word omdat die hulpmiddels die gehalte, spoed, akkuraatheid van werksverrigting verbeter. Die opwekking en verwydering van hitte wat aldus ontstaan, word vervolgens aangespreek.

Dit is belangrik om nie net te aanvaar dat hitte deur ligarmature opgewek word nie maar ook om oorweging te skenk aan die tipe afvalenergie (hitte) wat ontstaan. As voorbeeld

- konvensionele gloeidraad tipe ligarmature lewer relatief hoër hitte per watt inset teenoor fluoreseertipe armature, gewoonlik in die orde van 3 - 4 : 1 meer. Hierdie ongewensde en onbenutbare hitte moet verwyder word.

Die hoogte van montering van ligarmature kan die energiegebruik grootliks beïnvloed sowel as die hitte wat verwyder moet word. Dit het ook weens die onbereikbaarheid 'n invloed op onderhoudskoste en kan lei tot ontwrigting van die akademiese funksie weens die omvang van armatuur/lamp vervanging (dikwels word steiers in hoogs besette lesingsale

opgerig om armature te bereik).

Vaste posisionering van armature en 'n wisselende werksomgewing, dit is die verandering van werkstasies relatief tot ligarmature, kan onaangename blikkering tot gevolg hê en is daar dikwels nie volkome vryheid oor hoe die kantoor of laboratorium in so 'n geval verskuif kan word nie.

In die geval van lesinglokale vir akademiese instellings, moet die volgende doelwitte gehandhaaf word

- die onmiddellike omgewing van die student moet sodanig belig wees dat notas gemaklik afgeneem kan word;
- die dosent en die lesingskerm moet sigbaar wees;
- die res van die lesinglokaal kan 'n relatiewe lae intensiteit beligting tydens lesings handhaaf - slegs voldoende vir ontruimingsdoeleides;
- lesingsaalligte moet toegerus word vir outomatiese afskaling of intensiteit verlaging in geval van nie-gebruik:
- nooduitgangs- of ontruimingsligte moet voorsien word..

Terwille van die minimalisering van blikkering, is daar 'n neiging om lesingsale met relatief hoë plafonne te ontwerp. Dit lei tot relatief hoë energie-insette om 'n aanvaarbare intensiteit op werksvlak te handhaaf as gevolg van die omgekeerde kwadraatverband in die beligtingsteorie. Dit skep ook duur onderhoudsprobleme omdat steierwerk gewoonlik opgerig moet word op gewoonlik skuins ontwerpte lesingsaal vloere. Sekere universiteite soos die Universiteit van Kaapstad, het diensvloere bokant plafonne implementeer vanwaar ligarmature bedien kan word. Die konstruksie is egter duur en moet ontleed word vir koste-effetiwiteit. Dit het egter die voordeel dat onderhoud kan voortgaan terwyl akademiese aktiwiteite voortgaan.

In gevalle soos intieme konferensie lokale is inkandeseerlampe (gloeidraad tipe) meer aanvaarbaar vanweë die die "warm en intieme" atmosfeer wat dit skep. Hoe meer ondoeltreffend ligarmature egter is in terme van lumens/watt inset, hoe meer hitte energie moet deur die lugreëling onttrek word.

In verhouding lewer die kompakte, energiebesparende fluoreseertipe, sowel as sommige standaard fluoreseertipe armature, veral die tans populêre 1.5m, 58W buise, 6 tot 7 maal soveel lumens/watt as die konvensionele gloeilamp-tipe armatuur. Kompakte fluoreseer armature is verreweg die mees doeltreffende, veral as prys ook oorweeg word, vandaar die gepasde algemene verwysing na dié lampe as "energiedoeltreffend". Vanweë die grootte en koste is dit dikwels prakties moontlik om bestaande gloeilamptipe armature te omskep en te vervang met kompakte fluoreseer armature.

Tabel 9-11 toon verskeie tipe ligarmature met die ooreenstemmende liguitset per energie inset en daarvolgens is dit duidelik hoe ondoeltreffend gloeidraad tipe ligarmature is, 12 lumen/watt teenoor 118 lumen/watt vir natrium armature.

Ligarmature wat lig met 'n golflengte van 555 nm of $m\mu$ (geel/groen lig) golflengte($10^{-9}m$) lewer, is vir die menslike oog meer aanvaarbaar as armature wat "rooi" lig lewer. As gevolg hiervan vertoon natrium ontladingsligte en fluoreseerlampe "meer sensitief".

Tabel 9-11

LIGARMATUUR DOELTREFFENDHEID

TIPE LAMP	WATTS/IN SET	LUMENS TOTAAL	LUMEN/W ATT	LAMPLEWE URE	PRYS 1993
H/D Natrium	400	47000	118	16000	105
Metaal Halide	400	33000	82	10000	227
DS 5/31 Osram	11	900	81		
DS 5/41 Osram	11	900	81		
DS 5/21 Osram	11	900	81		
Metaal Halide	140	11250	80		
Fluoreseer	58	4800	80	6000	10
PL 36 Com Fluor	36	2900	80	8000	
Fluoreseer	36	2850	80	6000	8
H/D Nat	70	5600	80	12000	68
Metaal Halide	70	5200	74		
PL 24 Com Fluor	24	1800	74	8000	57
PL DLXD 13	13	900	69	8000	48
DS 5/21 Osram	9	600	66		
DS 5/31 Osram	9	600	66		
DS 5/41 Osram	9	600	66		
PL 7 Com Fluor	7	600	66	8000	23
PL 18 Com Fluor	18	1200	66	8000	
Fluoreseer	18	1150	63	6000	9
PL15 Electr Philips	15	900	60	sluit in elek smoorspoel	
PL20 Electr Philips	20	1200	60	sluit in elek smoorspoel	
PL7 Electr Philips	7	400	57	Sluit in elek smoorspoel	
DS 5/31 Osram	7	400	57		
DS 5/41 Osram	7	400	57		
DS 5/21	7	400	57		
Kwikontlad	400	22000	55	16000	72
PL11 Electr Philips	11	600	54	sluit in elek smoorspoel	
DS 5/21	5	250	50		
DS 5/31 Osram	5	250	50		
Kwikontlad	125	6300	50	16000	19
DS 5/41 Osram	5	250	50		
50W Dichroic 12V	50	1000	20	3500	35
Tun gloeilampe	100	1200	12	1000	3

5.6.1. ALGEMENE BELIGTINGSONTWIKKELINGS

Beligting as deel van elektriese ingenieurswese, het 'n baie gespesialiseerde onderafdeling geword en verander steeds met rasse skrede. Nuwe tegnologie, en spesifieke behoeftes word voortdurend nagevors.

Spesifieke doelwitte word van tyd tot tyd nagestreef byvoorbeeld hoër liguitset per watt inset, lae onderhoudskoste, lang lewe-lampe, eenvoudige onderhoud waarvoor relatief ongeskoolde personeel aangewend kan word, maklike omskakeling byvoorbeeld fluoreseerlampe wat direk inpas in armature wat gloeilamptipe lampe bevat het, lae blikkering armature, spesiale armature vir rekenaarskerms, televisie opname ligte, hoë resolusie sekuriteitsligte (natrium), energie doeltreffende ligte, ensovoorts.

Sekere fases in beligting is deurloop, nuwe fases is betree en tans word weer terug beweeg na vorige fases en ouer tegnieke, byvoorbeeld die aansitter tipe fluoreseer armature ten spyte van die flikker nadele van aansitters.

Die ontwikkeling op die gebied van beligting wat dikwels meer voor- as nadele inhou, lei daartoe dat oorweging geskenk word om bestaande ou installasies te omskep en te herontwerp (retrofit) om nuwe tegnologie te kan gebruik.

Opgradering is dikwels moeilik en definitief nie goedkoop nie. Om hierdie tendens van opgradering te evalueer, het die Nasionale Energieraad 'n projek van stapel gestuur (*Leuschner Prof F W : 1992*) om ondersoek in te stel na die markpotensiaal vir die omskakeling na sogenaamde energie doeltreffende

beligting.

'n Wye navorsingsondersoek is gedoen om ligarmature te vervang met onder andere energie doeltreffende kompakte fluoreseer armature, wat 'n baie hoër liguitset per watt inset lewer as die ou gloeilamp tipe armature.

In die opsomming en aanbevelings word spesifiek aanbeveel dat,

***ontwerpers, vervaardigers en gebruikers van ligtoerusting meer energie
effektief ontwerp en die voordele van energie besparings aan kliënte voor
hou"*** (vry vertaal)

Daar is tans 'n mate van onverskilligheid in die RSA ten opsigte van energie effektiewe ontwerpe, hoofsaaklik omdat dit nie deur die kliënt vereis word nie en omdat daar geen insentiewe, soos in baie ander lande is, om energie effektiewe beligting te voorsien nie.

Beligtingsontwerpe vorm dikwels deel van die Raadgewende Ingenieur se opdrag en die kliënt verwag dat dit vanselfsprekend binne die kundigheidsveld van die betrokke Raadgewende Ingenieur is. Indien die Raadgewende Ingenieur nie leiding van die kliënt kry oor sy spesifieke behoeftes en norme nie en hy self nie oor spesialisie kennis van beligting beskik nie, kan die SABS Gebruikskode 0114 oor beligting, as basis vir die ontwerp dien. Ligintensiteite word dan hiervolgens ontwerp word, ongeag ander relevante faktore.

Benewens hierdie feit is daar nog die beperkings wat ontstaan uit die argitek se ontwerp, as gevolg waarvan die ontwerper van die beligting nog verder

beprek word in die daarstelling van 'n tegnies korrekte ontwerp en dikwels aangewese is op improvisering, byvoorbeeld modulêre tipe plafon konstruksie wat dikwels nie rekening hou met die lengte van ligarmature nie.

5.6.2 ENERGIE EFFEKTIEWE BELIGTING

In 'n artikel (*Fischer, Dr D, Philips, Eindhoven*) word die stelling gemaak dat beligtingsenergie ongeveer 4.5% van die totale wêreldwye energiesyfer uitmaak. Fenominale energiebesparings uit beligting is dus nie haalbaar nie vanweë die klein energie bydrae deur beligting.

Indien norme neergelê word waarvolgens ontwerpe uitgevoer moet word, is dit noodsaaklik dat al die ontwerpers, dit is die argitekte en die raadgewende ingenieurs, gelyktydig betrokke moet wees by alle fasette van ontwerp. Selfs die kleurkeuse van mure en plafonne kan 'n effek op beligting hê en indien die energienorm gehandhaaf word terwyl mure donker geverf is, sal die ligintensiteit te laag wees. Dieselfde geld in geval van hoë plafonne omdat ligintensiteit op werksvlak afneem met die omgekeerde kwadraat van die afstand tussen armatuur en werksvlak of anders gestel, as die plafonhoogte verdubbel sal die ligintensiteit op die werksvlak slegs 25% wees. Handhawing van die energienorm per vierkante meter, sal daartoe lei dat onvoldoende lig op die werksvlak skyn indien plafonne te hoog is. Indien die plafon hoër is as nodig, gaan energie verlore en hoër energie moet in beligting belê word en moet later weer deur lugreëling verwyder word. Die effek van plafonhoogte op beligting en energie wat daarmee gepaard gaan is simmuleer met behulp van 'n bekende program (*Lascon Lighting Industries, Pretoria : 1993*) en die resultate word in **Tabel 9-12** weergegee

TABEL 9-12

Die EFFEK van PLAFONHOOGTE op BELIGTING *

PLAFON HOOGTE METER	OPP VAN LOKAAL M ²	ARMATURE TIPE	AANTAL ARMA- TURE	KAPITAAL	BELIG- TING INTENS E av	BLIK- KERING
3	144	FM90-258	12	R3 840	349	21
3	144	R1-258-SS	12	R1512	409	24*
6	144	FM90-258	16	R5120	371	19
6	144	R1-258-SS	15	R1890	373	17
8	144	FM90-258	20	R6400	380	16
8	144	R1-258-SS	16	R2016	345	16

* Blikkering nie aanvaarbaar nie. Moet 19-22 wees.

* LASCON LIGHTING , PRETORIA; NG, Mnr Eric van Zyl

Die negatiewe effek van hoër plafonhoogte op beligting is as volg

- hoër kapitale belegging
- hoër energiekoste
- hoër instandhoudingskoste, meer armature, hoër monteer wat moeiliker bereikbaar is
- weens meer armature, moet hoër hitte, veral in die somer, deur lugreëling verwyder word. In die winter mag dit tot voordeel van gebruikers wees.

Fluoreseer ontladingsarmature het die voordeel dat aansienlik meer sigbare lig, dit is lumen per watt inset, gelewer word as byvoorbeeld 'n filament of gloeidraad tipe armatuur. Die omgekeerde is ook waar, naamlik gloeidraad

tipe armature lewer baie meer hitte as fluoreseer armature en hierdie hitte moet weer deur lugreëling verwyder word. Dit is nie net vermorsde ligenergie nie maar vermorsde lugreëlingenergie.

5.6.3 DIE GEBRUIK VAN NATUURLIKE DAGLIG

In Suid-Afrika, met sy relatief volop sonskyn en wolklose hemel, is die kwaliteit van daglig besonder goed, behalwe soms vir die verhittingseffek van direkte sonlig in sekere gebiede. Aangesien Suid-Afrika in die suidelike halfrond is, hoef slegs vensters aan die noordekant teen direkte sonlig afgeskerm te word.

Natuurlike daglig word onvoldoende in Suid-Afrika gebruik. By die Universiteit van Pretoria byvoorbeeld, is daar 72 lesinglokale in twee geboue totaal onder grondvlak gehuisves en waar geen vensters voorsien is en waar GEEN DAGLIG gebruik is nie. Die rede hiervoor was waarskynlik om omgewings-geraas te beperk. Dit kon egter met glasuring ewe effektief bekamp word. Die gevolg hiervan is 'n landurige en duur onderhouds- en bedryfsprobleem en as kragonderbrekings voorkom, is die lokale totaal onbruikbaar.

Die IES (*IES Recommended Practice of Daylighting, 1979*) beveel die gebruik van daglig aan op sterkte van studies en ervaring opgedoen in Noord-Amerika. Dit word bevestig dat daar selfs op die mees bewolkte dae, genoeg daglig is om die binneruimte van geboue doelmatig te verlig. Afgesien van die ekonomiese voordele is die kwaliteit van daglig baie beter as kunsmatige lig en as die penetrasie van hitte beperk kan word, is die nadelige invloed op lugreëling beperk. Dieselfde dokument bied breedvoerige

ontwerpaanbevelings vir die gebruik van natuurlike daglig.

In geval van onvoldoende daglig, kan kunsmatige lig aanvullend gebruik word om te alle tye 'n egalige ligintensiteit te handhaaf. Dit kan gedoen word deur outomatiese ligintensiteitbeheer. Volgens Thuman (*Thuman : 1992*) is akkurate beheer om hierdie doelwitte te bereik nie net moeilik nie maar ook relatief duur .

Waar geboue sodanig ontwerp word dat die binnekern gladnie oor buitevensters beskik nie, kan daglig uit die aard van die saak nie aangewend word nie. Ontwerpers kom dikwels die probleem te bowe deur 'n binnehof-effek te skep, met ander woorde, die binnekern van geboue het ook toegang tot daglig vanuit die binnehof. Drie geboue is by universiteite waargeneem waar die tegniek besonder effektief gedoen is, naamlik

- Die Administrasiegebou van PU vir CHO
- Die ou Administratiewegebou van UP
- Die binnehof van Dierkundegebou van UP.

Sorg moet geneem word om "hemelruim" lig te benut en nie die direkte lig van sonstrale wat weer hittetoevoeging tot gevolg kan hê nie. Die konsep "hemelruimlig" beteken inderdaad sonlig wat heen en weer in die hemelruim weerkaats word (scattered light) en so redelik egalige lig verkry word sonder die direkte benutting van sonlig. Uit die aard van die saak wissel die kwaliteit van die lig volgens betrokkenheid, bewolktheid, reën en die tyd van die dag.

Die afskerming van noordevensters (suidelike halfgrond) volgens die voorskrifte van toepassing volgens lengte- en breedtegraad, of die gebruik van dakligte (skylights) skakel die newe-effekte van direkte sonlig, veral in

die somer, grotendeels uit. Indien dit egter korrek ontwerp is, laat dit tog sonpenetrasie in die winter toe.

Die gebruik van natuurlike, beskikbare daglig hou die voordeel in dat dit gratis is en nooit afhanklik is van eskallerende energietariewe nie. Die groot nadeel kan wees bewolktheid of betrokke toestande. Die aanvanklike verskil in koste teenoor bedryfsuitgawes moet egter behoorlik vergelyk word.

Daglig kan verbeter word deur bloot groter vensters te voorsien maar dit kan ook ander newe probleme skep soos

- te veel hittedeurlating wat weer deur die voorsiening van blinders of gordyne bekamp moet word;
- vermindering van die termiese kapasiteit van die struktuur
- gereelde onderhoud.

'n Baie fyn balans van die faktore is nodig en weens die groot aantal veranderlikes is die gebruik van rekenaarsimulasies feitlik al vinnige en akkurate metode is om verskillende "wat-as" oplossings te genereer.

5.6.4 TAAKBELIGTING

Indien dagliggebruik beperk of nie toepasbaar is nie, is dit onvermydelik dat kunsmatige beligting gebruik word.

Saam met die gebruik van kunsmatige beligting word 'n aantal probleme egter ondervind naamlik

- hoë plafonne wat 'n groter aantal ligarmature vereis;
- hoë kapitale koste, hoë bedryfskoste;

- hoë hitte opwekking wat weer verwyder moet word;
- moeilike onderhoud veral waar hoë plafonne en hoë besetting van lesingsale voorkom;
- blikkering (weerkaatsing) indien armature laag monteer is of buitengewoon hoë intensiteitsgebiede voorkom.

Taakbeligting, dit is beligting van die werkstasie en die beperkte onmiddellike omgewing eerder as algemene kantoorbeligting, hou besliste energiebesparingsvoordele in. Dit is ook gebruik in die geval van die Standard bank gevalle studie met baie goeie gevolge byv. as die werkstasie skuif, skuif die ligarmatuur daarmee saam. Waar taakbeligting by die werkstasie oorweeg word, is kompakte fluoreseer armature tipe armature besonder gewild omdat dit klein is en individueel verskuif kan word, relatief tot die dataskerm, om ongewenste weerkaatsing uit te skakel. Dit kan ook maklik saam met die werkstasie verskuif word na 'n ander posisie in die kantoor of laboratorium. Dit word aanbeveel dat taakbeligting aangevul word met algemene, aansienlike laer intensiteit beligting sodat kontrastering minimaliseer word. (*Philips International BV Lighting Division, Lighting of Offices Application Guide 3 : 1985*). Dieselfde dokument behandel ook die tipe voorsorg en ontwerpvoorskrifte vir beligting vir videoskerms ensovoorts. Hierin word veral aanbeveel dat weerkaatsende skerms verdonker word of met 'n gepolariseerde prismatiese filter toegerus word om ongewenste weerkaatsing (blikkering) uit te skakel. Die gebruik van taakbeligting daarenteen hou aansienlike voordele in en skakel baie van die voorafgaande probleme uit. Onder taakbeligting word verstaan die individuele beligting van werkstasies op die werksvlak, sonder dat die hele lokaal vanaf plafon tot werksvlak belig word.

Tradisioneel word kantore, lesingsale en selfs raadskamers vanaf plafonvlak verlig, gewoonlik in geval van kantore ongeveer 1.5m bokant die werksvlak. In geval van lesingsale is dit veel hoër. Plafonhoogte hou voordele in veral om ongewenste weerkaatsing of blikkering te beperk waar lesingsale skuins hellings het .

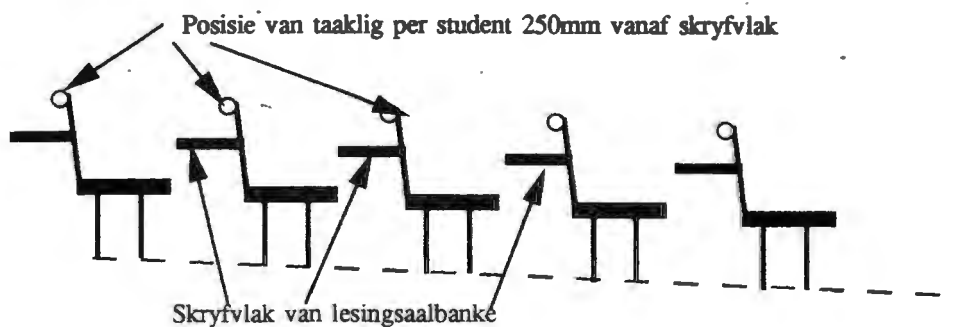
Taakbeligting daarenteen word nie affekter deur hoogte van plafon nie omdat die beligting gewoonlik baie naby die werksvlak monteer word. In gevallie wat by Oxford Universiteit waargeneem is, is fluoreseerbuis armature voor elke student op 'n hoogte van ongeveer 250-300mm monteer, beheerbaar deur die student.

Voordele van taakbeligting bo algemene lokaalbeligting is

- individueel beheer- en verstelbaar
- lae energiegebruik
- affekter nie verdowing vir projeksiedoeleinde nie
- geen onaangename blikkering vir student of dosent
- kan ewe effektief wees in konferensie/raadskamers
- maklike onderhoud.

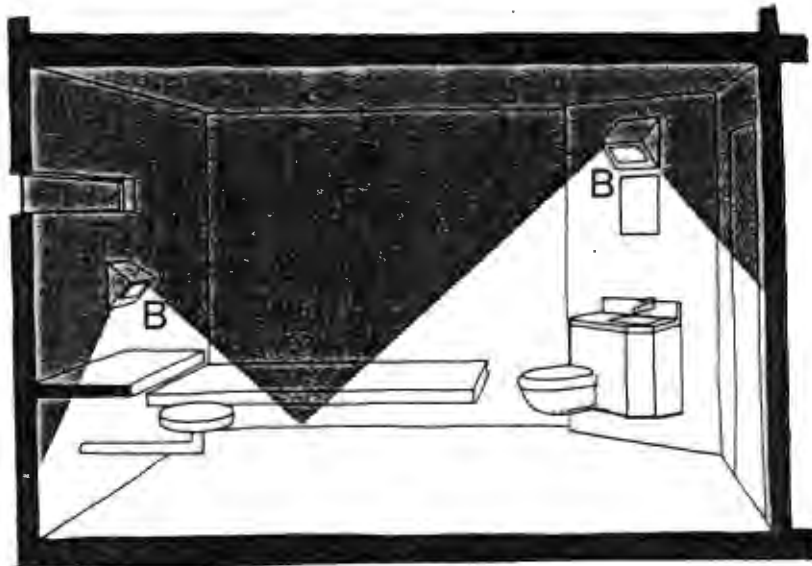
Skematiek 9-7a

TAAKBELIGTING in LESINGSALE



Skematiek 9-7b

TAAKBELIGTING -- ALGEMEEN*



* California Energy Commission Retention Facilities

In 'n vergelykende gevallestudie tussen algemene beligting en taakbeligting gedoen in 'n lesingsaal van 144 vk meter, is die volgende berekenings gedoen :

Plafonhoogte 6m, armature 16 @ 2 x 58 Watt

Beligtingsintensiteit 349 lux.

Totale energie inset $16 \times 2 \times 58 = 1856$ Watt @ 67 vk meter per student kan die saal 216 studente akkommodeer, dit is 20 W/m^2 of te wel 9W per student.

Deur elke student van 'n individuele lae-energie fluoreseerbuis, tipe PLC (Philips) of Dulux SSW/21 (Osram) op 250-300mm bo werkswlak te voorsien, sal 'n lewering gee van 7 watt gee.

Voordele met van taakbeligting

- 50% minder energie loopkoste
- baie eenvoudige instandhouding

- laer hitte energie verwydering deur lugreëling

Nadele van taakbeligting

- hoër kapitaal ($216 \times R30 = R6480$ teenoor R5120 vir 16 armature);
- diefstal en vandalisme (dit kan egter beveilig word).

Jaarlikse energiebesparing @ 10c per eenheid = R144.00

Die gelykbreekperiode is 9 jaar, sonder inagneming van rente en stygende energiekoste

Tabel 9-13

KOMPAKTE ENERGIE DOELTREFFENDE FLUORESEER ARMATURE

	WATT	Eav
Philips	7	$400/(0.5)^2$
Osram	5	$250/(0.5)^2$

Natuurlike hitte oordraging vanuit armature geskied deur, onder andere

- **geleiding** - hitte word deur direkte kontak vanaf die warmer medium na die kouer medium oorgedra. Die aard van die tussenmedia en termiese geleidingsvermoë sal die tempo van oordraging, of te wel die "insulasievermoë" bepaal. In die geval van armature wat gewoonlik op swak termiese geleidingsmedia installeer word, is hierdie vorm van hitteverwydering baie beperk.
- **konveksie** - dit is die oordraging van hitte deur 'n nie-soliede medium

soos water of lug. Die verhitte medium styg as gevolg van laer digtheid en vorm so 'n konveksiestroom. Die effektiwiteit hang af van die medium digtheid en of die verhitte medium wat na bo styg, vrylik kan beweeg en die ruimte kan verlaat. Hierdie is die belangrikste vorm van hitte verwydering uit ligarmature. Gewoonlik maak die ventilasie ingenieur voorsiening vir lugvloei oor armature, met ander woorde, die lugreëlingstelsel sal ligarmature afkoel deur vrye lugvloei daaroor.

Hierdie beginsels moet in berekening gebring word tydens ontwerp om maksimale gebruik van natuurlike bronne te maak, byvoorbeeld natuurlike deurvloei afkoeling van armature.

5.7 WARMWATERVOORSIENING

5.7.1 KONVENSIONELE METODES

"Konvensionele metodes" verwys spesifiek na die produksie van warmwater deur elektriese-, diesel- of steenkoolverhitting, met ander woorde, die gebruik van konvensionele energie bronne sonder die spesifieke oorweging van energie besparende tegnieke. Huishoudelike elektriese waterverwarmers wat deur middel van termostate, gewoonlik op 'n 24-uur basis, beheer word, word as die meer 'konvensionele' metode geklassifiseer.

Die voorsiening van warmwater in administratiewe en akademiese geboue, moet baie versigtig oorweeg word (sien ook 2.3(vii) in *Hoofstuk 8*). Die gebruiksvolume is baie laag en die noodsaaklikheid daarvan word bevraagteken aangesien dit, behalwe vir die was van skottelgoed in teekombuise, hoofsaaklik vir handewas doeleindes in toilette gebruik word.

Waar van konvensionele kommersiële warmwatersilinders gebruik gemaak word, word water oor relatief lang afstande in ongeïnsuleerde pype, waarskynlik in mure of betonvloere, na die punt van gebruik vervoer. Die feit dat warmwater oor lang afstande vervoer moet word en dat groot hoeveelhede water moet weglou voordat warmwater beskikbaar is, moet spesifiek aangespreek word.

5.7.2 WARMWATER ONTWERPOORWEGINGS

Dikwels word wyd uiteenlopende norme vir warmwater spesifiseer sonder dat temperatuur gespesifiseer word. Water kan opgewek en gestoor word teen enige temperatuur tot ongeveer 75°C, maar verkieslik teen laer temperature omdat versnelde afkoeling (sien ook *grafiek 3-5 in hoofstuk 3*) voorkom wanneer die bergingstemperatuur hoog is in verhouding tot die omgewingstemperatuur.

Vanuit basiese energiebalans beginsels (*Fig 9-4*), deur van die volgende vergelyking gebruik te maak in die temperatuurgebied bokant vriespunt en onderkant kookpunt, kan die volgende vergelykings saamgestel word :

Energie in kouewater x volume + Energie in warmwater x volume
= Energie in stortwater x volume stortwater, waar

T_{KW} = Temp kouewater T_{WW} = Temp warmwater

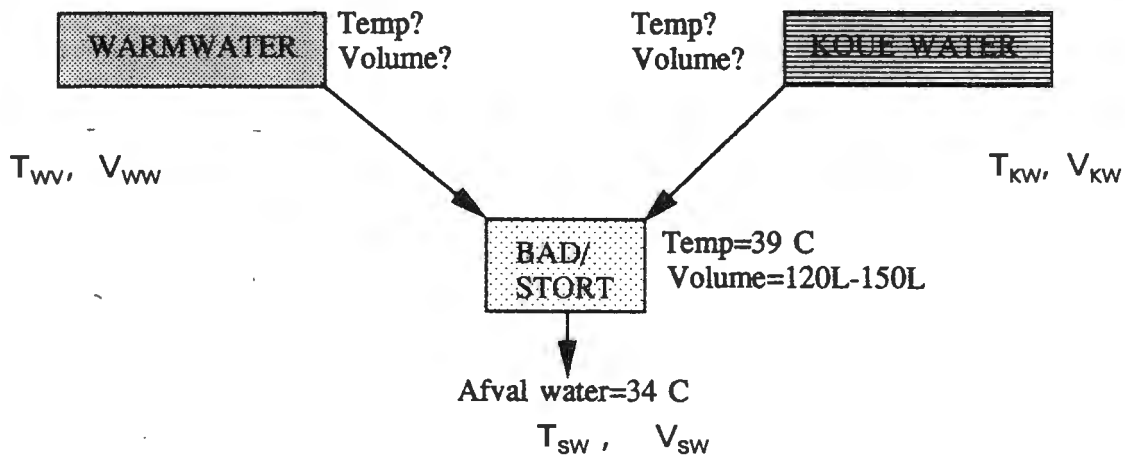
V_{WW} = Volume warmwater V_{KW} = Volume kouewater

T_{SW} = Temp stortwater V_{SW} = Volume stortwater

Gevolgtik is $T_{KW} \times V_{KW} + T_{WW} \times V_{WW} = T_{SW} \times V_{SW}$

Figuur 9-4

ENERGIEBALANS by WARMWATERVERMENGING



Uit hierdie basiese energiebalans vergelyking kan **Tabel 9-14** saamgestel word.

Tabel 9-14

WARM/KOUWATER KOMBINASIES per 100 LITER BAD/STORTWATER

Warmwater Temp C	Kouewater Temp C	Warmwater Liter	Kouewater Liter	Badwater Temp C	Badwater Liter	kWhr nodig
70	10	48.33	51.67	39	100	3.37
70	12	46.55	53.45	39	100	3.14
70	14	44.64	55.36	39	100	2.91
70	16	42.59	57.41	39	100	2.67
70	18	40.38	59.62	39	100	2.44
70	20	38	62	39	100	2.21
70	22	35.42	64.58	39	100	1.98
70	24	32.61	67.39	39	100	1.74
70	26	29.55	70.45	39	100	1.51
65	10	52.73	47.27	39	100	3.37
65	12	50.94	49.06	39	100	3.14
65	14	49.02	50.98	39	100	2.91
65	16	46.94	53.06	39	100	2.67
65	18	44.68	55.32	39	100	2.44
65	20	42.22	57.78	39	100	2.21
65	22	39.53	60.47	39	100	1.98
65	24	36.59	63.41	39	100	1.74
65	26	33.33	66.67	39	100	1.51

Tabel 9-14 toon die proporsionele vermengingvolumes van warmwater by temperature van 70° C en 65°C en kouewater teen temperature van 10°C tot 26°C om 100 liter gemengde water @ 39°C (optimum temperatuur vir stort/stort) te verkry en bereken die ooreenstemmende kWHR energie benodig om die 100 Liter stort/badwater te voorsien teen 0.001163 kWHR per 1°C temp styging per Liter.

Ter toeligting van die gebruik van die inligting kan die volgende voorbeeld bereken word.

Voorbeeld 1 : Bereken die volume warmwater @ 70°C vir stort/bad van 25 damesstudente en 75 mansstudente. Die omgewingstemperatuur is 20°C. Bereken ook die hoeveelheid energie wat gebruik word asook die verhittingsperiode as 50kW elemente vir verhitting gebruik word. Ignoreer enige hitteverliese deur geleiding of uitstraling tydens die verhittings-periode.

Hierdie is 'n voorbeeld van 'n tipiese ontwerpberekening van 'n koshuis se warmwaterbehoefte.

Oplissing :

Uit **Tabel 9-15** met warmwatertemperatuur van 70°C en kouewatertemperatuur van 20°C, word 38 liter warmwater en 62 liter kouewater benodig om 100 liter water teen 39°C te voorsien. In die proses word 2.21 kWHR energie benodig.

25 Damesstudente gebruik 150 Liter per bad
= 1525L warmwater by 70°C
= 82.875 kWHR

75 Mansstudente gebruik 120 Liter water per stort
= 3420 Liter warmwater
= $75 \times 120/100 \times 2.21$ kWHR
= 198.9 kWHR energie

Totaal = 4845 Liter warmwater @ 70°C en
= 281.775 kWHR energie.

Verhittingstydperk vir 50 kW element
= $281.775/50$ uur
= 5.6 ure.

Inligting uit **Tabel 9-14** is verwerk, vereenvoudig en saamgevat om **Tabel 9-15** en **Grafiek 9-7** te kan saamstel.

Grafiek 9-7 bied nou 'n direkte 'afleesmetode' van warm- en koue water, sonder berekenings. Teen 65°C warmwatertemperatuur op die X-as word vertikaal projekteer na die 22°C kurwe vir kouewater, en op die linker en regter vertikale Y-asse word die volumes warmwater (linker vertikaal of Y-as) en die kouewater (regter vertikaal of Y-as) afgelees per 100 L stortwater @ 39°C direk afgelees.

Om 100 liter stortwater @ 39°C te voorsien word 40L warmwater @ 65°C en 60L kouewater @ 22°C benodig. In **Grafiek 9-8** word die energie in kWHR per 1000L volgens die **temperatuurverskil** tussen inkomende water en verhitte water direk afgelees.

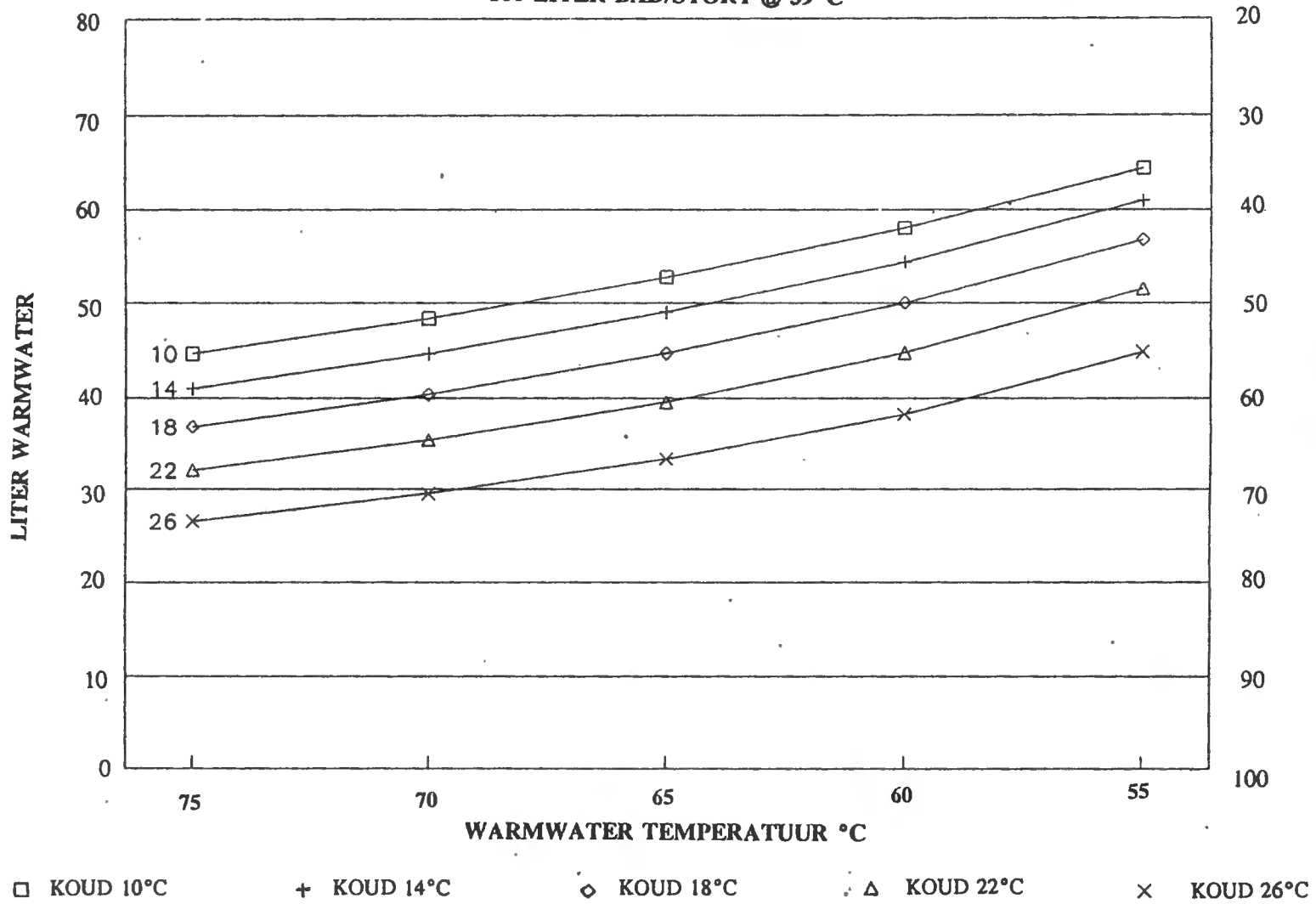
Tabel 9-15

**KOUW/WARMWATER SAMESTELLING en OOREENSTEMMENDE
ENERGIE volgens KOUWATER TEMPERATUUR per 100 Liter
STORTWATER**

KOUWATER							
Temp	10	12	14	16	18	20	22
Liter	55.38	57.14	59.02	61.02	63.16	65.45	67.92
WARMWATER							
Temp	75	75	75	75	75	75	75
Liter	44.62	42.86	40.98	38.98	36.84	34.55	32.08
BAD/STORT WATER							
Temp	39	39	39	39	39	39	39
Liter	100	100	100	100	100	100	100
ENERGIE							
Kalor	2900300	2700180	2499780	2299820	2099880	1900250	1700240
BTE	11509	10715	9919	9126	8332	7540	6746
kWhr	3.37	3.14	2.91	2.67	2.44	2.21	1.98
4-UUR KW	0.84	0.79	0.73	0.67	0.61	0.55	0.5

SAMESTELLING VAN WARMWATER VIR BAD/STORT

100 LITER BAD/STORT @ 39°C

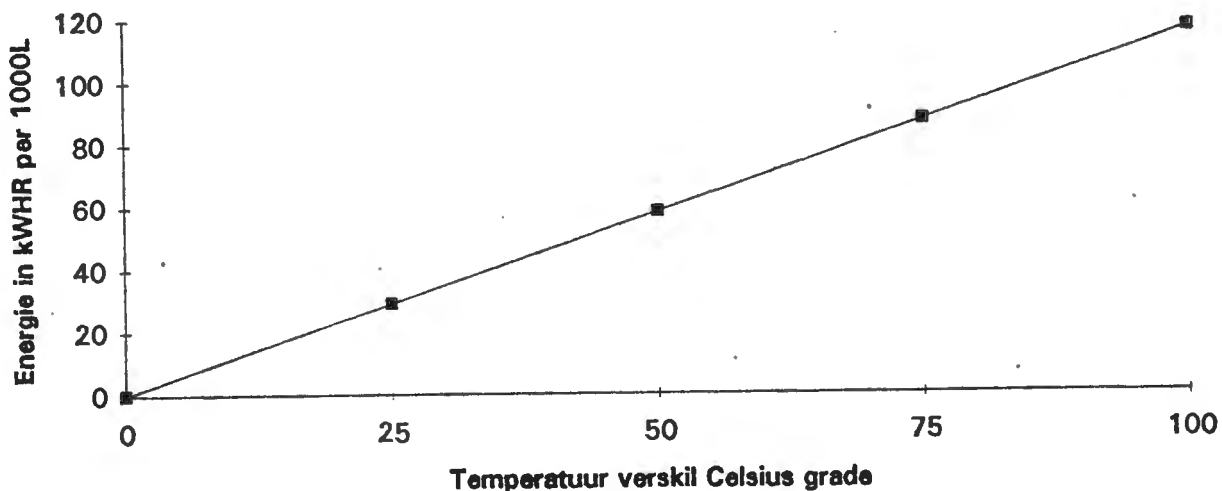


WARM/KOUE WATER SAMESTELLING per 100 LITER GEMENGDE WATER @ 39°C

Grafiëk 9-7

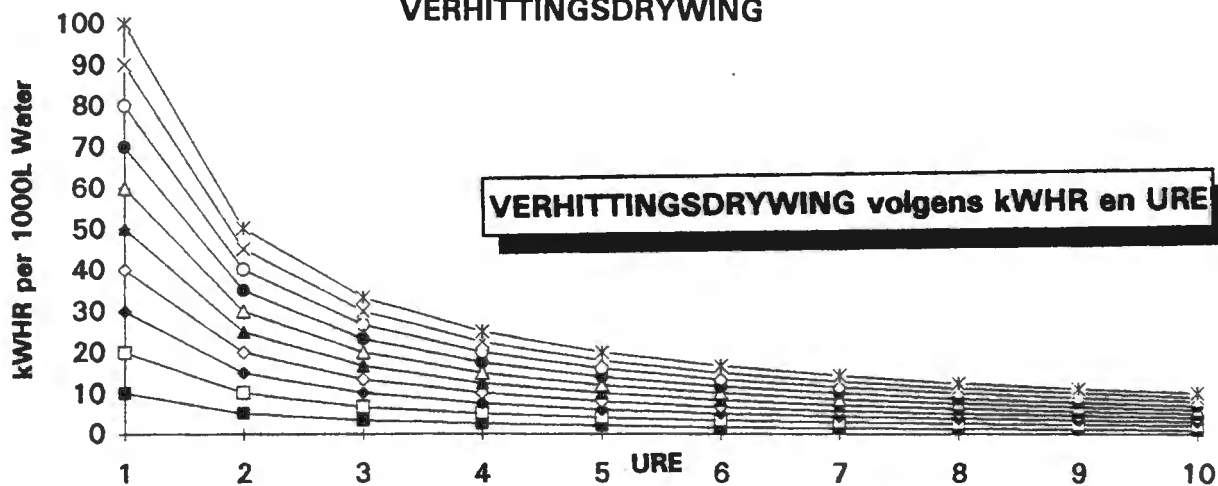
Grafiek 9-8

ENERGIE in kWhr vs. TEMPERATUURVERSKIL
per 1000L STORTWATER



Grafiek 9-9

VERHITTINGSDRYWING



Omdat slegs die kouewatertemperatuur die die hoeveelheid energie sal beïnvloed, kan die hoeveelheid energie volgens kouewatertemperatuur direk uit **Tabel 9-15** afgelei word, byvoorbeeld 18°C kouewater benodig 2.44 kWhr om elke 100L stortwater te lewer ongeag na watter temperatuur water verwarm word.

Alternatief, vanaf berekening

$$18^{\circ} \text{ C} \text{ ————— } > 39^{\circ} \text{ C} = 21^{\circ} \text{ C} \quad \text{omgewingstemp} = 18^{\circ} \text{ C}$$

100L water moet met 21°C verhit word

$$\text{Dus } 100 \times 21 \times .001163 \text{ kWHR}$$

$$= 2.44 \text{ kWHR}$$

Grafiek 9-9 gee die verhittingsdrywing per 1000L, byvoorbeeld as, volgens **Tabel 9-15** die energie 100 kWHR is, kan op die vertikale as op die '100' kurwe afgegaan word tot by sê 4 ure. Op die vertikale as is die kW nou 25 en dit beteken om 100 kWHR te bekom, daar vir 4 ure teen 25 kW verhit moet word.

5.7.3 SPESIFIEKE OORWEGING vir ENERGIE DOELTREFFENDHEID

In hierdie afdeling word spesifiek oorweging geskenk aan metodes waardeur energie doeltreffendheid verbeter kan word of, alternatiewelik, 'n besparing op energie uitgawes te weeg gebring kan word. Dit sluit in spesiale toerusting, tegnieke, beheer, en metodes.

In die meerderheid gevalle vir warmwatervoorsiening in akademiese- en administratiewe geboue kan van 'n aantal klein deurvloei-verwarmers (geen bergkapasiteit) gebruik gemaak word. Dit is ook geskik vir teekombuise waar daar nie besonder hoë temperature benodig word nie. Warmwater is onmiddelik en op aanvraag beskikbaar. Hierdie tipe verwarmers is ook vir storte geskik omdat storttemperatuur nie hoër is as 39 °C is nie en water nie geberg en herverhit hoef te word nie.

Ander alternatiewe vir warmwatervoorsiening is die gebruik van sonpanele, die produksie van warmwater na-uurs en die berging daarvan in groot opgaartenks asook die gebruik van hittepompe. Die beperkings rondom sonenergie op bewolkte en betrokke dae, kan aansienlik wees. Ontwerpe maak egter gewoonlik voorsiening vir die aanvullende gebruik van elektriese verhitting. Omdat die tegnologie rondom hittepompe nog voortdurend verbeter, aangepas en nagevors word om meer koste-effektief te wees, word afsonderlik aandag aan hierdie aktuele en praktiese uitvoerbare moontlikheid in die hieropvolgende bespreking geskenk .

5.8 HITTEPOMPE

5.8.1. OMSKRYWING

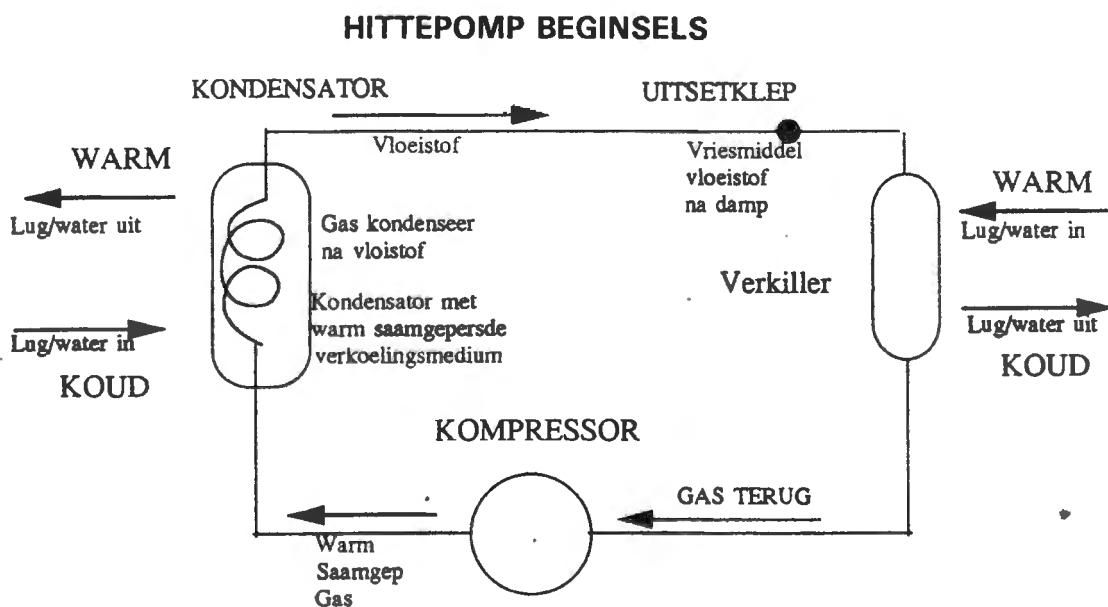
In *Deel 2* is hittepompe vlugtig aangesny as bron van warmwateropwekking. Omdat die voordele van hittepompe egter verder as die enkele aspek strek, word die werkverrigting en voordele meer breedvoerig in hierdie afdeling bespreek.

Die waarde van hittepompe as metode om energie uitgawes te besnoei, word dikwels nie wetenskaplik, finansiël en objektief genoegsaam ontleed om die volle voordele te bepaal nie. Dit kan toegeskryf word aan die relatiewe onvertroutheid met die hittepomp se werksbeginsels hoewel die begrip lank reeds bekend is. Daar is ook in Suid-Afrika 'n gebrek aan tegniese/ekonomiese inligting oor hittepompe en die toepaslike gebruik daarvan. Die gevolg is dat daar dikwels konserwatief van alternatiewe of konvensionele metodes van verhitting gebruik gemaak word. (Meyer J P & Greyvenstein G P : 1991).

Konvensionele huishoudelike- en industriële waterverwarmers maak oor die algemeen gebruik van elektriese energie wat elemente verhit of elektrodes wat water verwarm. Omdat die konsep redelik elementêr is, is die aanskafkoste van die stelsel relatief laag. Die hitte-energie van die water word uitsluitlik van die elektriese toevoer bekom en daar is te alle tye 'n direk eweredige verband tussen volume water en elektriese energie gebruik. Namate tariewe vir energie styg, styg die koste van warmwater ook.

Dieselfde beginsels wat geld vir konvensionele lugreëling en verkoeling, geld ook vir hittepompe. In die geval van konvensionele lugreëling word hitte (energie) uit lug verwyder (in geval van verkoeling) en die oortollige hitte aan die atmosfeer oorgedra en vrygestel. Koue lug word gebruik en hitte-energie word uitgewerp. In geval van hittepompe word hitte (energie) uit die lug verwyder en oorgedra aan 'n geskikte medium soos lug of gewoonlik water en koue lug uitgewerp.

Skematiek 9-8



Dikwels word daar gepraat van die hittepompsiklus as 'n omgekeerde verkoelingsiklus. Om die hittepompsiklus aan die gang te sit en te hou, vereis die gebruik van sirkulasiepompe en kompressors, die energie waarvoor van die elektriese netwerk verkry word.

Anders as by elementêre elektriese verwarming waar energie definitief vanuit die elektriese netwerk "onttrek" en in hitte "omgesit" word, genereer 'n hittepomp nie energie nie. Die energie beskikbaar uit die omgewing word onttrek en na 'n plek van hitte-uitruiling, lug of water, kanaliseer. Daar vind dus geen opwekking van energie by die hittepomp maar eerder 'n energie omsetting of uitruilingsproses plaas nie.

Die bron waaruit energie onttrek word, kan wees

- die omgewingslug ;
- afvalhitte uit verbrandingsprosesse;
- afvalhitte wat andersins tot niet sou gaan sonder dat dit bruikbaar word byvoorbeeld hitte vanuit warm afval waswater of kombuiswater.

Hierdie bedryfsbeginsel van hittepompe word na verwys as "gratis energie" omdat dit energie is wat beskikbaar is deur byvoorbeeld verhitting van die son. Hierdie energie wat so beskikbaar is, is "gratis" en moet versamel, geberg en kanaliseer word na die punt van gebruik.

Die hoeveelheid hitte-energie wat uit die lug onttrek en uiteindelik in die hitte-uitruiler tot die water toegevoeg word, hang af van

- die doeltreffendheid van die pomp;

- die doeltreffendheid van die verdamper en uitsetklep;
- die doeltreffendheid van die hitte-uitruiler;
- die verskil in temperatuur van inkomende lug en koue lug;
- die onderhoud van die stelsel. Kalkneerslag in hitte-uitruilaars kan die effektiwiteit benadeel;
- humiditeit.

Die effektiwiteit van hittepompe word uitgedruk in terme van

- die energie onttrek en aangewend vir hitte-uitruiler;
- die energie gebruik vir die aandryf van die stelsel;
- Q , die hitte-uitset van die pomp.

Die rendementverhouding, wat ook 'n aanduiding van die effektiwiteit is, staan bekend as die

COP of te wel Coëfficient of Performance. (werkverrigtingskoëffisiënt)

Die tipiese COP-verhouding kan varieer van 2:1 tot 6:1, dus ,

As die COP 3:1 is beteken dit dat vir elke 3 dele energie wat onttrek word 1 deel energie vanaf die elektriese netwerk gebruik word om die proses aan die gang te sit en aan die gang te hou, dus $3 - 1 = 2$ dele netto energie "verniet" gekry.

Anders as sonenergie waar die onttrekking van hitte-energie slegs voorkom as direkte son op die hitte-uitruilpaneel skyn, kan 'n hittepomp onder alle klimaatstoestande funksioneer - daar is altyd "onttrekbare" energie in die lug, al is dit ook hoe koud behalwe as die pomp opvries.

Die "afvalproduk" van 'n hittepomp is koue lug. Met oordeelkundige ontwerp

kan die afval koue lug weer gebruik word vir byvoorbeeld lugreëling of ander verkoelingsinstallasies en kan 'n verdere energiebesparing plaasvind deur gebruik te maak van beskikbare koue lug. In byvoorbeeld 'n restaurant, kan onttrekte hitte gebruik word vir warmwater en gelyktydig kan die koue afval lug na die kombuis en eetlokaal kanaliseer word. Hierdie beginsel is alreeds gebruik in nuwe geboue wat tans opgerig word nadat daar pertinent op aangedring is. Die gebruik van gratis koue lug vir noodsaaklike doeleindes, waarvoor andersins spesiaal koue lug opgewek sou moes word, maak die effektiwiteit van hittepompgebruik nog veel beter.

As die hittepompbeginnel vir die opwekking van warmwater vir stort- en baddoeleindes toegepas word, is die volgende toepaslik :

100 L water word benodig vir stort.

Kouewater @ 22°C, stortwater @ 39°C.

Die volume water wat vanaf 22°C tot 75°C verhit moet word om te vermeng met 67.92L kouewater @ 22°C om uiteindelik 120L water @ 39°C te lewer, is 32.08L. (*Grafiek 9-7*)

Die energie benodig om die temperatuur van 32.08L kouewater @ 22°C te verhoog tot 75°C, is 1.98 kWhr. (*Tabel 9-15*).

Deur 'n hittepomp met 'n doeltreffendheid of COP van 3:1 te gebruik, kan hierdie water verwarm word met slegs

$$\frac{1}{3} \times 1.98 = 0.66 \text{ kWhr}$$

Dit beteken in effek dat 67% van die benodigde energie gratis uit die omgewingslug verkry is.

In 'n gemiddelde huishouding met een elektriese waterverwarmer wat slegs termostaties beheer word, is warmwatervoorsiening vir ongeveer 55-60% van die totale elektrisiteitsrekening verantwoordelik.

Deur gebruik te maak van hittepompe in die huishoudelike situasies kan die totale elektrisiteitsrekening met ongeveer 40% besnoei word. Ekonomies het die gebruik van hittepompe besliste energiebesparingsvoordele.

In die geval van koshuise se warmwater, is daar 'n verdere voordeel en dit is dat die ooreenstemmende energie en kVA aanvraag vir warmwater met 67% gaan verminder indien die WVK van hittepomp minstens 3 is.

Die groot voordeel van hittepompe lê daarin dat dit tydens dieselfde proses vir beide verhitting en verkoeling gebruik kan word naamlik

- in wintertye word die hitte vanuit die relatief koue winterlug onttrek, deur 'n ander medium, gewoonlik water, absorbeer en die koue lug waaruit hitte onttrek is, is die "afvalproduk"
- in die somer word hitte uit die lug onttrek, die koue lug hergebruik en die onttrekte hitte-energie word die "afvalproduk".

In 'n artikel (Meyer, J P & Greyvenstein, G P : *The Cost Effectiveness of Heat Pumps in specific Buildings in South Africa*), word genoem dat in die gemiddelde residensiële geboue in Suid-Afrika van elektriese element waterverwarmers eerder as van hittepompe gebruik gemaak word. Die rede is waarskynlik dat hittepompe aansienlik duurder is as elementverhitters en eienaars van geboue stel dikwels net in die laagste aanvanklike kapitale belegging belang. Die twee sisteme word nie volgens 'n lewenssiklus koste-

analise vergelyk op 'n basis van

- bedryfskoste;
- onderhoudskoste;
- energiekoste en kVA koste en jaarlikse eskallasie van die koste;
- vervangingskoste;
- aanvanklike kapitale koste, nie.

Verdere faktore wat 'n meer sekondêre invloed in die lewensiklus analise kan uitoefen is

- grootte en eienskappe van hittepomp;
- warmwatergebruik;
- die COP van die pomp;
- elektriese tariewe;
- humiditeit;
- geografiese ligging van gebied.

In 'n artikel (Meyer, J P & Greyvenstein G P : Energy Saving by means of Heat Pumps for the Heating of Domestic Water) word spesifiek gemaan dat hittepompe so klein prakties moontlik moet wees ten einde die kapitaalkoste van die pompe laag te hou. Die minimum grootte van die pomp sal afhang van die langste toelaatbare verhittingsperiode. Hoe langer die verhittingsperiode is, hoe kleiner hoef die pomp te wees en hoe laer is die kapitale belegging.

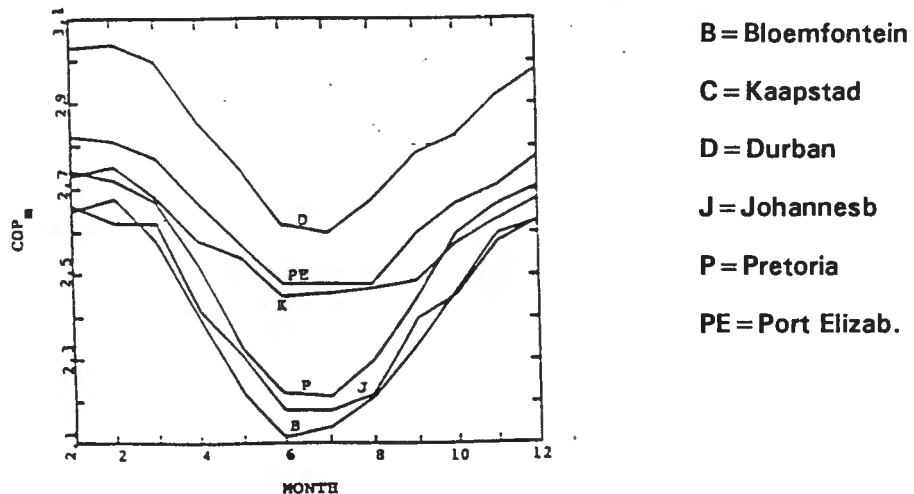
Vogtige lug in vergelyking met droë lug teen dieselfde temperatuur, se hittepotensiaal is hoër en die COP van 'n pomp hoër namate die lug vogtiger is. Die rede hiervoor is dat, om vog in dampvorm teen dieselfde temperatuur om

te skakel, aansienlik meer hitte, latente hitte absorbeer. Die omgekeerde geld ook naamlik dat as vogtige lug afkoel en kondenseer, latente hitte vrygestel word - vandaar die hoër COP.

Hierdie feit is duidelik waarneembaar uit 'n grafiek opgestel deur Meyer (Meyer, JP et al) wat duidelik die COP verandering tussen kusgebiede met hoë vogtigheid en binnelandse gebiede met droë lug toon. Dit toon ook dat die gemiddelde COP in middel winter periodes so laag as 2.1 kan wees en middel somer tot 3.05 kan styg. (Grafiek 9-10)

Grafiek 9-10

WVK(COP) van HITTEPOMPE vs GEOGRAFIESE LIGGING



Die keuse tussen die ekonomiese en koste-effektiewe gebruik van hittepompe teenoor meer konvensionele waterverwarming kan alleenlik sinvol oorweeg word nadat berekenings, met inagneming van alle relevante parameters, deur 'n kundige gedoen is.

In 'n NER ondersteunde verslag (Greyvenstein, G P & Coetzee, J L : 1991) word die markpotensiaal van hittepompe in Suid-Afrika ondersoek. Die verslag is ook baseer op 'n bevinding van Dr Johansen in 1986 dat, op daardie stadium, minstens 6% van Suid-Afrika se primêre energiegebruik

bespaar kan word indien hittepompe tot die volle potensiaal waaartoe dit in staat is, gebruik word.

Huidiglik sluit die meer populêre en suksesvolle aanwendings van hittepompe gebruike in soos

- opwekking van warmwater deur die gebruik van omgewingslug of ander hittebronne;
- lugreëlingstelsels waar hitte deur hittepompe uit omgewingslug onttrek word;
- ysinstallasies waar koue lug aangewend word om ys te skep en in afpiek tye gestoor word om weer gedurende die normale lugreëling-aanwendingsperiode verkoeling deur die ysbank te voorsien;
- swembad/borrelbad verhitting.

Uit 'n verslag deur die NER aangevra (Johansen Dr J : 1992), blyk dit dat toenemende ervaring met die gebruik van hittepompe tot gevolg het dat die doeltreffendheid van hittepompe verbeter. In hierdie verslag word die verbetering in doeltreffendheid van hittepompe deur die gebruik van nie-aseotropiese verkoelingsmengsels voorgehou vir verdere navorsing. In opvolging hiervan is daar in 1993 'n projek deur PU vir CHO se Meganiese Ingenieursafdeling (Proff Meyer en Greyvenstein) geloods om hierdie potensiaal prakties en wetenskaplik te ontleed.

Versigtigheid ten opsigte van die direkte en onaangepaste gebruik van konvensionele lugreëlingstelsels om as hittepompe aangewend te word moet aan die dag gelê word.

Omdat hittepompinstallasies se kapitale koste alreeds relatief hoog is in

vergelyking met konvensionele elektriese verwarming, moet alle moontlike kostebesparings by hittepompe oorweeg word. Een belangrike koste-aspek waarop bespaar word is onderhoud. Die onderhoud van hittepompe is gewoonlik beperk tot;

- nagaan vir gaslekkasies
- skoonmaak van filters
- smering van bewegende dele
- uitsetklep onderhoud
- gereelde ontkalking van hitte uitruilers veral omdat dit nie 'n geslote sisteem is nie.

'n Ander moontlike energiebesparing is die "dubbele" gebruik van hittepompe byvoorbeeld

- die onttrekking van hitte uit lug en die toevoeging van die energie aan kouewater om sodoende warmwater te lewer en gelyktydige gebruik van hierdie andersins afval kouelug vir verkoeling van lokale soos kombuise, die opwekking van kouewater, ysvorming deur middel van yspanke wat later weer gebruik word deur omgewingslug daaroor te laat vloei.

Die WVK (werkverrigtingskoëffisiënt) van hittepompe kan bykans verdubbel word as die WVK vir hitte onttrekking 3:1 is en die WVK vir die afsonderlike voorsiening van kouelug ook 3:1, beteken dit dat vir die maak van warmwater uit lug, word 3 dele hitte-energie wins moontlik gemaak deur 1 deel energie in die proses op te gebruik, dit is 'n netto wins van 2 dele energie. Sou dieselfde kouelug afsonderlik "geskep" word, sou ook 3 dele hitte verwyder kan word deur 1 deel energie vir die proses te gebruik.

Omdat die koue lug egter reeds uit die eerste proses beskikbaar raak, sonder verdere energie aanwending, beteken dit dat vir 'n gelyktydige proses 6 dele energie verplaas word deur 1 deel energie vir die proses te verbruik. Die besparing is dus

500%.

(6 dele 'verniet' minus 1 deel vir proses netto wins = 500%)

Tydens ondersoekes gedoen by universiteite is gevind dat op een plek uit die lug hitte vir warmwaterproduksie onttrek word en kouelug vrygestel word terwyl daar in die onmiddellike nabyheid 'n lugreëlingproses plaasvind waar hitte uit die reeds gebruikte lug onttrek word om koue lug te kry. Hierdie ongekoördineerde gebruik moet konsolideer word en verg oordeelkundige beplanning.

In die ontwerp van die Suid-Afrikaanse AQUAZEST hittepompe (TECHNIHEAT, Kaapstad), word hierdie gelyktydigheidsgebruik van twee prosesse kombineer, dit is

- produseer warmwater
- produseer kouewater of ys of voorsien koue lug aan kombuise en eetsale.

Onderhoudsvoorsorg wat effektief toegepas kan word, is om te verhoed dat kalkformasie in hitte uitruilaars opbou aangesien ontkalking van hitte-uitruilers duur is en ook die hittepomp vir langer periodes uit aksie kan neem.

Konvensionele "shell and tube" hitte-uitruilers soos gebruik in lugreëling installasies toon 'n geneigdheid om kalk op die binne-oppervlaktes van pype

neer te slaan en dit affekteer die effektiwiteit van hitte uitruiling aansienlik.

'n Prakties beproefde wyse om hierdie kalkformasie te voorkom is in Suid-Afrika ontwikkel en word die dubbelbuis metode genoem (TECHNIHEAT). In die proses word twee konsentriese koper buise gebruik en die buitenste een agterna vierkantig gepers. So word maksimum hitte-uitruiling en minimum kalkneerslag verseker.

'n Verdere praktiese voorsorg is om die temperatuur van die warmwater wat genereer word, tot hoogstens 65°C te beperk om kompressor kopdruk te beheer.

5.8.2 KOSTE-EFFEKTIWITEIT van HITTEPOMPE

Met die konsep dat hittepompe "gratis energie" kan lewer, gevestig en in praktyk bewys, word verdere klem geplaas om die effektiwiteit of WVK (COP) van hittepompe te verhoog en te verbeter, om ontwerp te vereenvoudig en onderhoud te minimaliseer.

Deur bloot aanvanklike kapitale beleggings te vergelyk, skyn hittepompe nie 'n ekonomiese oorweging te wees nie. Die toepassing van LSK om die vergelyking tussen hittepompe en konvensionele elektriese verwarming te tref, is deur simulasie gedoen en die resultate tabuleer in *Tabel 9-15*.

PRAKTIESE TOEPASSINGSGEVAL

Warmwater moet aan 300 mansstudente(120 Liter/stort) voorsien word. Bepaal koste vir konvensionele huishoudeike warmwaterstelsel teenoor hittepompstelsel en vergelyk berekende 10-jaar resultate.

Aannames is as volg :

Heersende koste per kWHR 20 sent

Heersende koste per kVA R30.00

Koue water temperatuur 22°C

Verhit na 65°C

50% van studente stort soggens en die ander 50% saans

WVK van hittepompe 3

Koste van konvensionele elektriese verhitting R180 per kVA

Koste van hittepomp R1950 per kVA(Totaal insluitend WVK = 3)

Beide stelsels gebruik dieselfde opgraatenks @ R1500 per 1000 Liters

Maks aanvraag kVA eenmalig per maand aangeslaan @ R30 per kVA

BEREKENINGS

Volgens *Grafiek 9-7* in Deel 2:

Gemiddeld word 40L x 120/100 warmwater per student per dag toegelaat, vir 300 studente (per stort = 120 L/student)

= totaal 14400 L per dag.

KONvensionELE VERHITTING

Energie koste per maand = $R0.20 \times 14400 \times 0.001163 \times (65-22) \times 31$
= R4464 per maand plus kVA koste

Veronderstel konvensionele standaard huishoudelike warmwaterstelsels is 273L met 6kW elemente en 50% water word per geleentheid dit is oggend en aand, deur studente gebruik. Slegs 7200L per keer hoef verhit te word. Dit gee 26 verhitters elk met 6kW element in totaal, dus 158 kW gelyktydig.

$$\begin{aligned} \text{Totale verhittingsure} &= \{14400 \times 0.001163 \times (65-22)\} / 158 \\ &= 4.55 \text{ ure} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kVA koste} &= 158 \times 30 \\ &= R4740 \end{aligned}$$

$$\text{Totale koste per maand} = R9204$$

(Energie + kVA)

VERHITTING deur HITTEPOMPE

$$\begin{aligned} \text{Energie + kVA-koste} &= 1/3 \times R4464 + 1/3 \times R4740 \\ &= R3068 \end{aligned}$$

Die kapitale koste vir konvensionele verhitting in die geval is R35900 (insluitend tenks) en vir hittepompe R110200 (insluitend tenks).

Onderhoudskoste vir konvensionele verhitting word op R1000 beraam vir vervanging van toegekalkte elemente terwyl onderhoudskoste vir hittepompe op R750 beraam word, gebaseer op die gunstige ervaring van verskeie gebruikers wat in Augustus 1993 geraadpleeg is.

Afskrywing per jaar is baseer op die totale kapitale belegging oor die lewensverwagting. Die vervangingsperiode is 10 jaar en die resultate word in *Tabel 9-15* tabuleer.

Tabel 9-15

KOSTE VERGELYKING: HITTEPOMPE vs KONVENSSIONELE VERHITTING

	Konvensionele Verhitting	Hittepompe
Aanvanklike koste	35900	110200
Onderhoud/jaar	1000	750
Energie + kVA koste/jaar	110448	36816
Afskrywing/jaar(10-jaar)	3590	11020
Totale koste per jaar oor 10-jaar periode	115038	48586
Netto voordeel na 10 jaar in geval van hittepompe		664520

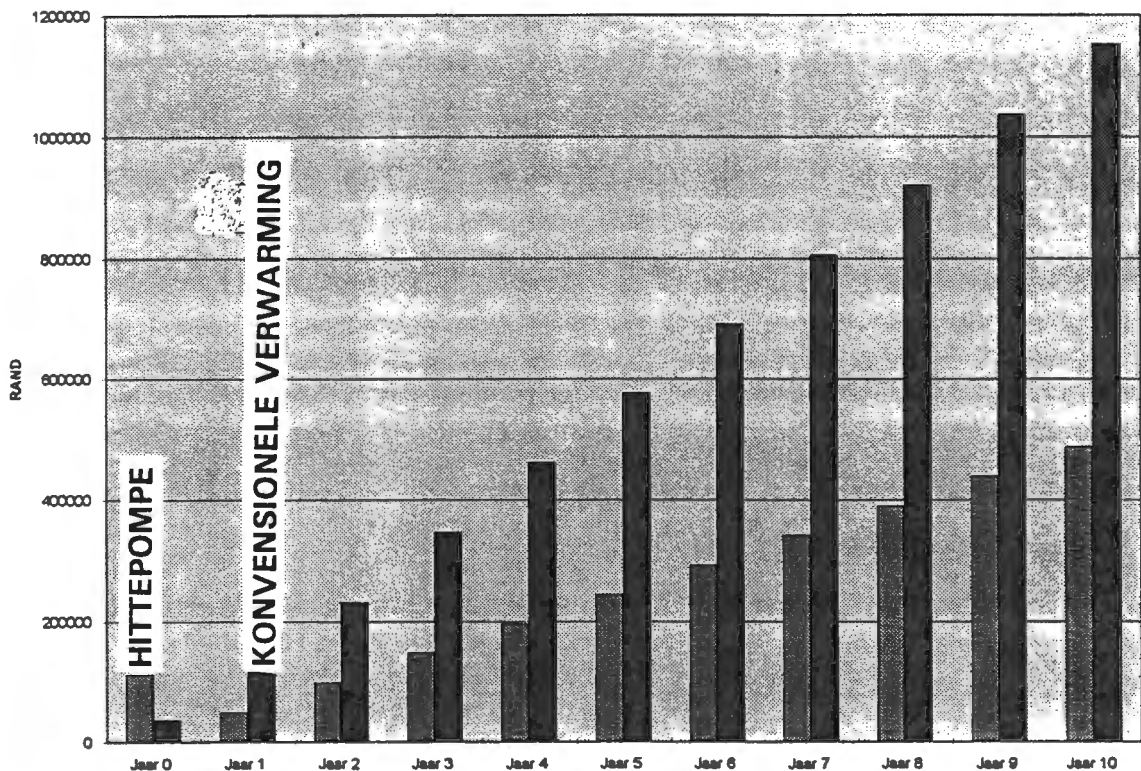
Die ontleding is tiperend van resultate wat sigbaar raak nadat 'n algemene LSK-analise gedoen is.

Tabel 9-15 toon dat, ofskoon die vergelyking van aanvanklike kapitale beleggings ooglopend groot verskille toon, naamlik R110200 teenoor R35900, ('n verskil van R74300) die netto jaarlikse voordelige bedryfsverskil (energie-, vervangings- en onderhoudskoste), R66452 is wat beteken dat na net minder as 14 maande, die 'aanvanklik duurder' stelsel gelykbreek met die 'goedkoper' alternatief. Dit is dus noodsaaklik dat tydens die evaluasie van tenders, 'n volledige en realistiese LSK-analise gedoen word soos in dié besondere geval. Oor 'n periode wat gelyk is aan 'n realistiese lewensverwachting van die toerusting (10-jaar), is die **wins**, ten spyte van die

aanvanklike groot aanvanklike kapitale verskil, 894%!

Grafiek 9-11

KOSTE VERGELYKING: HITTEPOMPE vs KONVENSSIONELE VERHITTING



Grafiek 9-11 toon duidelik dat die aanvanklik aansienlik hoër kapitale belegging vir hittepompe, 'n netto wins van R664320 na verstryking van die vergelykingsperiode van 10 jaar as alles in ag geneem word, toon. Die kolom "Besparing" toon die netto kumulatiewe besparing wat die installasie van hittepompe teenoor konvensionele elektriese verhitting na 10 jaar inhou. In Jaar 0 toon die aanvanklike belegging terwyl jare 1-10 die kumulatiewe bedryfskoste reflekteer.

5.8.3 GEBRUIKSMOONTLIKHEDE VAN HITTEPOMPE OP KAMPUSSE

'n Aantal aanwendingsmoontlikhede van hittepompe op tipiese kampusse is

- warmwatervoorsiening by koshuise, kombuise, sentrale wasgeriewe;
- warmwatervoorsiening en hitte-onttrekking by klerewassentrums;
- sentrale lugreëlinginstallasies, somer en winter;
- swembadverhitting;
- koue lug aan restaurante, wasserye, kombuise, laboratoriums, lesingsale.

Nadat die moontlike aanwendings identifiseer is, moet 'n tegno-ekonomiese uitvoerbaarheidstudie, moontlik in die vorm van 'n LSK analise, gedoen word.

As voorbeeld, vanweë kortsigtige beplanning of korttermyn finansiële oorweging, is die neiging om liever konvensionele en meer bekende, hoofsaaklik elektriese waterverwarming, te voorsien. Die formaat van konvensionele warmwatersilinders is sodanig dat dit dikwels verspreid oor 'n terrein en moontlik naby watergebruikspunte geplaas word. Al wat nodig is, is 'n elektriese toevoer en kouewatertoevoer. Die posisionering van sentrale stelsel op geboue dakke of op die grond, bring dikwels addisionele aanvanklike koste mee wat moeilik regverdigbaar is sonder die uitvoer van 'n behoorlik uitvoerbaarheidstudie.

In een tipiese geval van 'n hoë koshuis is gevind dat daar oor 13 verdiepings 52 geysers, 4 op elke vloer, is. Om hierdie warmwaterstelsels retrospektief saam te verbind sal omvangryke pypveranderings vereis. Daar is egter koshuise waar warmwater sentraal voorsien word en in sulke gevalle kan omskakeling met minimum koste geskied.

Die gebruik van hittepompe met hitte uitruilaars om afvalhitte direk by was-

en stortgeriewe, sentrale kombuise en klere was- en droog fasiliteite te gebruik het die volgende onderhouds items identifiseer naamlik

- by stort- en badgeriewe bestaan die gevaar dat vel, hare en skoonmaakmiddels die hitte uitruiisisteme vinnig kan blokkeer en selfs neerslaan op die hitte uitruiilaar se oppervlaktes
- by kombuise sal basies dieselfde argument geld
- by klere was- en droogfasiliteite kan die versameling van tekstielvesel die hittepomp hitte-uitruiilaars baie ernstig blokkeer.

In alle gevalle sal vooraf filtrering van afvalwater en gereelde skoongemaak nodig wees. Die koste hiervan moet vergelyk word met die direkte gebruik van hitte uit die omgewingslug wat dikwels relatief skoon is.

'n Ander aanwendigsmoontlikheid vir hittepompe is ten volle luggereelde biblioteke. Ligvlakke in biblioteke is hoog en daar is ook gewoonlik baie persone wat hitte teen 'n tempo van 400 BTE/persoon genereer. Indien lugreëling bedryf word, beteken dit die verwydering van 'n groot hoeveelheid hitte.

Die besonderhede van 'n spesifieke biblioteek is vroeër ontleed en daar is gevind dat lugreëling alleen verantwoordelik is vir 65% van die totale vraag. In die geval is 400 kVA elektriese inset gebruik om hitte uit te ruil. Al hierdie hitte is as afvalhitte direk na die atmosfeer vrygestel. Indien WVK (COP) van die hittepomp ook ongeveer 3:1 is, beteken dit dat minstens

1200 kWHR energie elke uur aan die atmosfeer vrygestel word

Die energiewaarde van hierdie verliese in kWHR

= 1200 x 20 ure/dag x 31 dae/maand kWHR

= 744000 kWhr per maand vrygestel (verlore gaan).

Teen heersende energietariewe van sê 6 sent/kWhr konserwatief bereken, is dit R44640 se energie wat ongebruik in die atmosfeer 'verdwyn'.

Indien hierdie afvalhitte van die biblioteek sinvol hergebruik kan word, kan verskeie koshuise volledig van GRATIS warmwater voorsien word. Ongelukkig is dit so dat die geografiese plasing van die fasiliteite nie in aanmerking geneem is in die beplanningsfase nie.

Die groot voordeel van hittepompe in vergelyking met sonenergie aanwendings is dat, hoewel Suid-Afrika 'n redelik hoë persentasie sonskyndae per jaar het, die son vir hoogstens 7-8 ure daaglik benut kan word vir hitteproduksie. Dit beteken dat, in verhouding tot die vermoë van hittepompe om bykans 24 uur per dag energie te onttrek, sonenergiestelsels wat vir ongeveer 'n derde van 'n sonskyndag kan opereer, oor relatief groot hitte-absorbeërs en opgaartenks moet beskik. Selfs dan word die risiko geloop dat warmwater nie genoegsaam sal wees tydens langdurige onweersdae nie. Ontwerpe maak gewoonlik vir elektriese aanvullende hittevoorsiening.

Sekere universiteite soos die Universiteit van die Oranje-Vrystaat en die Universiteit van Stellenbosch, maak grootliks van hittepomp installasies vir die opwekking van warmwater in koshuise gebruik. Ervaring van bedryfs- en onderhoudskoste is dat dit besonder laag is in verhouding tot die voordele. Sekere hotelgroepe gebruik slegs hittepompe vir alle warmwatervoorsiening in hotelle (Holiday Inn, Kaapstad en Pretoria).

5.8.4 HITTEPOMPE: SAMEVATTING

Die gevolgtrekking waartoe deur Johansen (*Johansen et al : 1986*) geraak word, naamlik dat die totale energie van die land met 6% verminder kan word indien hittepompe tot hulle volle potensiaal gebruik word, is gevolglik nie oordrewe nie.

Een van die beperkende faktore van hittepompe is dat die maksimum temperatuur van warmwater wat so opgewek word, as gevolg van tegniese beperkings van kompressors en vriesgasse wat lei tot 'n afname in die WVK, nie hoër as 65°C kan wees nie.

In die verband word tans deur verskillende instansies navorsing gedoen oor die gebruik van gekombineerde vriesgasse waarvan die verhoudings wissel en waar die mees optimale gaskombinasie onder verskillende temperatuurstoe-stande gebruik kan word. Hierdie tegniek staan bekend as NARM's (dit is Non-Aseotropic Refrigerant Mixtures, Johansen, A : 1992).

'n Kenmerk van hierdie tegniek is dat, anders as in die geval van suiwer vriesgasse, hierdie NARM's tydens verdamping en kondensasie 'n temperatuursverandering ondergaan. Hierdie eienskape lei tot

- verbeterde WVK
- verhoogde kapasiteit
- verlaagde kompressordruk
- verhoogde lewertemperatuur.

Ervaring het getoon dat hoewel 'n realistiese bad- of stort temperatuur in die omgewing van 39°C is, die afsendtemperatuur van warmwater minstens

55°C moet wees, veral in die winter, om te kompenseer vir verliese vir absorpsie deur pype en badmateriaal.

As verder in aanmerking geneem word dat elektriese tariewe in die orde-grootte van 10-15% per jaar kan styg, is die besparings dienoooreenkomstig hoër. Hierdie implikasie word in 'n artikel spesifiek aangespreek (**Meyer J.P. & Greyvenstein G.P. 1991: Influence of price changes on the viability of heat pumps for heating water in South African homes**)

6. ENERGIE MEET- en MONITEERTOERUSTING

Tydens die daarstelling van nuwe fasiliteite moet voorsiening gemaak word om energiegebruik by strategiese punte deur meting te monitor. Daar is sekere toerusting wat hoë energiegebruik toon soos lugreëling en wat vir langer periodes 'onnodig' loop en deurlopend gemonitor moet word. Sonder behoorlike meting is die inligting nie sigbaar nie en optrede nie moontlik nie. Beheertoerusting vir energie moet betyds di. tydens oprigting, installeer word byvoorbeeld in substasies of op verdeelborde, omdat veranderings na voltooiing van installasies duur en ontwrigtend is. Deur vergelykende moniterings kan afwykende tendense betyds aandag geniet.

6.1 MEETINSTRUMENTE

Meetinstrumente moet die volgende gebruike kan monitor

- kWhr en kVA elektriese energiemetings vir warmwater, ligte, lugreëling, vervoertoerusting (hysers) en moontlik beligting en laboratorium gebruike;
- gas, water- en warmwatergebruik.

Waar gebruikers aanspreeklik gehou word vir hulle eie energiegebruik, kan dit slegs toegepas word as meetinstrumente beskikbaar is. Ook vir die opstel van die energie balansstaat om die afwykings tussen werklike verbruik en die leweransier se rekenings te bepaal, is meetinstrumente nodig.

Meetinstrumente moet ook voorsien en periodiek kalibreer word om die elektriese leweransier se meting te monitor en te verifieer. In die verband sal dit sinvol wees om die meetinstrumente te laat sinkroniseer met die van die leweransier, veral om die maandelikse herstel van kVA lesings te verseker. Dit is nie altyd prakties moontlik om meters saam met die leweransier te lees nie en die moontlikheid bestaan altyd dat 'vergeet' word om die meters na meting na NUL te herstel. Insgelyks kan die gesinkroniseerde metings gebruik word om die rekenings maandeliks te verifieer.

Hierdie metings kan nuttige vergelykende bedryfsinligting voorsien wat moontlik in terme van goeie of swak geboue, insulasiemateriaal ontwerppraktyke of selfs verfkleure, verdeel kan word.

Indien die beginsel dat die "gebruiker betaal" toegepas word moet die meting uitgebrei word na per fakulteit, hostel of kafeteria, per laboratorium of gebou. Sonder betroubare meettoerusting kan energiegebruik nie bestuur word nie.

Daar is tans fasiliteite beskikbaar om energie deurlopend te meet en direk as die ooreenstemmende geldbedrag te reflekteer, met inbegrip van spitsaanvraagkoste. Hierdie metode behoort die finansiële implikasies meer

dinamies en begrypbaar aan gebruikers of persone wat werklik oor metodes ter oplossing beskik, voor te hou. Weens die 'onsigbaarheid' van energie uitgawes is daar ook 'n aansienlike gebrek aan begrip daarvoor.

Die voorsiening van permanent installeerde dienstometers is waarskynlik op langtermyn meer sinvol, veral waar seisoensinvloede vergelyk moet word.

Die volgende energie verwante aspekte behoort oorweeg te word vir beide nuwe fasiliteite asook veranderings aan bestaande fasiliteite

- verdeel kragbane in twee beskermdede bane vir dataverwerkings-toerusting (5 ampere uitgangsbekerming) en geriefsvragbane(15 ampere);
- verdeel ligte bane sodat 50% van armature in daglig toestand en 100% in nagperiodes aangeskakel kan word;
- vervang gloeidraadtipe armature met fluoreseer tipe armature;
- oorweeg lae plafonne en/of taakbeligting;
- oorweeg outomatiese onderbreking van lugreëling in geval van lesingsale en kantore waar personeel/studente afwesigheid kan voorkom. Die gebruik van infra-rooi passiewe bewegingsensors kan vir die doel oorweeg word. Ligintensiteit beheerders(elektroniese) wat 0-100% beheer verseker moet versigtig oorweeg word en nie sonder behoorlike koste vergelykende berekenings nie;
- verbeter vragdiversiteit en pas arbeidsfaktor korrigerend toe;
- oorweeg die gebruik van gedesentraliseerde of plaaslike fasiliteite waar lae gebruik oor lang periodes mag voorkom.

6.2 SENTRALE BEHEERSKAKELING

Sentrale afskakelingfasiliteite vanwaar spitsaanvrae periodiek onderbreek kan

word soos by lugreëling en beligting, word toenemend gebruik. Rekenaar-beheerde geboue bestuurstelsels kan 'n verskeidenheid van beheerfunksies deurlopend en volgens spesifieke omstandighede, moniteer en skakel.

7. ARBEIDSAKTOR en DIVERSITEIT

Weens die aansienlike gebruik van induktiewe vragte soos lugreëling, kan 'n swak arbeidsfaktor verwag word. Daar kan egter tydig voorsiening gemaak word vir toekomstige installasie van korrigerende toerusting al sou die werklike waardes van korrigeertoerusting eers bepaal kan word na aanskakeling en simulasie van vragte. Voorsiening moet ook tydig gemaak word om vrag te diversifiëer en sodoende spitsaanvraag te minimaliseer.

8. ONTWERP VOLGORDE

Met die identifisering van behoeftes vir nuwe fasiliteite, behoort die volgende fase ontledings gedoen te word (ook *Fig 9-1*) voordat met oprigting begin word:

8.1 VOORONTWERPFASE

Die gebruiker lewer insette oor die fasiliteite benodig, dienste wat verlang word, toerusting wat akkomodeer gaan word, die totale elektriese- en lugreëlingvrag asook alle toepaslike spesialis- en eiesoortige inligting. Hoofsaaklik 'n bepaling van behoeftes van die gebruiker oefening.

8.2 KONTROLE en ONTLEED FASE

Die owerheid bepaal die behoefte vir fasiliteite volgens vooruitskattings, doen 'n uitvoerbaarheidstudie, kontroleer die behoefte aan hand van die meesterplan vir uitbreiding, doen markanalises en vergelykings, ondersoek

alternatiewe, doen prioriteitsbepaling en growwe kosteraming, bepaal kontantvloei en gee 'n aanduiding van beskikbare fondse.

8.3 SKETSPLAN ONTWERPFASE

Nadat die projek in beginsel goedgekeur is en aan alle voorskrifte voldoen, kan die hulp van 'n professionele ontwerpspan betrek word. 'n Bondige spesifikasie kan saamgestel word en konsultant argitek te versoek word om op ontwerpe volgens voorlopige spesifikasie, te tender. Die dienste van 'n volle professionele span behoort op hierdie stadium beskikbaar te wees.

8.4 VOLLEDIGE ONTWERP FASE

Op hierdie stadium MOET die volle professionele span, insluitende energie-kundiges betrek word. Personeel wat vertrou is met tegniese omstandighede soos onderhoud, belading van dienste, onderhoudsvoorkeure soos tipe krane, ligarmature, afwerking, dakdigting, beheer van terrein- en geboubeligting, vensters en toerusting, asook bedryfspersoneel wat fasiliteite sal bestuur, moet ook op hierdie stadium betrek word.

9. HULPMIDDELS vir ONTWERP

Die bepaling van die nodige ontwerp hulpmiddels, insette, kundiges moet vroegtydig identifiseer word. In die verband kan positiewe of negatiewe ervaring van ander eienaars van soortgelyke fasiliteite of ander ontwerpers, ook as insette tot die ontwerp beskou te word.

Energie korrekte ontwerpe hou die voordeel in dat duur bedryfspersoneel en bestuurstelsels nie nodig is na inbedryfstelling nie, met ander woorde, energiebesparings word behaal sonder 'n deurlopende bedryfsbeheeraksie.

Die opvatting dat energie doeltreffende ontwerp duurder is, moet eers ontleed word, veral as dit **VROEGTYDIG** in die ontwerp ingewerk word. Hoe verder die ontwerp van fasiliteite vorder, hoe moeiliker en duurder word dit om energiedoeltreffendheid in te bou.

In die huidige tydsgewrig, waar die ondersteuningsfunksie tot die uiterste benut word, kan ontwerpsimulasies baie vinnig ontwikkel word deur verskillende materiale met verskillende geleidingsvermoëns te gebruik. Selfs die samestelling van komposisie materiale om die presiese gewenste toestand te bereik, is baie eenvoudig, vinnig, effektief en goedkoop. Hier word veral verwys na verskillende **praktiese lugreëling** ontwerpprogramme wat ook gebruik kan word om die gebou te ontwerp, te plaas, af te skerm om die minimum lugreëlinggebruik te verseker. Voordat rekenaarondersteuning beskikbaar was, was sulke berekenings tydsaam, soms onakkuraat en regstellende aksies moes dikwels agterna geneem word. Alternatiewe volledige ontwerpe is dikwels nooit gedoen nie vanweë koste.

Beide bedryfsbeheer en korrekte ontwerp moet vir akademiese geboue oorweeg word, maar veral energie-effektiewe ontwerpe hou groot besparingsmoontlikhede in. Dit het egter die nadeel dat die effek nie so sigbaar is soos die verandering van 'n bestaande opset waar vergelykings in bewese bedryfsyfers moontlik is nie.

Daar was feitlik geen sprake van pro-aktiewe, hoëvlak betrokkenheid in energiebestuur nie. Sulke betrokkenheid is egter noodsaaklik omdat energiebestuur

- oor 'n wye spektrum van die akademie strek en dikwels in die hande van individue met 'n lae outoriteitsvlak is of wat slegs beskik oor akademiese opleiding. Die outoriteit van 'n energiebeheerder wat 'n laer hierargiese posisie beklee en nie 'n mandaat van Hoofbestuur het nie, word nie aanvaar nie;
- dikwels beleid en hoëvlak finansiering mag insluit. Beleid kom ook ter sprake.

Die noodsaaklikheid van ondersteunende betrokkenheid en leiding deur bestuur, ten opsigte van energiebestuur, om die motivering van bedryfspersoneel te verseker, word bevestig deur die verwysing (*Strickland, T :1987, Strategic Management*)

"Effective performance by Corporate Executives add value by providing such inspirational leadership that subordinate managers and employees are motivated to perform "over their heads" on a sustained basis, thereby adding an extra measure of performance"

Uit die aard van hulle funksies kan hoofbestuur slegs vertrouwdheid met die energie hulpbron bewerkstellig deur van 'n toegewysde en kundige energie-spesialis, wat hulle volle die ondersteuning geniet, gebruik te maak.

Omdat dit 'n mate van spesialisasie verteenwoordig, is nie alle raadgevers genoegsaam onderleg in hierdie aspek nie. Benewens voorskrifte oor enige ander aspek, moet energie voorskriftelikheid, of ten minste die voorskrifte wat energie gebruik kan beïnvloed, deeglik tabuleer word.

In ieder geval moet alle aspekte wat energiegebruik kan beïnvloed, in die vorm van 'n kontrole lys, tabuleer word. Alle faktore wat 'n invloed op

energie mag hê, moet in totaliteit identifiseer word.

9.1 ONTWERPKONTROLE

Soos reeds aangedui, moet op 'n baie vroeë stadium en ook op 'n deurlopende basis, steekproeftoetse uitgevoer word om verskillende alternatiewes om energie te minimaliseer, te evalueer. Tegniese aspekte van aanhalings wat in die volgende ontledings na verwys word, is reeds in *Deel 2* bespreek, veral ten opsigte van lugreëling, beligting, warmwater en hittepompe. Ook die gebruik van LSK-analise word in *Deel 2* vanuit 'n tegniese oogpunt, bespreek en finansiële aspekte daarvan in *Deel 3*.

Ontledings wat vroegtydig asook tydens ontwerp en deurlopend tydens implementering uitgevoer moet word is:

Lugreëling: In die geval kan met behulp van programme soos *QUICK* en *EASY* bepaal word wat die minimum behoefte vir ventilasie, volgens die spesifieke geografiese ligging, behoort te wees. Indien dit vasgestel word dat weersgesteldheid in die gebied sodanig is dat natuurlike ventilasie voldoende is, en die beoogde ontwerp vereis volle lugreëling, is dit nodig om analities na die ontwerp te kyk, veral die faktore en verskillende rekenaarsimulasies uit te voer met betrekking tot gebouligging, struktuurmateriaal, venstergroottes, gebouvorm, ensovoorts.

Simulasies van verskillende alternatiewe behoort deur vergelykende ontledings meer of minder optimale alternatiewes te identifiseer. Die voordeel van rekenaarsimulasies is dat, indien die program goed ontwerp is, 'n groot aantal parameters gelyktydig en vinnig verreken

kan word, iets wat dikwels per hand moeilik en tydsaam en dikwels baie riskant is. Die gewig van die geboustruktuur om as termiese stoor te dien, kan die noodsaaklikheid van aanvullende lugreëling ernstig beïnvloed.

Beligting : In geval van beligting moet eers oorweging geskenk word aan maksimale benutting van natuurlike "gratis" lig. Indien die ontwerp nie volle natuurlike beligting toelaat nie kan verskillende tipes beligting daarna aangewend word sodat die energie inset: liguitset so na as moontlik aan 1 is. Die effek van ligenergie wat nie waarneembaar is nie, is dat dit dikwels in hitte-energie omgesit word wat weer die lugreëling belas.

Opwekking van warmwater : Vir die opwekking en die voorsiening van warmwater kan die gebruik van hittepompe en hitte- uitruilaars vir afval hitte- energie groot voordele inhou. Lugreëling in besonder, verwerp heelwat onttrekte hitte-energie en die absorpsie daarvan in water, kan 'n bron van gratis warmwater wees. Alternatiewelik, die "afvalprodukt" van hittepompe is koue lug wat weer nuttig aangewend kan word om behaaglikheidstoestande vir personeel te skep. Kundige aanwendig om gelyktydige gebruik, veral ook van die "afvalprodukte" te verseker, het alreeds bewese energievoordele tot gevolg. Die gebruik van oombliklike deurvloeverwarmers moet nie onderskat word nie. Daar moet ook spesifiek kontroleer word of energie "afval" wat voorkom elders bruikbaar is.

Ontwerp van die gebou - Die ontwerp van die gebou, sodat natuurlike konveksievloei moontlik is, sal die druk op lugreëling aansienlik verminder. Korrek ontwerpte vensteroorhange en die afskerming van vensters teen direkte penetrasie van die son, kan ook groot energie

besparings tot gevolg hê. Die lugvloei kan in die winter omgekeer word deur demper verstelling en minimale meganiese geïnduseerde vloei ondersteuning.

Effek van vensters : Die effek van blootgestelde vensters en die grootte daarvan kan ook sinvolle bydraes lewer tot energie-aanwending. Kleinere vensters, dubbel glasering en weerkaatsende vensters kan help om energieaanwending deur middel van lugreëling te minimaliseer. In besonder warm gebiede op die ewenaar in die Ooste soos Singapoer, Maleisië en Hong Kong, word weerkaatsende ruite en dubbelglasering tesame met relatief swaar gebouehulse van graniet of marmer gebruik om hittelas te beheer.

Gelyktydig en aanvullend tot die voorgestelde kontroletoetse, moet 'n **Lewensiklus Koste Analise** ook toegepas word om vergelykende langtermyn koste-analises van die verskillende alternatiewes te doen. Al sou 'n sekere ontwerpbenadering moontlik groot bedryfsbesparings in energiekoste toon, mag die ontwerp of toerusting op die lang termyn finansiële implikasies van groter omvang reflekteer as die kumulatiewe effek van energiebesparings. Besluitneming in die verband is nie eenvoudig nie en alle beskikbare hulpmiddels moet, in 'n geïntegreerde verband, deur kundiges, wat vertrouwd is met die konsepte, aangewend word. Daar moet spesifiek op gelet word dat toepaslike inligting op 'n logiese en verstaanbare wyse aan die besluitnemers van die kliënt oorgedra word.

10. SAMEVATTING

By die aanstelling van die ontwerpspan vir die finale ontwerp van nuwe of veranderde fasiliteite moet verseker word dat toepaslik bewese ontwerp- en

veral energiekundiges betrek word. Die kliënt moet leiding neem deur

- sy voorkeur vir gebouvoorkoms, hoogte, breedte, lengte, plasing van gebou, langtermyn beplanning, te stel;
- riglyne ten opsigte van energie te voorsien, dit is ligintensiteite, energie-insette, warmwatervereistes, beheer van sekere kategorieë vrag, ventilasie/lugreëling;
- instandhoudingspraktyke en -koste, met inbegrip van bedryfskoste, te stel;
- voorskriftelik te wees oor gelyktydige benutting van energiebronne ('co-generation') byvoorbeeld die gelyktydige gebruik van afval hitte en afval koue lug wat moontlik elders mag voorkom. Moontlike termiese berging van nie-gelyktydige bruikbare hitte of koue vir latere spits tyd gebruik daarvan;
- riglyne te gee vir plasing en insulasie van pypdienste, verkieslik in bereikbare dienstekanale en nie in mure toegepleister, sodat wysigings aan en instandhouding van dienste vergemaklik word en inspeksie en herstel van hitte-insulasie van warmwaterpype moontlik is.

Tegniese kundigheid en ervaring uit veral eie geledere moet aanvullend betrek word vanweë die praktiese ervaringsgerigtheid van die personeel en die moontlike gebrek daarvan by die professionele span. Ter toeligting kan gemeld word dat 'n praktiese handleiding sedert 1979 deur universiteite se instandhoudingsafdelings op daardie stadium, en later ook teknikons saamgestel en periodiek opdateer word, waarin sekere praktiese bewese voorskrifte vir ontwerpe vir verskillende vakgebiede, uiteengesit word.

HOOFSTUK 10

GEVOLGTREKKINGS en AANBEVELINGS

1. INLEIDING

Die volledige ontleding van energiegebruik by Suid-Afrikaanse universiteite en teknikons was daarop gemik om die omvang van energie-uitgawes aan te spreek, hetsy deur beheer of andersins en 'n energie norm te bepaal as riglyn vir raadgewende ingenieurs in toekomstige ontwerpe.

Beheer van energie selfs in 'swak ontwerpte geboue', is moontlik. Die koste effektiwiteit daarvan, oor 'n lang periode, asook die gelykbreekpunt van 'koste effektiewe' verandering is egter dikwels relatief hoog en nie altyd aanvaarbaar nie. Deurlopende beheer en monitering om swak bedryfspraktyke te beheer, hetsy deur die gebruik van personeel of toerusting, lei tot eskallerende en langdurige bedryfsuitgawe. Dit het weer 'n effek op die energie kosteketting. Salarisse van personeel, ook dié vir energiebeheer, asook die energie aankoopkoste, styg feitlik jaarliks. Dit sou dus wys wees om nie ten volle afhanklik te wees van personeel en hulle vermoëns om energie betyds te beheer nie. Tydige optrede is dikwels nodig anders kan maksimum aanvraag penalisasie in werking tree en beteken die beheer aksieplan baie min.

Die aanvanklike uitgangspunt was om 'n energienorm per student of per eenheidsoppervlakte te bepaal. Die groot verskeidenheid gebou-ontwerpe,

-liggings en -strukture asook die korporatiewe beleid van instellings, bemoeilik egter die bepaling van simplistiese norme. 'n Aantal faktore wat die bepaling van sulke absolute nórme drasties mag beïnvloed of kwalifiseer, is tydens die ondersoek identifiseer. Die belangrikste is waarskynlik die eiesoortigheid van akademiese instellings tot mekaar en tot ander bedryfsektore.

Ander faktore wat ook 'n beslissende en beperkende rol in die verband speel, is:

- die gebrek aan duidelike leiding en voorskrifte deur die kliënt aan die professionele span. Hierdie aspek is spesifiek as 'n groot beperking identifiseer. Moontlike redes vir kliënte se gebrek aan voorskriftelikheid kan toegeskryf word aan onkunde en onvermoë, te min blootstelling aan ander instansies se siening en 'n houding van selfstandigheid. Indien nodig en die kliënt nie self daarvoor beskik nie, kan hierdie spesialis kundigheid "ingekontrakteer" word om die kliënt se belange te verteenwoordig by die ontwerper;
- die vryheid van argitekte om innoverend te ontwerp. Argitekte wil graag oorspronklik ontwerp maar ondervinding het bewys dat sekere ontwerpe langdurige onderhouds- of bedryfsverpligting tot gevolg kan hê. Daar is ook sekere beproefde ontwerpe wat reeds uit ervaring as sinvol bewys is en oorweeg moet word by die ontwerp van toekomstige fasiliteite;
- die moontlike gebrek aan gestruktureerde kommunikasie tussen die finansiële bestuurders, die bedryfsbestuurders en die departementele gebruikers. Die sinvolle bepaling van

verbandhoudende gedelegeerde verantwoordelikheid en afhandelingsbevoegdheid, is uiters belangrik. Te dikwels is gevind dat twee of meer afdelings oor 'n aspek, wat sekere gespesialiseerde kundigheid verg, moet besin en dat konsensus besluite dan bemoeilik word as gevolg van onkunde of onduidelikhede.

Daar is beperkte gevalle identifiseer waar energienorme wel toegepas kan word soos by warmwatervoorsiening en beligting. Die ontwerp van fasiliteite kan egter hier ook 'n groot invloed hê.

Namate die ondersoek gevorder het, is 'n duidelike behoefte vir energiebeheer identifiseer en het die omvang van die energiebeheer probleem en die onvermoë om beheer uit te oefen, meer duidelik geword. Omdat daar egter min begrip is vir die omvang van die probleem asook of energiegebruik wel beheer kan word, word daar in die algemeen slegs beperkte aandag daaraan geskenk.

Soos reeds genoem, lei die eiesoortigheid van akademiese instellings daartoe dat konvensionele energiebeheermaatreëls, wat andersins wyd toegepas word, nie ongekwalifiseerd en onaangepas in die instellings gebruik kan word nie. Weens die relatiewe klein aantal akademiese instellings van die aard in Suid-Afrika is weinig eksterne kundiges beskikbaar en is die instellings gewoonlik grootliks aangewese op die kundigheid, inisiatief en innoverende vermoëns van eie personeel. Indien eksterne kundigheid in 'n spanverband met eie kundige personeel betrek kan word, is die vooruitsigte van 'n sinvolle oplossing, baie beter.

Die outonome funksionering van die tersiêre instansies asook die gebrek aan voorskriftelikheid ten opsigte van energie, bemoeilik energiebeheer. Heelwat ad hoc energiebeheer pogings, op 'n 'per projek basis', word deur individue en individuele instansies aangewend, met of sonder die hulp van raadgewende professionele persone. Weinig beplanning vir energiebeheer word egter op 'n oorkoepelende geïntegreerde basis, gedoen. Kontak tussen die verskillende akademiese instellings word deur geografiese ligging en verspreidheid gekortwiek. Die meeste kontak tussen die instansies word gemaak deur die inisiatief van een instelling, gewoonlik hoofsaaklik om eie inligting in te win.

Die ondersoek het duidelik getoon dat die probleem rondom energiebeheer tweeledig is, naamlik

- beheer van energie in bestaande geboue, en
- voorskrifte vir energie korrekte ontwerpe.

Die privaatsektor met bestaande geboue en fasiliteite, is daarop aangewese om energie te beheer en te bestuur. Hiervoor word beskikbare en doelontwerpte energie beheermaatreëls aangewend. Van die meer algemene beheerhulpmiddels wat gebruik kan word is:

- vragverskuiwing na 'n meer ekonomiese tariefperiode. Hierdie metode het uiters beperkte moontlikhede by tersiêre instellings;
- arbeidsfaktor korrigerings waar dit koste effektief is;
- afskakeling van vrag soos ligte en lugreëling tydens spitsaanvraag periodes. Dit kan egter doeltreffende funksionering benadeel;
- spesiale personeel opleiding in energie bewustheid;

- ontleding, verifikasie en ondersoek van energie rekenings;
- vervanging van energie ondoeltreffende toerusting soos ligarmature, pompe, motors, lugreëling deur energie doeltreffende alternatiewe;
- verskerpte onderhoud waar swak onderhoud tot verhoogde energiegebruik kan lei byvoorbeeld die verf van geboue en dakke met hittewerende verf, ontkalking van hitte uitruilaars, skoonmaak van ligarmature;
- die oorweging van alternatiewe energiebronne soos steenkool, gas, diesel of hittepompe vir warmwatervoorsiening, om spitsaanvraag penalisering te voorkom.

In al die gevalle is dit 'n kwessie van watter beheertegniek of -strategie *oorsigtelik meer koste effektief* is, al is dit *minder energie-effektief*. Feitlik al die beheer maatreëls vir bestaande geboue, is in 'n groot mate afhanklik van fondse vir beheer. Beheer is ook grootliks afhanklik van personeel se vermoëns, opleiding en innoverende optrede, hulle motivering, ingesteldheid en begrip vir die probleem en veral, hulle lojaliteit. Tydige optrede, veral waar spitsaanvraag penalisaie voorkom, is van kardinale belang. Beheer van energiegebruik in bestaande geboue is meer breedvoerig bespreek in die afdeling wat handel oor vragbeheer.

'n **Energie beheerstrategie** by universiteite en teknikons is veral nuttig omdat daar voortdurende uitbreidings en veranderings by die instansies plaasvind en dat die beheer en bestuur van energie nie net beperk is tot bestaande fasiliteite nie, maar dat veral nuwe fasiliteite energie korrek ontwerp kan word. Dit is veral by die korrekte ontwerp van nuwe fasiliteite

waar groot kostebesparings kan voorkom omdat die bewustheid van waar minder gunstig werksywes bestaan, nou ondervang kan word. As voorbeeld word verwys na die geval van die Merensky biblioteek waar genoeg afvalenergie uit die lugreëlringstelsel alleen vrygestel word om 'n paar koshuise van gratis warmwater te voorsien en waar die geografiese beperkinge dit nie tans moontlik maak nie.

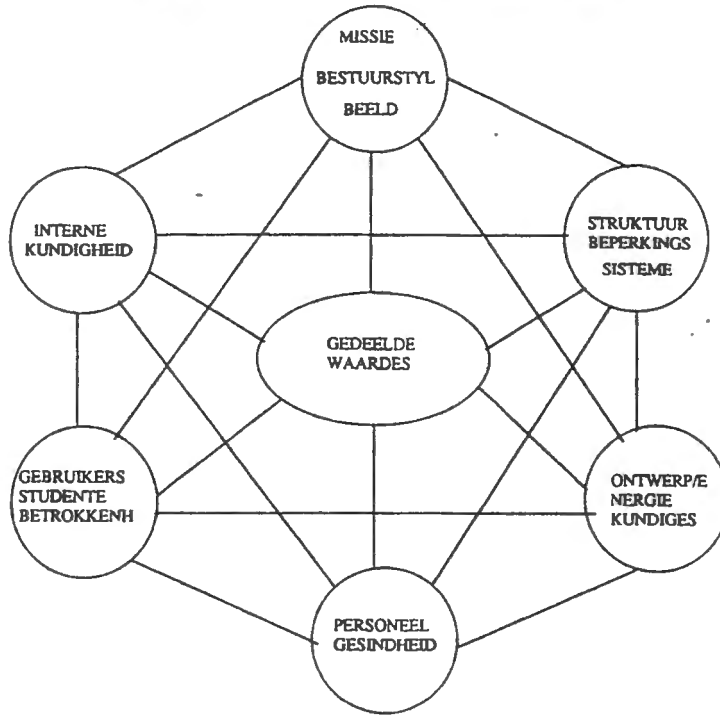
Voordele wat met energie-korrekte ontwerpe verkry kan word is dat:

- geen kapitale bestedings nodig is vir retrospektiewe regstellings nie;
- personeeluitgawes en ander bedryfsuitgawes vir energiebestuur en -beheer, minimaliseer word;
- die effek van tariefstygings tot die minimum beperk word;
- die minimalisering van onderhouds- en vervangingskoste van toerusting wat voorsien sou moes word vir behaaglikheidstoestande indien energiedoeltreffende ontwerpe nie toegepas is nie.

Energiebestuur by 'n bestaande instellings is gekompliseerd en betrek 'n groot aantal belanghebbendes waarvan almal verwag dat, met die minste opofferings, aan hulle verwagtings voldoen moet word. So 'n bestuursinteraksie, volgens die McKinsey-raamwerk, word in *Skematiek 10-1* voorgestel.

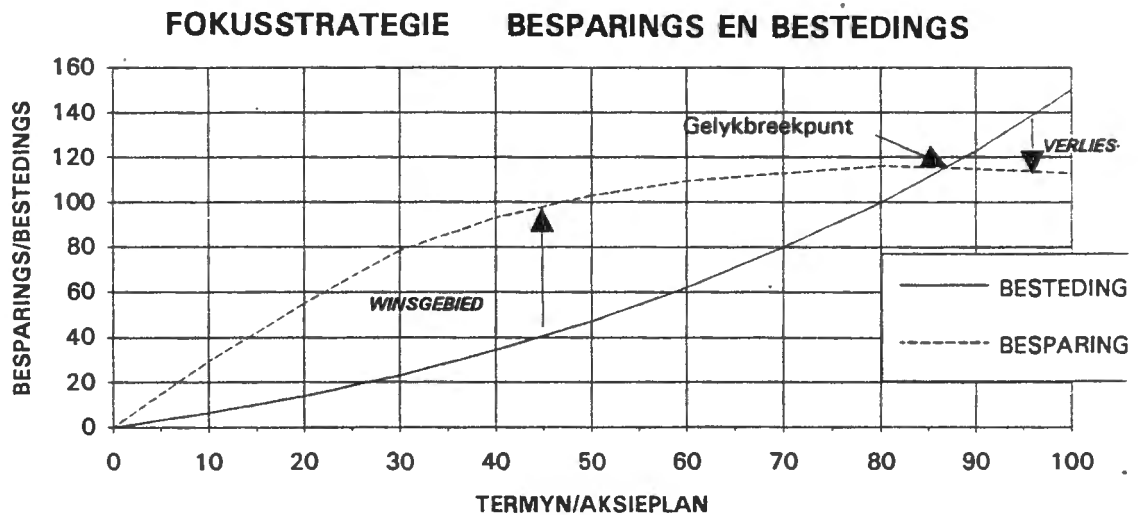
Skematiek 10-1

ENERGIE BESTUUR INTERAKSIE



'n Fokusstrategie vir energiebesparings en -bestedings word in *Grafiek 10-1* voorgestel wat die gelykbreekpunt tussen besteding en besparings aantoon. Hierdie punt moet spesiek bepaal word, verkieslik volgens LSK- en ABC-ontledings omdat daar dikwels 'n geneigdheid is om die besparings te identifiseer sonder om dit met die relevante en ooreenstemmende beheer uitgawes ter besparing, te vergelyk.

Grafiek 10-1



2. DIE KLIËNT SE ROL

Behalwe die kundigheid van die professionele span, hou die kliënt die sleutel tot die gehalte van gebou of fasiliteit wat hy kry . By 'n gebrek aan riglyne deur die eienaar, is die professionele span aangewese op heersende praktyk of ontwerpnorme soos algemeen aanvaar word. Die kliënt moet weet wie om by die ontwerp te betrek en by gebrek aan eie kundigheid, kan van die dienste van bewese kundiges gebruik gemaak word. Die aanvaarding of veronderstelling deur die kliënt dat alle professionele spanne altyd en outomaties vakkundig onderleg is met betrekking tot energie, is riskant en moet vermy word. Die bewese energie ontwerp kundigheid van die raadgewende ingenieur of argitek moet eers ondersoek word.

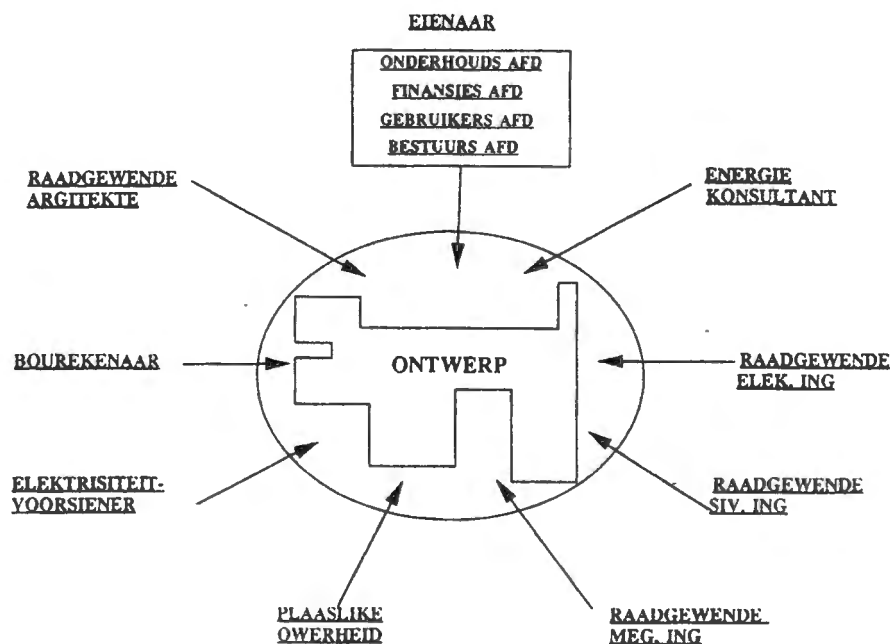
2.1 DIE ROLSPELERS BY ENERGIE EFFEKTIEWE ONTWERP

Die kliënt moet die leiding neem om die projekspan vir die ontwerp saam te stel aangesien die kliënt alleen vir die dienste van die professionele span moet betaal. 'n Tipiese voorbeeld van wie by so 'n projekspan betrek behoort te word, word in *Skematiek 10-2* uiteengesit. Die missie van die akademiese instellings, naamlik uitnemende akademiese opleiding, moet deurgaans in berekening gehou word. Koste-effektiewe energie gebruik is 'n ondersteuningsaksie van die akademiese missie deurdat opleidingsfondse deur energie beheer en -besparings in energie, beskikbaar gestel word .

Dikwels is die uitgangspunt dat, hoe meer persone betrokke, raak hoe groter is die alternatiewes. Dit is egter so dat, sodra een groep betrokkenes 'n ontwerp op papier het, die waarskynlikheid van veranderings moeiliker raak

Skematiek 10-2

**DIE ONTWERPSPAN
KOSTE-EFFEKTIEWE
& ENERGIE-EFFEKTIEWE ONTWERP**



Inligting wat uit die praktyk versamel is en saamgevat is in *Deel 2*, toon dat groot energie besparings moontlik is indien dit betyds in berekening gebring word. Die kliënt moet 'n ontwerpkontrolelys aan die professionele span voorhou om aanvullend tot die raadgewende ingenieur se eie kundigheid, gebruik te word.

Ruimte- en fasiliteitebehoefte moet deur die

- gebruikers opgestel word;
- kliënt se ontwerpspan verwerk, evalueer en aanbeveel of afgekeur word;
- ontwerpspan in die ontwerp ingewerk word, met in agneming van alle behoeftes. Die voorlopige ontwerp moet dan weer met

die gebruikers bespreek word om te bepaal of dienste gesentraliseer of gedentraliseer moet word of beide, afhangende van die besettingspatroon

Hierdie groep betrokkenes se bydraes sal in die die 'ondersoekfase' (sien **Skematieke 9-1** in **hoofstuk 9**) van 'n nuwe projek koördineer moet word. Evaluering sal alleenlik kan plaasvind nadat lewensiklus koste-analises uitgevoer en evalueer is.

Die gebruik van die beproefde '**Uniformat**' kontrolelyns as eerste fase kontrole tydens die ontwerp van nuwe fasiliteite kan verdere besluitneming vergemaklik omdat die projek, vir kontrole doeleindes, in duidelik afgebakende gedeeltes gedoen word. Aanvullend hiertoe, kan kontrolelyste soos in **Bylae E** vervat, ingewerk word.

Die keuse van moontlike energie besparingstegniese wat gebruik kan word, is groot. Die keuse van watter faktore die hoogste voorkeur by die kliënt geniet, sal volgens die eiesoortigheid van die instelling en bestuursbeleid in berekening gebring moet word.

Simulasie oefeninge wat uitgevoer moet word om die energie implikasies van nuwe geboue te bepaal, sluit in simulasie oefeninge ten opsigte van die gebouform, die gebouligging en die gebouafwerking.

Gebouform :

Die vorm van 'n energie effektiewe gebou kan grafies en rekenaarmatig bepaal word om die vorm wat optimale energie benutting sal verseker, te

bepaal. Hiermee saam moet die effek daarvan onder bedryfstoeestande simmuleer word. Byvoorbeeld, 'n smal hoë gebou waar die hyseroppervlakte in verhouding tot die benutbare vloëruimte groot is, mag bedryfsonekonomies wees en lei tot kommunikasieprobleme. Die simmulasies kan gevolglik nie in afsondering tot mekaar oorweeg word nie.

Gebouligging :

Die gebouligging relatief tot Noord kan 'n aansienlike invloed op die energiegebruik uitoefen (sien ook *Hoofstuk 9* oor die effek van gebouligging op energie verbruik).

Gebouafwerking en -struktuur :

Die gebouhuls sowel as die dakstruktuur, verfafwerking en termiese stoorkapasiteit kan 'n aansienlike rol speel ten opsigte van energieverbruik.

In *Deel 2* word veral gelet op die vorm en omvang van energiegebruik by kampusse en vragte met 'n groter omvang is identifiseer. Daar word ook gelet op die kombinerings van verskillende vragte en elektriese toevoere om beter diversiteit te verseker en sodoende energiekoste te verlaag. Die gebruik van hittepompe om 'gratis' warmwater te bekom behoort in die ontwerp van nuwe fasiliteite in aanmerking geneem te word.

3. PROFESSIONELE FOOIE

Die huidige struktuur van neergelegde professionele fooie vir Raadgewende Argitekte en -Ingenieurs, waar die professionele fooie op die projekkoste gebaseer word, bied geen insentief aan die professionele span om koste- of energie-effektief te ontwerp nie. Inteendeel, dit bevorder duur ontwerpe met

hoër fooie! Indien die uiteindelijke ontwerp goedkoper is, deur byvoorbeeld die weglating van kunsmatige hulpmiddels soos lugreëling, beligting of warmwaterstelsels, 'verdien' die professionele persoon minder, gevolglik is hy nie bereid om addisionele tyd en inisiatief te gebruik om oorweging aan energie-effektiewe ontwerp te gee nie.

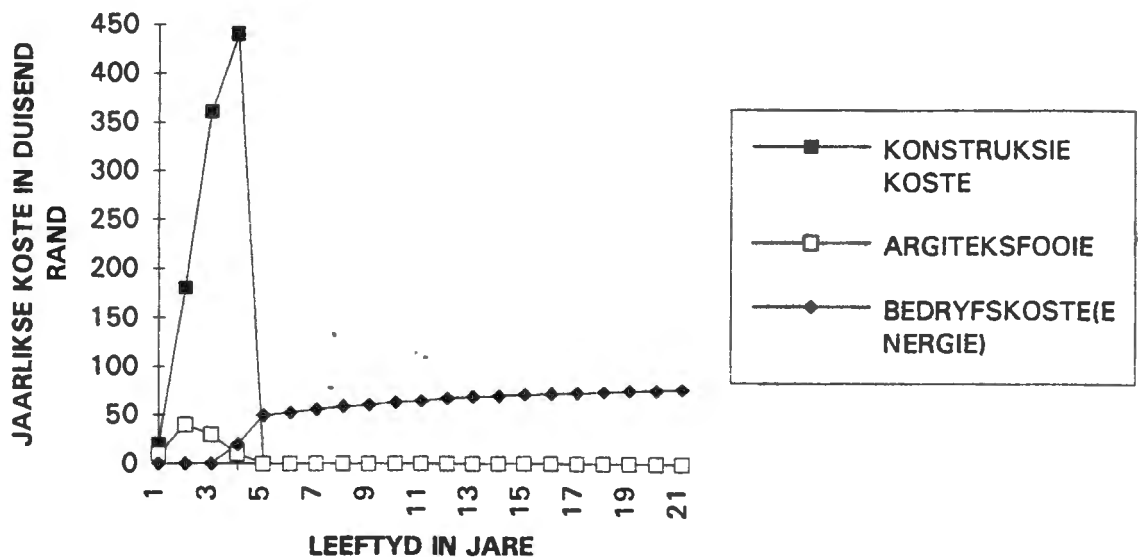
Een besondere nadeel wat in die Suid-Afrikaanse opset ervaar is, is dat nadat die ontwerp voltooi is, die ontwerp dikwels nie deur die kliënt tegnies nagegaan word of dat verifiërende energie oornametoetse voor ingebruikneming gedoen word nie. Dit word aanvaar dat die professionele persoon 'reg' ontwerp het! In sekere lande word die voltooide en inbedryf-gestelde-projek aan energie toetse onderwerp om die raadgewende ingenieur se ontwerp norme te verifieer en te penaliseer waar nodig.

Tipiese ontleding van 'n projek se kontantvloei kan soos in *Grafiek 10-2* voorgestel word. Dit verteenwoordig die kontantvloei van 'n R1 miljoen projek oor 20 jaar. Die professionele fooie en die konstruksie uitgawes is samelopend, in die geval vir ongeveer die eerste drie jaar. Sodra die projek se konstruksietermyn voltooi is, begin die bedryfskoste en dit neem gewoonlik konstant toe oor die projek se lewe. Die professionele fooie is baseer op 9% en die bedryfskoste(instandhoudingskoste) op ongeveer 2% per jaar (*Morrow, L.C:1966, p1-19*). Dit sal bemerk word dat die totale bedryfskoste die oorspronklike kapitale belegging binne 20 jaar oorskry.

GRAFIEK 10-2

KOSTESAMESTELLING van GEBOU oor LEWENSVERWAGTING

**KOSTE SAMESTELLING VIR GEBOU WAARDE R1MILJ
OOR 20 JAAR LEEFTYD**



Wanneer die professionele span uitdruklik versoek word om energie doeltreffend te ontwerp , behoort die volgende voordele vir die kliënt te materialiseer:

- minder besteding aan apparatuur soos lugreëling, beligting, vervoerstelsels om die behaaglikheidstoestand te verseker. Die instandhouding-, bedryfs- en vervangingskoste verminder gevolglik;
- minder ongeskeduleerde- en ongeriefsonderbrekings van

- toerusting;
- minder energiebeheer stelsels en strategieë;
- laer energiekoste.

Die beswaar wat geopper kan word, is dat die energie doeltreffende gebou moontlik duurder mag wees. Hierdie aspek moet eers breedvoerig, per geval, ontleed word. Die werklike ontleding berus op die oorweging van volledige alternatiewe ontwerpe waarvoor die professionele span waarskynlik nie vergoeding gaan kry ingevolge die huidige vergoedingsformule nie. Omdat die projek sonder die kunsmatige dienste waarskynlik goedkoper sal wees, sal die inkomste van die professionele span ook laer wees. Indien die kunsmatige dienste weggelaat word, sal aanpassings aan die gebou gedoen moet word om behaaglikheidstoestande te verseker deur byvoorbeeld 'n swaarder termiese konstruksie te voorsien om as 'termiese vliegwiel' te funksioneer.

Die korrekte besluit kan slegs ná behoorlike ontwerpe van verskillende alternatiewes of deur rekenaar simulasie gedoen word met inbegrip van energie behoeftes en LSK-koste ontledings. Om dit te kan bewerkstellig, word die volgende aanbeveel:

- versoek die professionele spanne om op 'n *tender basis* en volgens die kliënt se riglyne, 'n *sketsplan ontwerp* en spesifikasie voor te lê met 'n skedule van *koste*, 'n *LSK-analise* te doen oor 5 of 10 jaar en energie behoeftes vir elke alternatief te bepaal;
- by aanvaarding van 'n spesifieke argitek se voorlopige ontwerp, te versoek dat die argitek 'n *volledige ontwerp* uitvoer;

- vergoed ontwerpfooie volgens die voorgeskrewe tariefskaal of soos ooreengekom;
- versoek 'n ' *herontwerp*' met spesifieke opdrag om *energie-doeltreffendheid* in die nuwe ontwerp in te werk. Vergoed professionele fooie op die basis van *waarde aan toerusting of energie, bespaar*. Dit beteken in effek dat die 'addisionele fooie' direk verband hou met die omvang van besparings. Dit is nie uitgesluit dat daar moontlik van die kant van die argitek addisionele koste aangegaan moet word vir byvoorbeeld verandering van die geboustruktuur deur natuurlike ventilasiekanale of dubbelglasuring te voorsien of selfs die gebouvorm aan te pas nie. Die alternatiewe besparing deur die weglating van lugreëling, kunsmatige beligting of selfs vervoerstelsels, kan moontlik die omvang van "dubbel" fooie op die langtermyn heeltemal uitkanselleer.

Aangesien hierdie benadering, wat 'n insentief vir energie doeltreffende ontwerp tesame met die gewone ontwerpfooie bepleit, redelik revolusionêr is, is 'n simulasie gebaseer op heersende toepaslike tariewe, gedoen.

3.1 SIMMULASIE VAN INSENTIEWE vir ENERGIE DOELTREFFENDE ONTWERP

Ten einde die intensief vir energie doeltreffende ontwerp te toets, is 'n praktiese situasie, met die volgende parameters, simmuleer:

Aannames tydens die vergelykende simulasie soos in *Tabel 10-1* en *Grafiek 10-3* uiteengesit, is as volg:

- i) Gebou waarde R5 milj

- ii) Argitektsfooi = 10% op die totaal insluitende die ingenieursdienste
- iii) Raadgewende Ingenieursfooi = 7% van toerusting ontwerp
- iv) Dienstewaarde as % van totale projek = 20%
- v) Aanvanklike energiekoste per jaar R10000

Veronderstellings gemaak tydens energie doeltreffende *herontwerp*

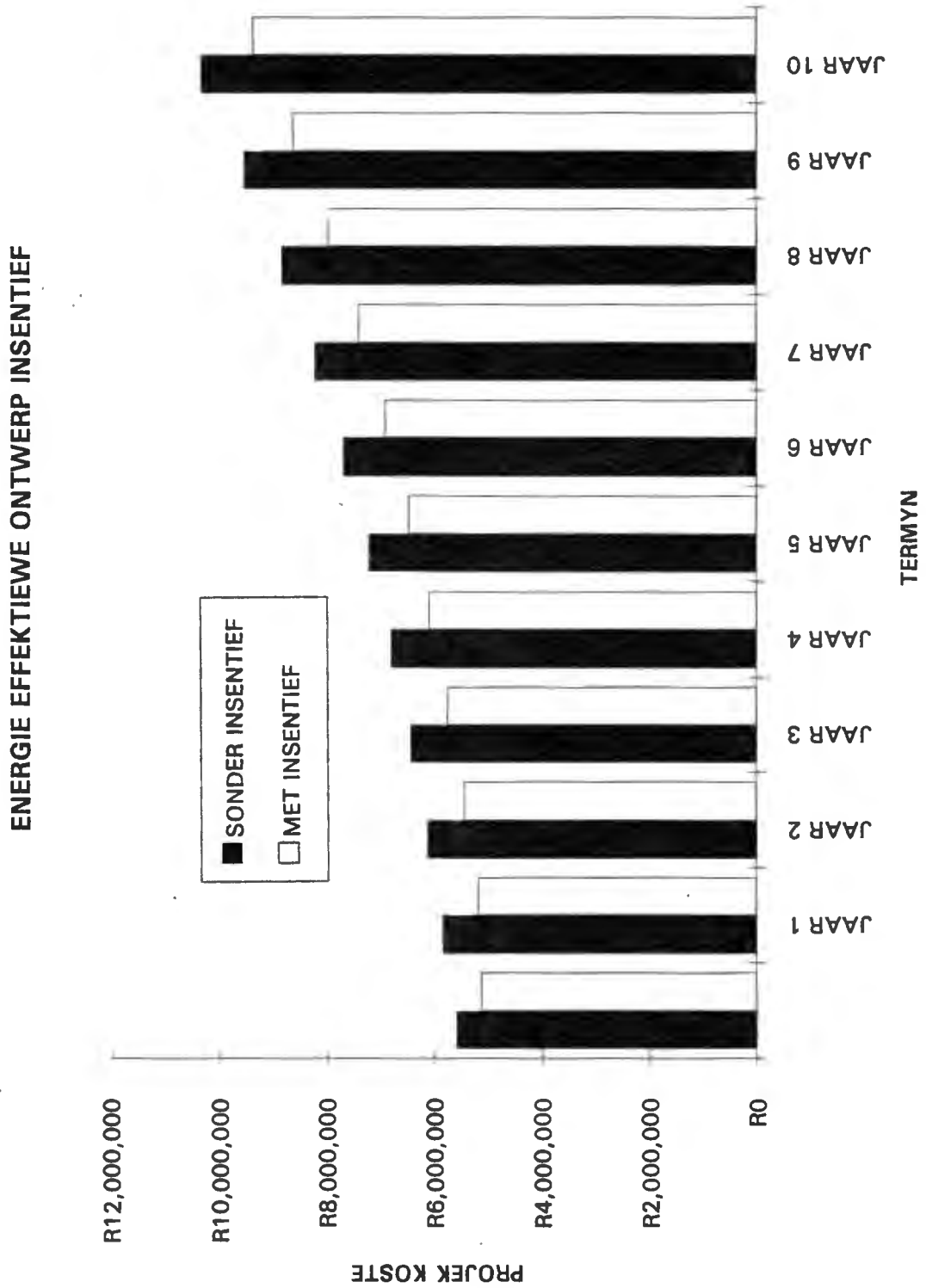
is:

- i) Energie doeltreffende ontwerp lei tot 10% toename in die gedeelte van die ontwerp van die argitek
- ii) Vermindering in energie verbruikstoerusting = 75%
- iii) Besparing in energie = 75%
- iv) Onderhoud aan toerusting per jaar = 3%
- v) Reserwe vir vervanging van toerusting 10% per jaar
- vi) Eskallasie per jaar 14%

Die resultate word in *Tabel 10-1* en *Grafiek 10-3* weergegee. Uit die resultate wat onderskei word as 'sonder insentief' en 'met insentief' vir energie effektiewe ontwerp, is die voordele verwerk en in *Tabel 10-2* sigbaar gemaak.

GRAFIEK 10-3

ENERGIE EFFEKTIEWE ONTWERP INSENTIEF



TABEL 10-2

**KOSTE VERGELYKING MET en SONDER INSENTIEF VIR ENERGIE
ONTWERP**

Skema	Proj.koste aan	Prof. fooie	Tot na 10jr	Verskil %
Sonder insent	R5000000	R570000	R8656232	
Met insentief	R4650000	R662500	R8122248	+ 10.68

As alternatief is die volgende verandering van ontwerp parameters aangebring, naamlik

- Energie koste aanvanklik R20000 per jaar
- Toename in argiteksontwerp koste = 15%
- Dienste = 30% van totale projekkoste.

Alternatiewe resultate word in *Bylae F* uiteengesit.

Die resultate toon dat met 'n 'insentief' vir energie doeltreffende ontwerp, die totale koste na 10 jaar, 19.32% meer gunstig is as vir die skema sonder energie ontwerp insentief.

Omdat die huidige tariefstruktuur van 'hoe groter die projekkoste, hoe hoër die professionele fooie' geen aansporing vir energie-effektiewe ontwerpe bied nie, is dit noodsaaklik om die professionele span tot energie doeltreffende ontwerp te 'motiveer'.

4. DIE ENERGIE KONTROLEUR

Die finansiële omvang van die energie portefeulje kan die aanstelling van 'n energiebeheerder wat gestruktureerd en met die ondersteuning van topbestuur funksioneer, regverdig. Die koördinering van 'n groot aantal senior dissiplines moet verseker word en dit is noodsaaklik dat 'n kundige koördineerder wat oor die nodige gesag beskik, hierdie funksie uitvoer.

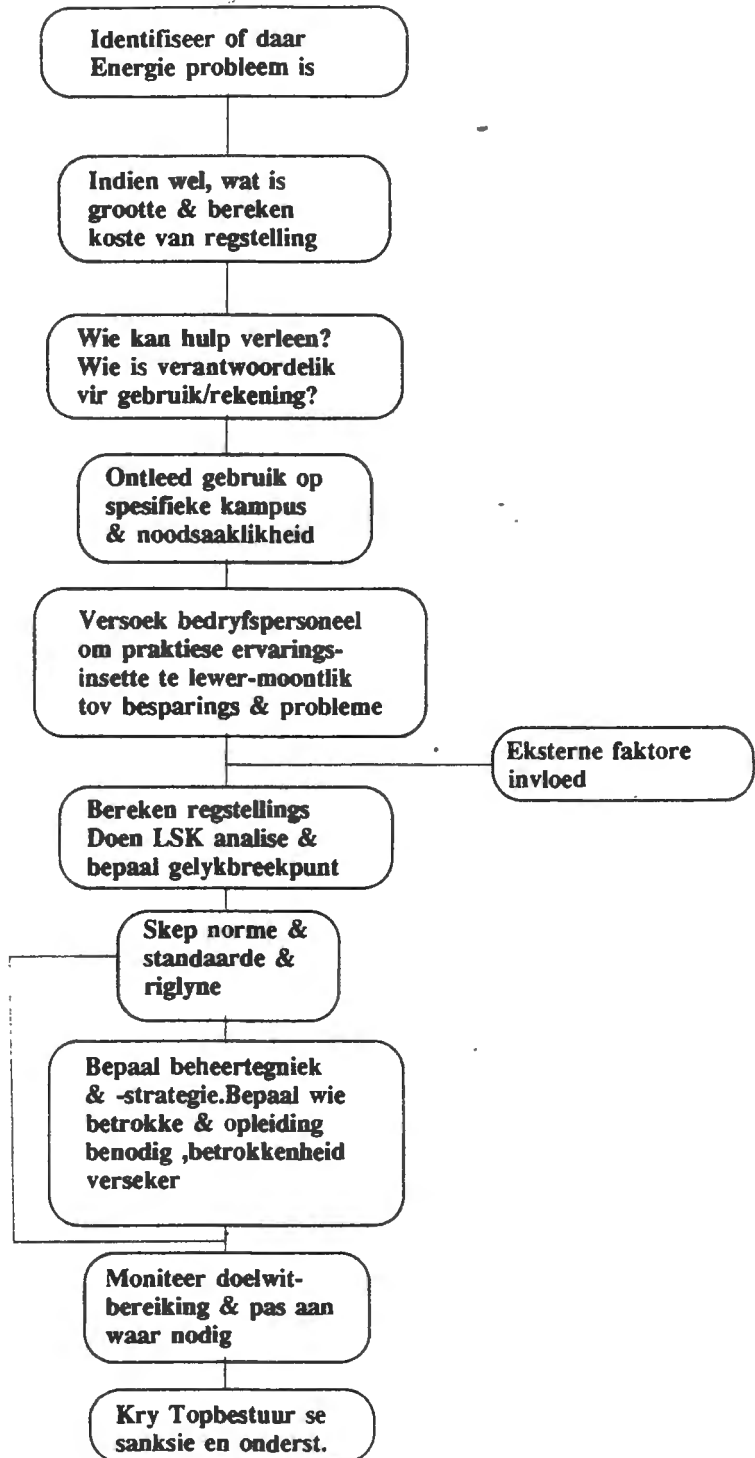
Omdat die finansiële implikasies van energiebestuur en -beheer die korporatiewe beleid kan beïnvloed, behoort energiebeheer verslaggewing na Hoofbestuur te geskied. Deurlopende afwykingsontleding van energiegebruik teen die begroting asook die ontleding daarvan, is nodig. Dit is veral hier waar die klem by uitstek op 'n innoverende energiekontroleur moet val aangesien die beheerveld baie wyd is. Die beheerder moet in staat wees om self behoeftes vir energie gebruikbeheer te identifiseer en toe te pas of deur middel van 'n energie-ondersoek vloekaart (*Skematiek 10-3*) sy beheerfunksies te ondersteun.

Die beheerder moet ook verantwoordelik wees vir die byhou van 'n energie balansstaat waarop energie winste en -verliese reflekteer word, met die oog op moontlike hergebruik van afvalenergie. 'n Tipiese algemene skedule van die waarskynlike voorkoms van energie-aanvrae en energie uitskotte volgens die tyd van die dag, word in *Skematiek 10-4* aangetoon.

Energiebestuur moet gesien word as 'n gestruktureerde bestuursfunksie waarby 'n aantal senior dissiplines betrokke is en waar gereelde konsultasie nodig is om tydig aanpassings te doen.

SKEMATIEK 10-3

ENERGIE ONDERSOEK VLOEIKAART *



* Eie samestelling

SKEDULE VAN ENERGIE GEBRUIK & AFVAL ENERGIE GENERING

Funksie	←-----Energie behoeftes----->						Kapasiteit BTU/HOUR	←-----Tyd van voorkoms----->								←-----Afval Energie----->						
	Belegt	Vent	Verhit	Verkoel	Warmwat.	Vervoer		00h:00	02h:00	04h:00	06h:00	08h:00	10h:00	12h:00	14h:00	16h:00	18h:00	20h:00	22h:00	24h:00	Tipe Afval ener	Kapasiteit BTU/HOUR
Laboortuisteun	x																			Hitte		
		x																				1500 J
Kantoor	x																					1000 J
		x																				
Leeskamer	x																					2000 J
		x	x																			
Tuiskowale	x																					1500 J
Leesgewel	x																					4000 J
		x																				
Kantoor	x																					1000 J
		x																				
Kantoor	x																					1000 J
Kantoor	x																					1000 J
		x																				
																						2000

SKEDULE VAN ENERGIE GEBRUIK en ENERGIE UITSKOT VOORKOMS

SKEMATIEK 10-4

5. PERSONEEL en ENERGIEBESTUUR

Die rol van personeel by effektiewe energiebestuur mag nie onderskat word nie en in *Hoofstuk 7* onder punt 3.2 is meer breedvoerig hieroor uitgewei.

6. SAMEVATTING

Beheer van energie in bestaande fasiliteite kan duur wees en relatief lang periodes kan voorkom voordat 'n gelykbreekpunt bereik word. Dikwels is die hulp van relatief duur en uiters kundige energiekontroleurs hiervoor nodig wat deurlopend personeelkoste tot gevolg het. Die effek van maksimum aanvrage kan meer as 50% van die totale energie rekening wees en hiervan moet kennis geneem word byv. deur lugreëling wat baie energie gebruik, te ondersteun deur buite spitsstye ys te maak in ysbanke en dit as bron van verkoeling tydens spitsaanvraag tye te gebruik.

Arbeidsfaktor korrigerings kan ook groot energiekoste voordele inhou maar moet eers bereken word. Vragdiversiteit kan definitiewe voordele inhou indien reg beplan. Die opwek van warmwater vereis gewoonlik baie energie. Indien dit na-uurs gedoen kan word of deur hittepompe vervang word, kan koste van energie aansienlik verlaag word.

Die grootste finansiële voordele van effektiewe energiegebruik lê hoofsaaklik in die korrekte ontwerp van fasiliteite. Om energiedoeltreffende ontwerpe aan te moedig, moet insentiewe in die vergoedingsstruktuur van raadgewende argitekte en ingenieurs verskans word om die huidige struktuur waar die professionele fooie as persentasie van die projekkkoste bereken word, te vervang, aangesien die huidige vergoedingsstruktuur nie bevorderlik is vir energiedoeltreffendheid in ontwerpe nie.

Ontwerpe moet voorsiening maak vir die hergebruik van 'onttrekte' energie wat dikwels aan die atmosfeer vrygestel word vir, byvoorbeeld, warmwater voorsiening. Die gebruik van hittepompe vir lugreëling hou groot finansiële voordele in veral as die onttrekte hitte gelyktydig vir verhitting gebruik kan word. Dieselfde geld vir die omgekeerde siklus.

Eie ervaringskundigheid word dikwels oor die hoof gesien wanneer eksterne professionele spanne aangestel word. Hierdie kundigheid moet, waar toepaslik, in ontwerpe in aanmerking geneem word, en kan die kliënt groot besparings in die hand werk omdat dit nie noodwendig hoogs vakkundige of tegniese voorskrifte hoef te bevat nie, maar eerder praktiese ervaringsaanbevelings is. Daar is gevalle bekend waar sekere toerusting wat om praktiese en logiese redes, op bestaande geboue uitfaseer word nog steeds in nuwe fasiliteite te voorsien word. Kommunikasiegapings is grootliks verantwoordelik vir die toestand asook 'n verskynsel dat verbandhoudende funksies nie altyd logies bymekaar groepeer word nie.

Daar is reeds 'n uitruiling van onderhoudservaring wat op jaarlikse nasionale instandhouding inligtingsessies tussen tersiêre inrigtings se instandhoudingsorganisaies bespreek word maar dit is 'n ietwat retrospektiewe en historiese benadering. Die inligting behoort pro aktief in die beplanningslyn ingevoer te word sodat dit sinvol ingewerk kan word vir maksimale voordele. Slegs so sal voorkom word dat ontwerpe, tegnieke en toerusting insluit word wat alreeds vanuit 'n instandhoudingsoogpunt, uitfaseer is.

Daar is tans ook 'n definitiewe behoefte om beplanningsservaring tussen

opvoedkundige instellings te deel en te vergelyk op soortgelyke wyse as in die VSA se APPA en SCUP byeenkomste wat jaarliks plaasvind en waar 'n magdom van praktiese ervaring behandel word. Die betrokkenheid van Suid-Afrikaanse opvoedkundige instellings by eweknie instellings elders kan slegs tot groot voordeel strek veral omdat die opset in Suid-Afrika, vanweë verskeie redes, nie dieselfde blootstelling bied nie .

Die ondersoek na die mees effektiewe gebruik van energie het die volgende oorspronklike bydaes tot gevolg gehad

- vir die eerste keer in Suid-Afrika is die spesifieke bedryfssektor nl. universiteite en teknikons geteiken, vir die ondersoek na die effektiewe gebruik van energie. Die uniekheid van die bedryfssektor lei daartoe dat die meer algemene energie beheer tegnieke nie direk toegepas kan word nie en die navorsing ontleed juis hierdie aspekte in 'n poging om die mees toepaslike energie bestuurstrategie te formuleer;
- 'n spesifieke poging is aangewend om die groot aantal verskillend opgeleide professionele dissiplines sinvol as 'n 'span' te betrek by die ontwerp van nuwe fasiliteite. In die proses is andersins hoogs tegniese aspekte, verwerk na finansiële- of bedryfsresultate om 'n wedersydse begrip van elkeen se probleme te bewerkstellig;
- energie gebruik is 'n aansienlike gedeelte van die totale bedryfsbegroting van universiteite en teknikons. Veranderende opleidingstegnieke en tegnologiese veranderings, byvoorbeeld die algemene en omvangryke gebruik van elektroniese hulpmiddels soos rekenaars, plaas 'n aansienlike addisionele

las op energie gebruik. Effektiewe energie bestuur en beheer is nodig omdat energie gebruik progressief toeneem het, die energie voorsieningsnetwerk swaarder belas het en die moontlikheid bestaan dat ander akademiese aktiwiteite as gevolg hiervan, benadeel kan word. Huidiglik word die verantwoordelikheid vir energie bestuur/beheer tussen verskillende dissiplines verdeel en dikwels word verantwoordelikheid 'veronderstel'. Die verantwoordelikheid vir energiebestuur moet met volle verantwoordelikheid deleger word. Dikwels word foutiewe rekenings van leweransiers betaal sonder dat tegniese verantwoording vir afwykings versoek word;

- die grootste besparing van energie lê in die effektiewe ontwerp van fasiliteite. Die kliënt di. die universiteit of teknikon is dikwels nie baie duidelik in ontwerp voorskriftelikheid aan die professionele ontwerpspanne nie. Die betrokkenes by ontwerp van nuwe fasiliteit is dikwels dissiplines wie se opleidingsmetodes drasties verskil byv. die nie-eksakte wetenskappe en die eksakte wetenskappe en gebrekkige kommunikasie tussen hulle asook wedersydse gebrek in begrip van mekaar se benaderings, kom dikwels voor. Die finansiële dissiplines is dikwels aangewese om besluite op 'eerste koste' te neem. Lewenssiklus koste analises moet deur die tegniese span uitgevoer word om die huidige oorweging van tenders op 'eerste koste' alleen te vergelyk met die langtermyn bedryfsverpligtinge en daarvolgens 'n aanbeveling van tender aanvaarding te doen. Regstellende aksie daarna is dikwels

onbekostigbaar en word gevolglik nie gedoen nie en lei dikwels tot voortslepende bedryfskoste. 'n Geval is waargeneem waar bykans R100 milj aan 'n nuwe fasiliteit bestee is, maar na oprigting was daar nie fondse om noodsaaklike bedryfskoste, waarby onderhoud ingesluit is, uit te voer nie;

- hulpmiddels en kundigheid ter ondersteuning van die effektiewe ontwerp, moet meer doeltreffend aangewend word. In die verband is die betrekking van eie bedryfs- en instandhoudingspersoneel, wat vertrouwd is met bedryfsomstandighede in spanverband met die eksterne professionele ontwerpspan hoogs noodsaaklik anders word vorige ontwerpoute wat tydens die bedryf van fasiliteite reggestel is, weer herhaal. 'n Geval is waargeneem waar, ten spyte daarvan dat die onderhoudspersoneel as regstellende aksie 'n sekere afsluit klep vervang, die konstruksie van nuwe geboue nog steeds dieselfde onaanvaarde kleppe implementeer;
- raadgewende ingenieurs se ontwerp parameters vir warmwater volumes verskil ver van mekaar. Ook word die temperature en die ooreenstemmende volumes warm water, nie spesifiseer nie. Vereenvoudigde riglyne vir warmwater en energie gebruik in veral koshuise is saamgestel om raadgewende ingenieurs ontwerp riglyne te gee en so te voorkom dat onder ontwerp of oorontwerp word;
- insentiewe vir energie doeltreffende ontwerpe ontbreek in die vergoedingsstruktuur van raadgewende ingenieurs. Die huidige fooie struktuur is op 'n persentasiebasies en bevorder energie ondoeltreffende ontwerpe (Merensky Biblioteek). Gevolglik

word dit nie verwag dat raadgewende ingenieurs energie-doeltreffend ontwerp nie. Ontwerp aansprake deur die ontwerper word nie verifieer na ingebruikneming van fasiliteite nie en waar groot negatiewe afwykings voorkom, word dit nie genoegsaam penaliseer nie. Sonder hierdie voorskriftelikheid en kontroles of die doelwitte wel bereik is, kan die konsultant enige ontwerp voorsien. Die weglating van energie intensiewe toerusting om die ontwerp bruikbaar te maak, lei tot laer foie vir die raadgewende ingenieur en plaas dikwels nog boonop 'n hoër risiko op die raadgewende ingenieur. Die implementering van insentiewe lei daartoe dat minder kunsmatige toerusting soos lugreëling en ligte installer word wat hoër onderhoud asook vervangingskoste tot gevolg het. Dit sal ook verhoed dat byvoorbeeld, daaglikse gebruikte lokale ondergronds geplaas word of ontwerp word sodat geen natuurlike lig en lug benutbaar is nie en waar lokale dikwels tydens kragonderbrekings (veral in eksamentye), totaal onbruikbaar is (Geesteswetenskappe en Ingenieurs Toring blok as voorbeeld).

7. VERDERE TOEPASLIKE NAVORSING

Tydens die samestelling van 'n pragmatiese en uitvoerbare energie beheerstrategie vir universiteite en teknikons, is bemark dat die gebrekkige onderhoud van duur kapitale beleggings, groot finansiële nadele vir die organisasies kan inhou. Dikwels word noodsaaklike pro-aktiewe voorkomende instandhouding gestaak om so 'besparings' te weeg te bring en sekere korttermyn doelwitte te bereik. Dit lei tot versnelde instandhoudingsuitgawes en verswakking van duur kapitale fasiliteite.

Soms eskalleer die omvang van die onderhoud of ander gevolglike skades kom voor wat veel groter is as die aanvanklike besparing op onderhoud. In sommige gevalle het die uitgestelde onderhoud onomkeerbare gevolge gehad. Praktiese gevalle is waargeneem waar 'n uitgestelde voorkomende onderhoudslaag op 'n dak se waterdigting binne twee jaar tienvoudig eskalleer het omdat die waterdigting totaal ingegees het..

Dieselfde argumente kan aangevoer word vir nagelate voorkomende instandhouding wat, volgens kundiges (Morrow et al) dikwels klein is en ongeveer 2-3% per jaar van die kapitale waarde behoort te wees, en tog die lewensverwagting van duur kapitale beleggings aansienlik kan verhoog.

Navorsing oor uitgestelde of nagelate onderhoud behoort 'n aansienlike gesindheidsverandering by eienaars te weeg te bring, veral as deur middel van LSK-analises bewys kan word hoeveel langer die kapitaal belegging se lewensverwagting 'gerek' kan word deur relatiewe goedkoop instandhouding en goeie finansiële bestuur.

BYLAES

BYLAE A

Tabel 1-2

UNIVERSITEITE EN TECHNIKONS IN SUID-AFRIKA 1992: KAMPUSSE

(Syfers uit WORLD OF LEARNING 1992).

INSTANSIE	U/T	KAMPUS
UNIVERSITEIT VAN FORT HARE	U	ALICE
UNIVERSITEIT VAN WES KAAPLAND	U	BELLVILLE
SKIEREILANDSE TECHNIKON	T	BELLVILLE
VISTA UNIVERSITEIT	U	BLOEMFONTEIN
TECHNICON ORANJE VRYSTAAT	T	BLOEMFONTEIN
UNIVERSITEIT ORANJE VRYSTAAT	U	BLOEMFONTEIN
M L SULTAN TECHNIKON	T	DURBAN
NATAL TECHNIKON	T	DURBAN
UNIVERSITEIT VAN NATAL	U	DURBAN
UNIVERSITEIT DURBAN-WESTVILLE	U	DURBAN
UNIVERSITEIT VAN DIE NOORDE	U	GIYANI
UNIVERSITEIT RHODES	U	GRAHAMSTOWN
TECHNICON MANGOSUTHU	T	JACOBS
WITWATERSRANDSE TECHNIKON	T	JOHANNESBURG
RANDSE AFRIKAANSE UNIVERSITEIT	U	JOHANNESBURG
UNIVERSITEIT VAN WITWATERSRAND	U	JOHANNESBURG
UNIVERSITEIT VAN KAAPSTAD	U	KAAPSTAD
TECHNIKON KAAPSTAD	T	KAAPSTAD
UNIVERSITEIT VAN ZULULAND	U	KWA-DHLANGEZWA
VISTA UNIVERSITEIT	U	MAMELODI
UNIVERSITEIT VAN BOPHUTHATSWANA	U	MMABATHO
VISTA UNIVERSITEIT	U	OOSRAND
CISKEI TECHNIKON	T	OOS LONDON
UNIVERSITEIT VAN DIE NOORDE QWA-QWA	U	PHUTHADITJHABA
UNIVERSITEIT VAN NATAL	U	PIETERMARITZBURG
PORT ELIZABETH TECHNIKON	T	PORT ELIZABETH
VISTA UNIVERSITEIT	U	PORT ELIZABETH
UNIVERSITEIT VAN PORT ELIZABETH	U	PORT ELIZABETH
POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR CHO	U	POTCHEFSTROOM
PRETORIA TECHNIKON	T	PRETORIA
VISTA UNIVERSITEIT	U	PRETORIA
UNIVERSITEIT VAN SUID-AFRIKA	U	PRETORIA
NOORD TRANVAAL TECHNIKON	T	PRETORIA
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA	U	PRETORIA
TECHNICON RSA	T	ROODEPOORT
MEDIESE UNIVERSITEIT VAN SUID-AFRIKA	U	ROSSLYN
SETLOGELO TECHNIKON	T	ROSSLYN
VISTA UNIVERSITEIT	U	SEBOKENG
UNIVERSITEIT VAN VENDA	U	SIBASA
UNIVERSITEIT VAN DIE NOORDE	U	SOVENGA
VISTA UNIVERSITEIT	U	SOWETO
UNIVERSITEIT VAN STELLENBOSCH	U	STELLENBOSCH
UNIVERSITEIT VAN STELLENBOSCH	U	TYGERBERG
UNIVERSITEIT VAN TRANSKEI	U	UNITRA
POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR CHO	U	VANDEBIJLPARK
VAALDRIEHOEKSE TECHNIKON	T	VANDEBIJLPARK
VISTA UNIVERSITEIT	U	WELKOM
ACADEMY OF NAMIBIA	U	WINDHOEK
NAMIBIA TECHNIKON	T	WINDHOEK
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA	U	WITBANK

Universiteitskampusse 35**Technikonkampusse 15**

Tabel 1-4a
SANSO INLIGTING TEN OPSIGTE VAN UNIVERSITEIT SUBSIDERING*
 *KUH Sekretariaat

UNIVERSITEIT	JAARTAL	SUBSIDIE SENTRALE OWERHEID	ADMIN UITG tov BEDRYF EN ONDERHOUD	ONDERHOUD GEBOUW	NUTSDIENSTE TOTAAL	BEDRYFSUIT- GAWES TOTAAL
DURBAN-WESTVILLE	1986	R 24 373 326	R 806	R1 232 573	R1 126 436	R 32 848 623
	1987	R 25 696 624	R 265	R1 307 227	R1 197 818	R 35 973 234
	1988	R 30 020 972	R	R1 858 688	R1 248 240	R 40 594 365
	1989	R 40 161 993	R 15 707	R3 143 312	R1 789 525	R 54 163 070
	1990	R 48 766 597	R	R3 212 321	R2 340 437	R 65 573 412
KAAPSTAD	1986	R 62 808 861	R 634 446	R2 935 100	R2 776 013	R135 078 489
	1987	R 68 215 211	R 652 173	R3 403 318	R2 939 366	R151 201 689
	1988	R 74 409 301	R 885 610	R4 365 718	R3 239 103	R170 156 772
	1989	R 91 853 498	R1 065 630	R4 973 546	R3 740 620	R199 213 479
	1990	R102 568 833	R1 413 356	R6 474 147	R4 514 407	R248 288 660
MEDUNSA	1986	R 28 267 540	R 364 841	R1 330 581	R1 158 089	R 33 781 066
	1987	R 34 947 000	R 237 000	R1 751 000	R1 475 000	R 4 196 300
	1988	R 36 133 000	R 208 000	R2 088 000	R1 435 000	R 45 594 000
	1989	R 44 292 000	R 98 000	R2 906 000	R1 838 000	R 55 750 000
	1990	R 46 869 000	R 119 000	R2 035 000	R	R 59 533 000
NATAL	1986	R 57 756 086	R 131 514	R1 671 743	R2 908 459	R107 562 545
	1987	R 64 091 312	R 105 033	R2 007 450	R3 591 450	R125 684 471
	1988	R 62 900 244	R 135 113	R2 262 062	R4 100 060	R141 316 518
	1989	R 84 858 657	R 60 913	R2 890 621	R4 621 920	R181 377 058
	1990	R 98 829 782	R 738 448	R3 756 345	R4 984 770	R200 817 970
NOORDE	1986	R 26 476 418	R 762 826	R 513 758	R 849 774	R335 019 524
	1987	R 34 243 520	R 440 456	R1 025 381	R 423 986	R 41 301 022
	1988	R 26 918 501	R 914 634	R 661 487	R 842 021	R 45 045 474
	1989	R 31 906 186	R 930 973	R 933 858	R 778 821	R 57 399 889
	1990	R 37 232 294	R 401 719	R3 397 505	R1 232 309	R 70 281 046
ORANJE VRYSTAAT	1986	R 42 532 722	R 214 970	R2 365 772	R1 126 839	R 74 724 110
	1987	R 46 936 173	R 242 049	R2 652 905	R1 505 415	R 82 829 580
	1988	R 48 161 397	R 238 740	R2 664 911	R1 593 762	R 91 749 953
	1989	R 59 188 005	R 339 116	R2 888 998	R1 824 217	R111 997 482
	1990	R 69 749 200	R 436 545	R3 357 201	R2 312 245	R130 026 221
PORT ELIZABETH	1986	R 21 370 000	R 210 002	R1 136 838	R 573 446	R 31 511 256
	1987	R 25 167 000	R 236 332	R1 379 827	R 595 492	R 35 698 235
	1988	R 24 816 357	R 282 433	R1 644 998	R 673 176	R 40 082 245
	1989	R 31 749 565	R 308 678	R1 841 142	R 750 290	R 47 742 328
	1990	R 37 422 005	R 524 264	R2 137 120	R 810 658	R 56 558 386
POTCHEFSTROOM	1986	R 44 112 913	R 360 668	R1 950 701	R2 092 313	R 75 150 626
	1987	R 51 905 870	R1 497 122	R2 304 732	R2 511 185	R 86 384 314
	1988	R 53 757 370	R 864 244	R1 806 918	R2 850 085	R 96 847 084
	1989	R 66 167 759	R 582 379	R1 666 942	R2 882 379	R107 278 985
	1990	R 65 891 216	R 581 682	R2 022 514	R3 097 905	R121 359 442

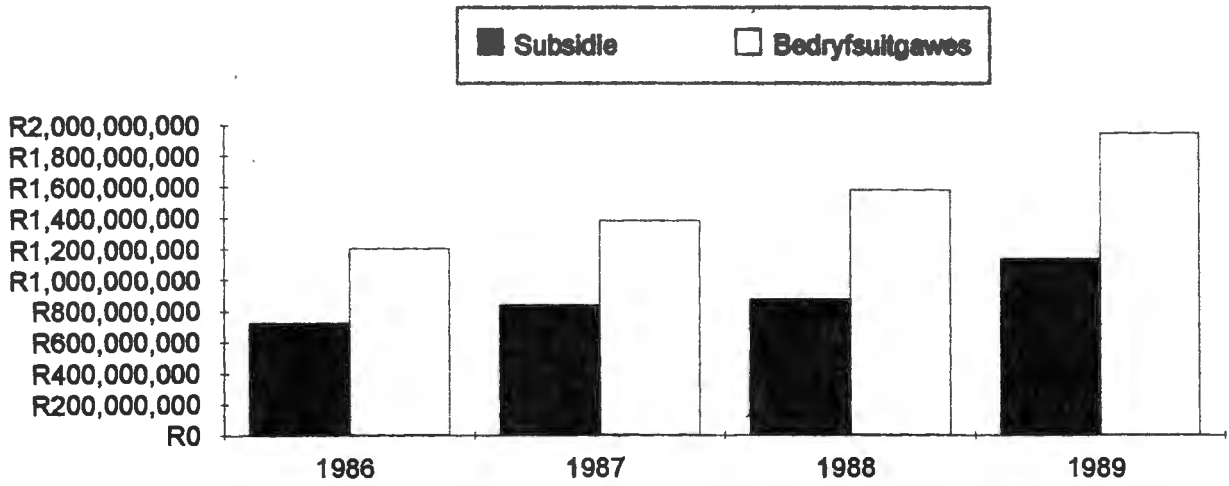
SANSO INLICHTING TEN OPSIGTE VAN UNIVERSITEIT SUBSIDERING*

Tabel 1-4b

*KUH Sekretariaat

UNIVERSITEIT	JAARTAL	SUBSIDIE SENTRALE OWERHEID	ADMIN UITG tov BEDRYF EN ONDERHOUD	ONDERHOUD GEBOUW	NUTSDIENSTE TOTAAL	BEDRYFSUIT- GAWES TOTAAL
PRETORIA	1986	R 90 449 466	R1 048 328	R2 567 480	R2 498 030	R133 645 265
	1987	R101 372 458	R 767 488	R4 110 309	R2 718 081	R153 740 772
	1988	R105 437 713	R1 684 678	R4 418 943	R3 415 873	R178 332 666
	1989	R135 745 483	R1 591 319	R4 116 089	R3 830 233	R223 572 889
	1990	R154 586 947	R1 693 739	R5 441 037	R5 055 041	R284 355 579
RANDSE AFRIKAANSE	1986	R 28 298 542	R 392 737	R2 202 297	R1 249 797	R 49 043 142
	1987	R 35 604 500	R 510 257	R2 408 044	R1 812 229	R 56 510 427
	1988	R 36 819 942	R 450 281	R2 606 112	R1 590 165	R 82 984 494
	1989	R 49 830 875	R 507 577	R6 216 929	R2 057 385	R 76 752 564
	1990	R 57 142 942	R 596 819	R6 709 685	R2 815 992	R 96 354 955
UNIVERSITEIT RHODES	1986	R 21 061 910	R 61 414	R1 168 455	R 507 980	R 34 645 721
	1987	R 22 147 303	R 58 141	R1 353 247	R 670 609	R 40 493 086
	1988	R 24 551 000	R 38 564	R1 432 891	R 763 062	R 44 421 946
	1989	R 29 672 214	R 121 047	R1 573 415	R 950 644	R 53 170 292
	1990	R 31 395 828	R 322 005	R1 713 489	R1 267 230	R 65 810 734
UNIVERSITEIT STELLENBOSCH	1986	R 62 467 685	R 128 840	R2 530 112	R2 828 239	R116 763 858
	1987	R 71 639 338	R 140 240	R2 784 395	R3 369 897	R134 070 139
	1988	R 76 208 063	R 135 703	R3 014 712	R3 872 261	R156 582 312
	1989	R 89 654 596	R 154 074	R3 445 167	R4 695 586	R189 894 707
	1990	R105 487 800	R 169 177	R6 703 494	R5 254 366	R213 881 593
UNIVERSITEIT VAN SUID-AFRIKA	1986	R 71 458 302	R 605 844	R1 388 356	R1 494 044	R115 790 660
	1987	R 94 388 800	R 654 597	R1 978 107	R1 923 071	R136 134 922
	1988	R106 106 386	R 850 866	R2 260 800	R2 599 336	R158 102 614
	1989	R136 933 171	R1 166 399	R3 191 287	R3 282 161	R196 818 439
	1990	R160 974 138	R1 283 843	R3 949 549	R3 981 366	R239 840 180
VISTA UNIVERSITEIT	1986	R 16 465 046	R 112 493	R 100 278	R 58 136	R 17 516 982
	1987	R 20 381 537	R 253 523	R 200 207	R 90 036	R 20 940 366
	1988	R 23 764 801	R 242 102	R 261 874	R 99 798	R 26 319 583
	1989	R 38 774 174	R 337 642	R 231 692	R 216 577	R 36 437 213
	1990	R 49 094 594	R 601 016	R 404 366	R 296 455	R 51 860 607
UNIVERSITEIT WESKAAPLAND	1986	R 22 059 753	R1 148 790	R 427 638	R 729 948	R 35 645 739
	1987	R 32 736 270	R 30 208	R 361 951	R1 220 645	R 43 503 244
	1988	R 37 114 000	R 324 322	R 511 585	R1 479 527	R 55 737 509
	1989	R 44 733 000	R 548 888	R 838 940	R1 697 082	R 78 440 308
	1990	R 53 370 808	R 682 271	R1 083 712	R2 320 653	R 99 165 004
UNIVERSITEIT WITWATERSRAND	1986	R 80 943 613	R 608 498	R4 817 293	R4 029 817	R147 344 823
	1987	R 81 907 419	R 435 148	R6 412 511	R4 712 898	R164 593 647
	1988	R 80 451 912	R 638 127	R6 067 960	R5 579 207	R185 362 167
	1989	R130 032 216	R 939 498	R6 173 270	R7 188 645	R227 139 370
	1990	R168 923 130	R1 220 489	R6 019 613	R9 338 674	R295 073 748
UNIVERSITEIT ZOELOELAND	1986	R 22 980 726	R 150 376	R2 576 433	R 625 850	R 27 833 283
	1987	R 28 906 518	R 186 524	R2 864 137	R 836 269	R 33 763 796
	1988	R 28 650 000	R 193 431	R3 359 693	R1 064 658	R 43 531 400
	1989	R 32 890 000	R 131 816	R4 031 744	R1 165 524	R 49 431 692
	1990	R 38 764 000	R 216 954	R4 917 097	R1 252 989	R 59 818 883

TOTAAL vir alle UNIVERSITEITE SUBSIDIEë & BEDRYFSUITGAWES



BYLAE B

ENERGIE NAVRAE tov OPVOEDKUNDIGE INSTANSIES

STADSRAAD VAN.....DATUM.....VOLTOOI DEUR.....TEL.....

REKENINGS tov UNIVERSITEIT/TECHNICON _____

TOTALE AANTAL GROOTMAATMEETPUNTE (NIE WOONHUISE NIE !) _____

MEETPUNT 1: _____

MEETPUNT 2: (INDIEN VAN TOEPASSING) _____

Word daar n minimum kVA aanslag per maand gehef ? _____

Word daar n minimum kVA aanslag per maand gehef ? _____

Indien JA , wat? : _____

Indien JA , wat? : _____

(Indien maklik beskiba					(Indien maklik beskiba				
MAAND	JAARTAL	Maks kVA	kWHR	Tot Bedrag	MAAND	JAARTAL	Maks kVA	kWHR	Tot Bedrag
JAN	_____	_____	_____	_____	JAN	_____	_____	_____	_____
FEB	_____	_____	_____	_____	FEB	_____	_____	_____	_____
MAART	_____	_____	_____	_____	MAART	_____	_____	_____	_____
APRIL	_____	_____	_____	_____	APRIL	_____	_____	_____	_____
MEI	_____	_____	_____	_____	MEI	_____	_____	_____	_____
JUNIE	_____	_____	_____	_____	JUNIE	_____	_____	_____	_____
JULIE	_____	_____	_____	_____	JULIE	_____	_____	_____	_____
AUG	_____	_____	_____	_____	AUG	_____	_____	_____	_____
SEPT	_____	_____	_____	_____	SEPT	_____	_____	_____	_____
OKT	_____	_____	_____	_____	OKT	_____	_____	_____	_____
NOV	_____	_____	_____	_____	NOV	_____	_____	_____	_____
DES	_____	_____	_____	_____	DES	_____	_____	_____	_____
JAN	_____	_____	_____	_____	JAN	_____	_____	_____	_____
FEB	_____	_____	_____	_____	FEB	_____	_____	_____	_____
MAART	_____	_____	_____	_____	MAART	_____	_____	_____	_____
APRIL	_____	_____	_____	_____	APRIL	_____	_____	_____	_____
MEI	_____	_____	_____	_____	MEI	_____	_____	_____	_____
JUNIE	_____	_____	_____	_____	JUNIE	_____	_____	_____	_____
JULIE	_____	_____	_____	_____	JULIE	_____	_____	_____	_____
AUG	_____	_____	_____	_____	AUG	_____	_____	_____	_____
SEPT	_____	_____	_____	_____	SEPT	_____	_____	_____	_____
OKT	_____	_____	_____	_____	OKT	_____	_____	_____	_____
NOV	_____	_____	_____	_____	NOV	_____	_____	_____	_____
DES	_____	_____	_____	_____	DES	_____	_____	_____	_____
JAN	_____	_____	_____	_____	JAN	_____	_____	_____	_____

VRAELYS #1

ORGANISATION : _____
ADDRESS : _____
TELEPHONE : _____ FAX : _____
CONTACT ON MAINTENANCE/PLANNING : _____

ANY ENQUIRIES TO : D E BASSON
TECHNICAL SERVICES
UNIVERSITY OF PRETORIA
TEL : (012) 420 2566
FAX : (012) 342 1996

No of Students _____ No of Students in Residences _____ Annual Operating Budget _____
(Exclude Capital Works - only salaries, wages, running expenditure)

Present Tariff Agreement with ESKOM or LOCAL AUTHORITY (Municipality) :

kVA Tariff _____ kWhr _____ Supply Voltage (Usually 11kV or 6.6kV) _____

Total Electricity Bill :

Summer month - kVA _____ kWhr _____ Total Amount _____

Winter month - kVA _____ kWhr _____ Total Amount _____

NOTE : (i) Include private houses used for official purposes, all campus buildings, main campus and distant campuses) see notes
(ii) If separate supply points, please provide some information for each.) attached

Gas Bill : _____ Oil Bill : _____ Coal Bill : _____

Steam or Water Heating? : _____

Energy from other Sources i.e. Solar : _____ Heat Pumps : _____

Tallest Building : _____ Storeys _____ Approx Population : _____

Air Conditioning in Buildings General Practice? Yes/No : _____

Additional Relevant Remarks : _____

VRAELYS #2

VRAELYS #3

QUESTIONNAIRE

ORGANIZATION _____

COMPLETED BY : _____ DATE 8 July 1992

Even if actions below are not carried out by the Maintenance Department, mention IN YOUR OPINION the person or department that does perform the function.

1. Has your organization an employee whose special duty it is to :
MANAGE and CONTROL the energy use? Yes No
2. Do you verify the monthly electricity readings by checking (reading together) with the supply authority? Yes No
3. Who certify payment of the monthly electricity bills (if anybody)?

Position Maintenance Engineer
Deputy Head: Technical Services
4. Does anybody monitor monthly electricity readings against previous months?
 Yes No
If yes, how? From the accounts
5. Who decides on your campus that something must be done about the energy bill? Technical Services sends proposals to top management
Who implements such a measure? Technical Services
6. Have you any energy standards that you can offer to a consultant designing new building? Yes No
7. Have you any incentive scheme to offer to anybody/ any department saving energy? Yes No
8. Is your Rector, Vice-Rector, any other top management officer supportive of an energy management programme (not money saving!) i.e. the need to appoint a full time energy manager?

VRAELYS #4

Geagte meneer

VRAELYS

Navorsing word tans gedoen om vas te stel hoe energie, en spesifiek elektriese energiekoste, besnoei kan word sonder benadeling van die akademiese program.

Aanvanklike beramings toon dat die energierekening vir universiteite en technicons soveel as 2-3% van die jaarlikse bedryfsbegroting kan beloop. Die syfer soos aan die KUH in terme van die SANSO voorskrifte rapporteer onder die hoof "Nutsdienste" (Tabel 4.7 lyn 34 kolom K) het in 1989 nagenoeg R100 Milj per jaar beloop. Huidiglik is daar 'n agterstand van meer as twee jaar in die publikasie van die syfers van die betrokke instansies.

Ten einde meer onlangse tendense te bepaal, word die volgende inligting van individuele akademiese inrigtings benodig :

1. Totale bedryfsbegroting, kapitale koste uitgesluit maar rente op kapitale aanvrae (per jaar) ingesluit.
2. Totale energiekoste. 'n Opsomming van die jaarlikse elektrisiteitsrekenings deur onderskeie munisipaliteite/ESKOM sal voldoende wees.
3. 'n Aanduiding van ander energiebronne wat vir geboue aangewend word byv olie, petrol, gas, steenkool - nie petrol of diesel vir vervoer nie.
4. 'n Aanduiding of hittepompe/sonenergie gebruik word.

U hulp is van kardinale belang aangesien die SANSO syfers nie die energiekoste in verhouding tot die totale bedryfskoste duidelik aantoon nie. Items 1 en 2 hierbo sal waarskynlik geredelik deur die Direkteur/Registrateur Finansies se kantoor verstrekk kan word terwyl items 3 en 4 waarskynlik deur die Universiteitsingenieur/Hoof van Tegniese Dienste voorsien kan word.

Ek heg hierby aan 'n afskrif van een van die artikels wat onlangs uitgereik is naamlik "Energy Control by Universities and Technicons 1992". Hierdie artikel, asook andere, poog om aan universiteite en technicons riglyne te verskaf om koste-effektiewe energiebeheer uit te oefen. Die voltooiingsdatum vir die navorsings sal waarskynlik begin 1994 wees en die inligting sal aan alle bydraende organisasies beskikbaar gestel word.

Dit sal waardeer word indien die aangehegte vraelys voltooi en aan my teruggestuur kan word.

Baie dankie vir u vriendelike samewerking.

Die uwe

VRAELYS #5

ENERGIEVRAELYS

INRIGTING : _____

INLIGTING VERSKAF DEUR : _____

DATUM : _____ TEL Nr : _____

DEEL 1 : FINANSIËL

YEAR	ENERGIEKOSTE - Munisipale rekenings	TOTALE BEDRYFS- BEGROTING insluitend salarisse, dienste, ens	KOSTERAPPORTERING AAN SANSO - Tabel 4.7 ry 34, kolom K

Wie sertifiseer die energierekenings as korrek? _____

Posisie in organisasie : _____

DEEL 2 : TEGNIES

1. Word hittepompe gebruik? Ja [] Nee []

Indien ja, waar en vir watter doel? _____

2. Ander energiebronne? Olie [] Gas [] Steenkool []

Indien ja, waar en vir watter doel? _____

DEEL 3 : ALGEMEEN

1. Studentetotaal _____

2. Studente in Koshuise _____

3. Personeeltotaal _____

VRAELYS #6

ENERGY SAVING MEASURES

My investigation into establishing practical economy norms is progressing satisfactorily, although slow. At this stage, from information available, it appears that the energy bill could be as high as 3-5% of the total operating budget.

A question that needs to be answered is the following :

What energy saving measures have been undertaken by your organisation and what tangible results, in terms of money, have been achieved?

Some universities and technicians have taken positive steps like :

<input type="checkbox"/>	Shifting load to different times of day e.g. storage of hot water during off peak periods
<input type="checkbox"/>	Negotiating lower tariffs from the supply authority
<input type="checkbox"/>	Improving power factor
<input type="checkbox"/>	Switch lights and air conditioning when not used
<input type="checkbox"/>	Setting standards for new buildings to reduce energy by, for example, reducing dependence on air conditioning
<input type="checkbox"/>	Use solar energy e.g. heat pumps to supply hot water/cool air
<input type="checkbox"/>	Limiting load by simply cutting certain loads at peak periods
<input type="checkbox"/>	Using other energy sources
<input type="checkbox"/>	Others
<input type="checkbox"/>	Nothing as yet but considering
<input type="checkbox"/>	Savings achieved

Please tick the appropriate block as to measures undertaken by yourselves.

VRAELYS #7

Die Stadselektrotegniese Ingenieur

Geagte heer

**Navraag oor grootmaat energie gebruik Universiteite & Technicons in u
Stadsraad se bedieningsgebied**

Daar word tans vergelykende ondersoeke gedoen onder andere oor energie gebruik by Universiteite & Technicons. Die navorsing word deur myself onder die leiding van Proff J P Meyer(Dep Meg Ing Tel 0148-991316), J.Kotzee (Hoof,Na-graadse Bestuurskool), N.Du Preez(Na-graadse Bestuurskool) onderneem. Almal is personeel by PU v CHO (Na-graadse Bestuurskool Tel 0184-991409)

**Die inligting benodig is tot dusver verkry van die verskillende instansies sonder enige voorbehoud maar is in baie gevalle redelik onbetroubaar, waarskynlik omdat daar nie presiese begrip is vir wat benodig word nie!
Die inligting is by die instansies se finansiële stelsels ingewerk en ingedeel waar dit nie maklik skeibaar is in die formaat verlang nie.**

Daar word gepoog om alle grootmaat elektrisiteitslewerpunte te identifiseer en die gebruik per verteenwoordigende jaar (1992/93) te bekom. As voorbeeld heg ek vir u inligting n formaat van inligting verkry van die Stadsraad van Pretoria en dit voldoen wonderlik aan my vereistes! Tesame daarmee heg ek die nodige navraagstaat aan en daar is groot vertroue en waardering dat u kan help!

Indien u bereid is om te help en die vraelys na iemand anders verwys vir afhandeling sal ek dit waardeer indien u op hierdie vorm onderaan sodanige persoon se naam en telefoon en/of faks nommer sal voorsien sodat ek direk met hom/haar kan kommunikeer EN faks aub n kopie van hierdie voltooide skrywe aan my terug !

Baie dankie


.....
Dr DeR E Basson

BYLAE C

LSK Voorbeeld 1

Vir een jaar, vanaf die einde van maand een, moet 'n vaste bedrag afbetaal word op skuld van R10'000. Rentekoers is 10% per jaar. Wat is die maandelikse bedrag (sonder inflasie) oor 1 jaar om skuld te delg?

(a) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

@PMT (Totale Aanvanklike Skuld, Rentekoers, Aantal Betalings)

Waardes ingestel is @PMT(10000, 10%/100/12, 12 maande) =

R879.16

(b) ALTERNATIEWE oplossing is :

$PMT = \text{Skuld} * \text{Rente} / (1 - (1 + \text{Rente})^{-n})$

R879.16

(c) TOETSBEREKENINGS :

SKULD	RENTE/ JAAR	TOTAAL/ MAAND	BETAAL/ MAAND	BALANS
R10'000.00	10%	R10'083.30	R879.16	R9'204.17
R 9'204.20	10%	R 9'280.90	R879.16	R8'401.71
R 8'401.70	10%	R 8'471.70	R879.16	R7'592.57
R 7'592.60	10%	R 7'655.80	R879.16	R6'776.68
R 6'776.70	10%	R 6'833.20	R879.16	R5'953.99
R 5'954.00	10%	R 6'003.60	R879.16	R5'124.45
R 5'124.50	10%	R 5'167.20	R879.16	R4'287.99
R 4'288.00	10%	R 4'323.70	R879.16	R3'444.56
R 3'444.60	10%	R 3'473.30	R879.16	R2'594.11
R 2'594.10	10%	R 2'615.70	R879.16	R1'736.57
R 1'736.60	10%	R 1'751.00	R879.16	R 871.88
R 871.90	10%	R 879.16	R879.16	---

LSK Voorbeeld 2

Vir 10 jaar moet 'n eenmalige belegging van R1'000 met samegestelde rente groei na R5'000. Bepaal die rentekoers waarteen geld belê moet word om hierdie opbrengs na 5 jaar beskikbaar te stel.

(a) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

@Rate(Toekomsbedrag/Teenswoordige Waarde,Periode)
 Waardes ingestel is @Rate(5000,1000,10jr) =

0.174618 (Koers = 17.46%)

(b) ALTERNATIEWE oplossing is :

Rate = (Toekomswaarde/Teenswoordige Belegging)^(1/Periode)-1

0.174618 (Koers = 17.46%)

(c) TOETSBEREKENINGS :

BELEGGING	RENTE/JAAR	TOTAAL/JAAR
R1'000.00	17.46%	R1'174.60
R1'174.60	17.46%	R1'379.70
R1'379.70	17.46%	R1'620.60
R1'620.60	17.46%	R1'903.50
R1'903.50	17.46%	R2'235.90
R2'235.90	17.46%	R2'626.30
R2'626.30	17.46%	R3'084.80
R3'084.80	17.46	R3'623.40
R3'623.40	17.46%	R4'256.10
R4'256.10	17.46%	R4'999.20

LSK Voorbeeld 3

Bereken die aantal paaiemente van R1'000 elk wat aan die einde van die jaar betaal word @ 10% rente om uiteindelik R30'000 beskikbaar te hê.

(a) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

@Term(paaiement,Rentekoers,Uiteindelige Bedrag)

Waardes ingestel is @Term(1000,10,30000) =

14.55 Paaiemente

(b) ALTERNATIEWE oplossing is :

Termyn = @LN(1+(Rente*Uit.Bedrag)/Betaling)/@LN(1+Rente)

14.55 Paaiemente

(c) TOETSBEREKENINGS :

BETALING NOMMER	BETALING	BALANS	RENTE/J AAR	TOTAAL
1	-	-	10%	-
2	R1'000.00	R 1'000.00	10%	R1'100.00
3	R1'000.00	R 2'100.00	10%	R2'310.00
4	R1'000.00	R 3'310.00	10%	R3'641.00
5	R1'000.00	R 4'641.00	10%	R5'105.10
6	R1'000.00	R 6'105.10	10%	R6'715.60
7	R1'000.00	R 7'715.61	10%	R8'487.20
8	R1'000.00	R 9'487.17	10%	R10'435.90
9	R1'000.00	R11'435.89	10%	R12'579.50
10	R1'000.00	R13'579.48	10%	R14'937.40
11	R1'000.00	R15'937.43	10%	R17'531.20
12	R1'000.00	R18'531.17	10%	R20'384.30
13	R1'000.00	R21'384.29	10%	R23'522.70
14	R1'000.00	R24'522.72	10%	R26'975.00
15	R1'000.00	R27'974.99	10%	R30'772.50

LSK Voorbeeld 4

Bereken die aantal jare benodig om eenmalige bedrag van R2'000 teen 10% rente na R10'000 eindbedrag te laat akkumuleer.

(a) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

@CTerm(Rentekoers,Uiteindelike Bedrag,Paaiement)
 Waardes ingestel is @Term(10,10000,2000) =

16.89 Aantal Jare van Renteverdienste

(b) ALTERNATIEWE oplossing is

CTerm = @LN(Toekomstige Waarde/Eenmalige Belegging)/@LN(1 + Rente)

16.89 Aantal Jare van Renteverdienste

(d) TOETSBEREKENINGS :

BETALING NOMMER	BELEGGING	BALANS	RENTE/ JAAR	TOTAAL
1	R2'000.00	R2'000.00	10%	R 2'200.00
2		R2'200.00	10%	R 2'420.00
3		R2'420.00	10%	R 2'662.00
4		R2'662.00	10%	R 2'928.20
5		R2'928.20	10%	R 3'221.02
6		R3'221.00	10%	R 3'543.12
7		R3'543.10	10%	R 3'897.43
8		R3'897.40	10%	R 4'287.18
9		R4'287.20	10%	R 4'715.90
10		R4'715.90	10%	R 5'187.48
11		R5'187.50	10%	R 5'706.23
12		R5'706.20	10%	R 6'276.86
13		R6'276.90	10%	R 6'904.54
14		R6'904.50	10%	R 7'595.00
15		R7'595.00	10%	R 8'354.50
16		R8'354.50	10%	R 9'189.95
17		R9'189.00	10%	R10'108.94

LSK Voorbeeld 5

Toerusting wat aanvanklik aangekoop is teen R10'000, se skrootwaarde aan die einde van 10 jaar se gebruik is R500,00. Bepaal die jaarlikse afskrywings teen die reguitlynmetode.

(a) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

Jaarlikse waardevermindering =

@SLN(Aanskafkoste,Skrootwaarde,Leef tyd Jare)

Waardes ingestel is @SLN(10000,500,10) =

**R950.00 Jaarlikse reguitlynmetode
Waardevermindering**

		BOEKWAARDE
JAAR EINDE		R10'000
1	Einde 1ste Jaar Waardev = R950	R 9'050
2	Einde 2de Jaar Waardev = R950	R 8'100
3	Einde 3de jaar Waardev = R950	R 7'150
4	Einde 4de jaar Waardev = R950	R 6'200
5	Einde 5de jaar Waardev = R950	R 5'250
6	Einde 6de jaar Waardev = R950	R 4'300
7	Einde 7de jaar Waardev = R950	R 3'350
8	Einde 8ste jaar Waardev = R950	R 2'400
9	Einde 9de jaar Waardev = R950	R 1'450
10	Einde 10de jaar Waardev = R950	R 500
	SKROOT	R 800

LSK Voorbeeld 6

Toerusting wat aanvanklik aangekoop is teen R10'000,00 moet aan die einde van 10 jaar R500 skrootwaarde hê. Bepaal die jaarlikse afskrywing teen die dubbel-verminderende-balansmetode.

(a) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

Jaarlikse vermindering =

@DDB(Aanskafkoste,Skrootwaarde,Leef tyd,Jare,Spesifieke jaar tydens leef tyd)

Waardes ingestel is @DDB(10000,500,10,1 =

		BOEKWAARDE
R2'000.00	1ste Jaar waardevermindering	R10'000.00
R1'600.00	2de Jaar Waardevermindering	R 8'000.00
R1'280.00	3de Jaar Waardevermindering	R 6'400.00
R1'024.00	4de Jaar Waardevermindering	R 5'120.00
R 819.20	5de Jaar Waardevermindering	R 4'096.00
R 655.36	6de Jaar Waardevermindering	R 3'277.00
R 524.29	7de Jaar Waardevermindering	R 2'622.00
R 419.43	8ste Jaar Waardevermindering	R 2'098.00
R 335.54	9de Jaar Waardevermindering	R 1'679.00
R 268.44	10de Jaar Waardevermindering	R 1'343.00
	SKROOT	R 1'343.00

In hierdie geval moet aanpassing in die laaste jaar gedoen word sodat daar op skrootwaarde geëindig word.

LSK Voorbeeld 7

Toerusting wat aanvanklik aangekoop is @ R10'000,00 se skroot-waarde na 10 jaar se gebruik is R500. Bepaal die jaarlikse afskrywing teen die som-van-jare-metode (sum of year digits). Hierdie metode bied versnelde afskrywing tydens die beginjare van die bate.

(a) LOTUS 123 formule ter oplossing is :

@SYD(Aanskafkoste,Skrootwaarde,Leeftydjare, Spesifieke Jaar tydens Leeftyd
 Spesifieke waardes ingestel is @SYD(10000,500,10,1) =

		BOEKWAARDE
R1'727.27	1ste Jaar Waardevermindering	R10'000.00
R1'554.55	2de Jaar Waardevermindering	R 8'273.00
R1'381.82	3de Jaar Waardevermindering	R 6'718.00
R1'209.09	4de Jaar Waardevermindering	R 5'336.00
R1'036.36	5de Jaar Waardevermindering	R 4'127.00
R 863.64	6de Jaar Waardevermindering	R 3'091.00
R 690.91	7de Jaar Waardevermindering	R 2'227.00
R 518.18	8ste Jaar Waardevermindering	R 1'536.00
R 345.45	9de Jaar Waardevermindering	R 1'018.00
R 172.73	10de Jaar Waardevermindering	R 673.00
SKROOT		R 500.00

BASIESE FORMULE

$$\text{Waardevermindering/jaar} = \frac{(\text{Koste} - \text{Skrootwaarde}) * (\text{Lewensverw} - \text{Tydstp} + 1)}{(\text{lebensverw} * (\text{Lewensverw} + 1) / 2)}$$

- Vir 1 jaar is Waardevermindering R1'727.27
- Vir 5 jaar is Waardevermindering R1'036.36
- Vir 10 jaar is Waardevermindering R1'727.27

BYLAE D

ELEKTRISITEITSTARIEWE

ESKOM & PLAASLIKE OWERHEDE WAT AAN UNIVERSITEITE & TECHNICON S LEWER
SLEGS HOOGSPANNING SOOS VAN TOEPASSING

ENERGIE LEWERANSIER	TARIEF DATUM	TARIEF BESKRYW	BASIES Rand	KVA Rand	KWHR sent	OPMERKINGS SPESIALE AFSLAE
ESKOM	jan 92	Tarief A	119.80	25.95	4.98	
ESKOM	jan 92	Tarief F	119.80	25.95	4.98	Inddien energiekoste > 23.016/kWHR ignoreer kva .Energie allen=23.016/kwhr
PRETORIA MUNISIPALITEIT	aug 92	B.11 kV*	190.30	34.33	6.23	70% van maks jun,jul,aug
JOHANNESBURG MUNISIPALITEIT			28.03	36.58	6.86	80% van mei,jun,jul,aug
KAAPSTAD MUNISIPALITEIT			0.00	22.99	9.02	Minimum =R2250 /maand
ROODEPOORT MUNISIPALITEIT	deel II	1d,3a,3b	R220+20s/kv	31.48	6.80	
PIETERSBURG MUNISIPALITEIT			119.80	30.94	5.81	
PORT ELIZABETH MUNISIPALITEIT		C.(b)		15.93	9.03	
DURBAN MUNISIPALITEIT	1 jan 91	H.V 3Part		31.11	6.27	Min aanvraag =70% van maks aangevra
OOS-LONDON MUNISIPALITEIT						
GRAHAMSTAD MUNISIPALITEIT	1 jul 91	scale I		43.78	8.71	Minimum = 75% van aangevraagde maks of 75% van registreerde maks
STELLENBOSCH MUNISIPALITEIT	1 jul 92	(d)(II)		32.14	7.41	
WINDHOEK MUNISIPALITEIT	92	II(b)		19.97	9.88	
BLOEMFONTEIN MUNISIPALITEIT		III	100.00	25.95	7.43	kva= helfte van 1e maand+helfte van 2e maand
PRETORIA-NOORD MUNISIPALITEIT				31.90	6.27	
ALICE MUNISIPALITEIT	1 jan 92	1.tariff a	119.80	25.95	4.98	
BELLVILLE MUNISIPALITEIT				28.80	5.53	
POTCHEFSTROOM MUNISIPALITEIT	1 jul 92		40.00	28.58	13.77	Tot 2000000 eenhede , daarna 8.86*1.1*1.2=11.7sent
MMABATHO MUNISIPALITEIT	1 jan 92		37.92	26.33	6.38	

NOTA: Alle tariewe is waar nie definitief vermeld aangepas met VAT = 10% , behalwe die van WINDHOEK

ELEKTRISITEITSTARIEWE

STADSRAAD VAN PRETORIA

skrywing van tarief	Toepassing op:	Kapasiteitstelling	Energie heffing	Aanvraagheffing	Dienstelling	Vaste heffing	Buite splytyd	Uitbreidingsheffing	Grootmoedensbydrae
Huishoudelike blokskool kellere	Priv huis, lesieshale, hotel, woonstel, verpleegster, hospitaal, kinderd, instig, koshuis, klub (geen drank), kerk	R17.00 vir stroom < 40amp R34.00 stroom > 40 & < 60amp R34+R2.56/amp, stroom > 60amp	14.24 sent/LWHR			Waar van toep		Uitbreidings van transmissie lyns of ander kante wat relatief hoog kan wees	Grootmoedensbydrae gewasle aanvalige by aansluiting van dorpsgebied, kompleet waar nuwe aansluiting of uitbreiding ter sprake is
Huishoudelike blokskool telere	Priv huis, lesieshale, hotel, woonstel, verpleegster, hospitaal, kinderd, instig, koshuis, klub (geen drank), kerk	R35.80 vir stroom < 20amp R35.80+R7.68/amp, stroom > 20amp	14.24 sent/LWHR			Waar van toep			
Nie-huishoudelike blokskool kellere	Alle persele binne & buite die munisipale gebied	R17.50 vir stroom < 40amp R36.70 stroom > 40 & < 60amp R36.70+R3.30/amp, stroom > 60amp	14.24 sent/LWHR			Waar van toep			
Nie-huishoudelike blokskool telere	Alle persele binne & buite die munisipale gebied	R40.00 vir stroom < 20amp R40.00+R9.90/amp, stroom > 20amp	14.24 sent/LWHR			Waar van toep			
Laespanningaanvraagkool	Winkels, handelshuise, kantoor, hotel, traag, kafee, restaurant, openbare sale, klub, alle angespes verbruikers		6.00 sent/LWHR	R32.62/LVA Nie minder as 55% van vorige maats Jun, Jul, Aug	R110/maand	Waar van toep	Aanvraag LVA x 25% Plus 5% toeslag Toepas energietar		
Plaaskool kellere	Buite werflike gestigte dorpe Alle persele binne & buite die munisipale gebied	R34.50 vir stroom < 40amp R55.80 stroom > 40 & < 60amp R55.80+R3.78/amp, stroom > 60amp	15.16 sent/LWHR			Waar van toep	Aanvraag LVA x 25% Plus 5% toeslag Toepas energietar		
Plaaskool telere	Buite werflike gestigte dorpe Alle persele binne & buite die munisipale gebied	R62.25 vir stroom < 20amp R62.25+R11.34/amp, stroom > 20amp	15.16 sent/LWHR			Waar van toep	Aanvraag LVA x 25% Plus 5% toeslag Toepas energietar		
11 kV Toevoerkool	Alle persele binne & buite die munisipale gebied		5.66 sent/LWHR Insentiel vir Vragkooler	R31.21/LVA Nie minder as 70% van vorige maats Jun, Jul, Aug	R173/maand	Waar van toep	Aanvraag LVA x 25% Plus 5% toeslag Toepas energietar		
33 kV Toevoerkool	Alle persele binne & buite die munisipale gebied Direk van transformator geleestamme		5.044 sent/LWHR	R25.20/LVA Nie minder as 70% van vorige maats Jun, Jul, Aug	R110/maand	Waar van toep	Aanvraag LVA x 25% Plus 5% toeslag Toepas energietar		
132 kV Toevoerkool	Alle persele binne & buite die munisipale gebied		4.96 sent/LWHR	R23.80/LVA Nie minder as 70% van vorige maats Jun, Jul, Aug	R110/maand	Waar van toep	Aanvraag LVA x 25% Plus 5% toeslag Toepas energietar		
275 kV Toevoerkool	Alle persele binne & buite die munisipale gebied			Esom tarief A Nie minder as 70% van vorige maats Jun, Jul, Aug		Waar van toep	Plus 5% Toeslag		

Tabel 1-7

**VERGELYKENDE ELEKTRISITEITSTARIEWE WêRELDWYD
SOOS OP 31 JANUARIE 1991***

Koste word vergelyk op gemiddelde jaarlikse huishoudelike gebruik van 3300 kWhr

LAND	HUISHOUDELIK KOSTE/kWhr SA sent	INDUSTRIËEL KOSTE/kWhr SA Sent
Spanje	52.38	31.28
België	50.44	30.84
Duitsland	48.5	30.07
Denemarke	47.53	28.37
Frankryk	45.97	26.96
Japan	44.66	24.54
Italië	43.16	23.23
Oostenryk	42.72	23.08
Portugal	40.83	22.35
Luxembourg	39.62	21.82
Ver Koninkryk	37.87	20.07
Ierland	36.18	19.4
Nederland	33.85	19.10
Griekeland	31.76	19.01
Swede	29.92	18.13
Finland	28.56	17.75
VSA	26.62	16.97
Australië	21.87	15.08
Kanada	19.44	11.68
Suid-Afrika	16.97	11.15
Nieu Zeeland	15.71	10.86
GEMIDDELD	36.94	21.04

*(Onttrek uit : International Electricity Prices, Issue 8, 1991)

BYLAE E

Tabel 9-2(a)
ENERGIE KONTROLELYS SOOS VAN TOEPASSING OP
UNIVERSITEITE EN TECHNIKONS

	Nagegaan	Verwys	Opmerkings
BELIGTING			
LM/vk meter			
Lumen/Watt			
Verdowing			
Halfskakeling			
Infrarooi beheer			
Sleutelkaart beheer			
Taakbeligting			
Dagliggebruik			
Hoë doeltreffendheidsbeligting			
Periodieke			
Afskerming			
Lugbesoedeling			
Verfkleure			
Onderhoud			
Hoogte van armature			
Weerkaatsings op videoskerms			

	Nagegaan	Verwys	Opmerkings
WARMWATER			
Hittepompe			
Deurvloeiervhitters			
Volumes			
Samestelling			
Skottelgoedwassers			
Toiletgebruik			
UOVS kamer/kombuisverhitting			
RAU koshuisverhitting			
Verbranders			
Pype in mure/vloere			
Insulasie			
Pype in warm dakruimtes			

Tabel 9-2(b)
ENERGIE KONTROLE LYS

	Nagegaan	Verwys	Opmerkings
VENTILASIE/LUGREËLING			
Gesondheidsoorweging			
Besoedeling			
Geografiese gebiede			
Verdampingsverkoeling			
Luginfiltrasie			
Humiditeit			
Lugomruilings			
Suurstofgehalte			
Koolsuurgasgehalte			
Lugtrekke			
Lugverspreiding			
Ruimte ventilasie			
Taakventilasie			
Hitte opberging			
Kouelug gebruik			
Hittepompe			
Afvalhitte			
Sentrale aanlegte			
Individuele aanlegte			
Quick			
Easy			
BSIMAC			
Nagspoeling			
Ysstoring			
Warmwater			
Hitte-absorberende ruite			
Insulasie in kanale			
Lugspoed			
Natuurlike ventilasie			
Voorverkoeling			
Betonkanale			
Insulasie			
Herverhitting			
Voorverhitting			
Temperatuur fluktuasie			
Dooiebandbeheer			

Tabel 9-2(c)
ENERGIE KONTROLE LYS

	Nagegaan	Verwys	Opmerkings
Venstergroottes			
Dubbel glasuring			
Kanaalgroottes			
Kanaalinsulasie			
Hersirkuleer van lug			
Positiewe druk			
Stoffiltrasie			
Warmwater			

GEBOUHULS	Nagegaan	Verwys	Opmerkings
Termies effektief			
Venstergrootte			
Natuurlike ventilasie			
Lugreëlingprogram			
Rigting			
Afskerming			
Ruittipes			
Natuurlike ventilasie			
Omgewingsafskerming			
Grondafskerming			
Hitte absorberende ruite			
Hitte weerkaatsende ruite			
Vloerbedekking			
Muurbedekking			
Plafonbedekking			
Vals plafonne			
Ventilasieskagte			
Ventilasie vloere			

METERS VIR ENERGIE	Nagegaan	Verwys	Opmerkings
kWhr meters			
kVA meters			
Gasgebruik			
Watermeters			
Warmwatergebruik			
Lugreëlinggebruik			
Ligtegebruik			

Tabel 9-2(d)
ENERGIE KONTROLE LYS

	Nagegaan	Verwys	Opmerking
Energie balansstaat			
Vooruitbetalingmeters			
Vergelyk lesings			
Identifiseer wangebruik			
Insentiewe			

ELEKTRISITEIT	Nagegaan	Verwys	Opmerkings
Arbreidsfaktor korrigerings			
Diversiteit			
Vragbeheer			
Tariewe			
Insentiewe			
Rekening verifiëring			
Kontroler verifiëring			
Dubbel stroombane			
No-Volt control			
Beskermdes stroombane			
Stadsraad rekening onderhandelings			
Verbruiksvergelyking			
Oorkapasiteit verliese			
No load losses			
Straatbeligting			
Kabelverliese			
Gebruiker betaal			
Kontinuiteit			
Energie doeltreffende motors			
Energie balansstaat			

DIE EFFEK VAN ONTWERP ALTERNATIEWES OP TERMIESE-ENERGIE EN LIGENERGIE WAARDES

Ontwerp alternatief		Geleiding	Konveksie	Stralling	LIGENERGIE
1	Grondabsorpsie - weerkaatsing	Geen	Geen	Verhoog stralingswins in winter	Verhoog as gevolg van weerkaatsing na binne
2	Bome vir skaduwee effek, slegs weste-kant om natuurlike lig nie te verminder nie	Geen	Verminder winter infiltrasie en hitteverlies	Verminder in somer en winter	Verminder natuurlike lig indringing
3	Grondophoping teen noord, oos, wes. Voorsien vogwering teen mure	Verminder winter-verlies, somer wins	Verminder infiltrasie verlies en winste	Verminder op bedekte mure	Geen
4	Plaas onder buite grondvlak. Vogwering in ondergrondse gedeeltes. Sterker mure om druk te weerstaan	Verminder winter-verlies en somer wins	Verminder infiltrasie verlies en winste	Verminder op bedekte mure en dakke	Verminder
5	Ondergrondse toevoer lugoppe/kanale. Moet in winter oopgemaak word. Reuke en vogprobleme	Geen	Verhoog verkoelde lug na binne	Geen	Geen
6	Binnehowe met dakligte Minder lugversorging, duurder konstruksie Groter oppervl, toepaslik waar dagligbeheer	Verminder Minder oppervlakte blootstelling	Verhoog somer ventilasie	Verhoog hoër hitte wins in winter	Verhoog natuurlike beligting
7	Ekonomiese gebouproporsies Lengte, breedte, hoogte keuse kan oppervlakte blootstelling verminder	Verminder/vermeerder volgens oppervlakte volume verhouding	Verminder/vermeerder Volgens noorde oppervl blootstelling	Verminder/vermeerder Volgens suide oppervl blootstelling	Verminder/vermeerder afhangende van oppervlakte volume verhoud
8	Oriëntasie van gebou Relatief tot windrigting en sonlig Dagligbeheer beïnvloed oriëntasie	Geen	Verminder/vermeerder Afhangende of bloot-gestel aan windrigting	Verminder/vermeerder Afhangende of bloot-gestel aan sonrigting	Verminder/vermeerder Afhangende of bloot-gestel aan sonrigting
9	Eksterne skadu afskerming Horisontale of vertikale skady afskerming	Verminder Deurdringing deur afskerming verminder	Geen	Verminder somerhitte wins	Vermeerder agv weerkaatsing vanaf bokant
10	Reklekteerders Weerkaats sonenergie op spesifieke gebou oppervlak om hitte te absorbeer	Geen	Geen	Vermeerder	Vermeerder
11	Insulasie in mure. Plaas insulasie naby buite oppervlakte	Verminder winter hitte verlies, vermeerder somerwins	Geen	Geen	Geen
12	Buitemuur kleure	Geen	Geen	Verminder/vermeerder afhangend van kleur	Gee

DIE EFFEK VAN ONTWERP ALTERNATIEWES OP TERMIESE-ENERGIE & LIGENERGIE WAARDES
 Tabel 4-7(a)

Tabel 4-7(b)
DIE EFFEK VAN ONTWERP ALTERNATIEWES OP TERMIESE -ENERGIE & LIGENERGIE WAARDES

13	Buitemuur afwerking	Verminder/vermeerder volgens skurfheid of gladheid van oppervlak	Verminder/vermeerder volgens skurfheid of gladheid van oppervlak	Verminder/vermeerder volgens skurfheid of gladheid van oppervlak	Geen
14	Vensters	Vermeerder met groter vensters	Vermeerder as gevolg van raam infiltrasie	Vermeerder as gevolg van groter vensters	Vermeerder as gevolg van groter vensters
15	Dubbel vensters en Driedubbel vensters	Verminder	Geen	Verminder	Verminder
16	Weerkaatsende glas vensters	Geen	Geen	Verminder	Verminder
17	Oopmaakbare vensters Kan lugversorging beïnvloed	Geen	Vermeerder ook infil-trasie verliese by rame	Geen	Geen
18	Dakklour	Vermeerder/verminder volgens kleur	Geen	Vermeerder/verminder volgens kleur	Geen
19	Daktuine en kweekhuise	Verminder deur dak	Verbeter	Verbeter agv absorpsie in kweekhuis	Geen in gebou, wel meer op plante
20	Dakligte	Vermeerder winter hitteverlies, vermeerder somerwins	Vermeerder	Vermeerder	
21	Dakinsulasie	Verminder hitte verliese en hitte winste	Geen	Geen	Geen
22	Dubbel dakke Spesifiek in vogtige warm klimaat veral in somer	Geen	Verbeter agv lugvloei tussen dakke	Verminder	Geen
23	Kelders Termiese stoorkapasiteit Lug vloei deur kelder	Geen	Verminder/vermeerder afhangende van temperatuur	Geen	Geen
24	Binneshuise kleure en oopplan ruimtes	Geen	Geen	Geen	Verbeter met ligter kleure
25	Nagafskerming van vensters Gordyne of blinders	Verminder winter nagtyd hitteverliese	Geen	Geen	Geen
26	Insulasie van pype Insulasie van warmwater- en stoompype	Verminder afhangende van insulasie dikte	Geen	Verminder	Geen

UNIFORMAT LEWESSIKLUS KOSTE ANALISE PROGRAM

KODE	TOEPASSINGSGEBIEDE	VERBANDHOUDENDE UITGAWES OOR LEWENSSIKLUS
01	FONDASIES	Inspeksies, herseël, herstel drooglegging
02	ONDERBOUSTRUKTUUR	Herstel, verf, herseël
03	HOOFSTRUKTUUR	Herstel, herseël, afwerking, skoonmaak
04	BUIE GEBOUHULS	Verf, vensters, skoonmaak, herseël, vervanging, seisoenale opknappings
05	DAKWERK	Oppervlak instandhouding, geute skoonmaak, voegskorte herstel, voeë herstel
06	BINNE AFWERKING	Skoonmaak, verf, vervanging van matte, plafonne vervang
07	VERVOERSISTEME	Bedryfspersoneel, energie uitgawes, lisensies, inspeksiekoste, dienskontrak, skoonmaak, verf
08	MEGANIES	Lugreëling/brandtoerusting instal, energie-koste, inspeksies, skoonmaak, vervang, verf
09	ELEKTRIES	Bedryfspersoneel, energiekoste, inspeksie, toets, instandhou, lampe vervang, vervanging
10	ALGEMEEN	Toesigkoste, opleiding, ontvangs, veiligheid, sekuriteit, vuilgoedverwydering, belasting, berging
11	TOERUSTING	Bedryfspersoneel, inspeksies, dienskontrakte, skoonmaak, herstel/vervanging, energiekoste
12	TERREINWERK	Terreine instandhouding, sekuriteit, skoonmaak, herstelwerk, vervanging, energiekoste

BRON : *Vertaal uit U S GENERAL SERVICES ADMINISTRATION*

UNIFORMAT LEWENSSIKLUS KOSTE ANALISE PROGRAM
Tabel

Tabel OORSIGTELIKE ENERGIE OPNAME LYS

Gebou _____ Gebruik _____ Kode _____	Terrein _____ Datum _____ Opname deur _____
--	---

ALGEMEEN

Gebou ligging _____	
Oriëntasie N,S,O,W? _____	
Afsterming buite _____	Daglig toeg. _____
Gebou hoogte _____	Lengte/breed _____
Aantal vloere _____	Oppervlak _____
Kelder J/N? _____	Gebruik vir _____
Dak tipe _____	Kleur _____
Tot buitemuur opp _____	Afwerking _____
Venster opp% _____	Plafon hoog _____
Gebruik/besetting tye _____	
Gebruik deur(instansies) _____	
Gebou opsigter voltyds? _____	

TOERUSTING

Lugreëling , ventilasie ? _____	Aantal ? _____
	Sentraal ? _____
	Tipe ? _____
Transformators ? _____	Aantal ? _____
	Grootte ? _____
Beligting tipe _____	Aantal ? _____
	Alternatiewe _____
Hysers , roltrappe ? _____	Aantal ? _____
Pompe byv.riool , water _____	Aantal ? _____
	Gebruik ? _____
Waterverwarmers _____	Aantal & kW _____
Kantoor toerust _____	Beskryf _____
Rekenaartoe rust _____	Aantal ? _____
Laboratorium toerust _____	Beskryf _____
Werkswinkels & masjiene _____	Beskryf _____
Energie meters besk J/N ? _____	Beskryf _____

ENERGIEAANWENDINGSG - VERLIESE & SWAK PRAKTYKE

Oop deure lesingsale? _____	Deursluiters J/N ? _____
Lugreëling perm aan? _____	Beskryf _____
Swak toemaak vensters _____	Beskryf _____
Ligintensiteit hoog? _____	Beskryf _____
Instandhouding ligte ? _____	Swak of Goed ? _____
Instandhouding lugreëling? _____	Swak of Goed ? _____
Hitte verliese ? _____	
Koue verliese ? _____	
Fasiliteite bly aan _____	
Groot fas klein gebruik _____	
Groot vensters _____	

VRAGBERAMINGS

Beraamde gebou vrag kVA _____	
Beraam arbeidsfaktor _____	
Beraam fasite gebruik _____	Periode/dag _____
Spitsvragvoorkomste _____	Periode/dag _____

ADMINISTRATIEF

Binne oppervlaktes _____	
Buite oppervlaktes _____	
Berekende ligte kW _____	
Toerusting kVA _____	
Elektriese rekenings _____	

KLASSIFIKASIE	Hoog = 1	Gemiddeld = 3	Laag = 5		Hoog = 1	Gemiddeld = 3	Laag = 5				
Energie:	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Verliese:	1	2	3	4	5	L/ree/vrag:	1	2	3	4	5
Prioriteit:	1	2	3	4	5	Ligte vrag:	1	2	3	4	5

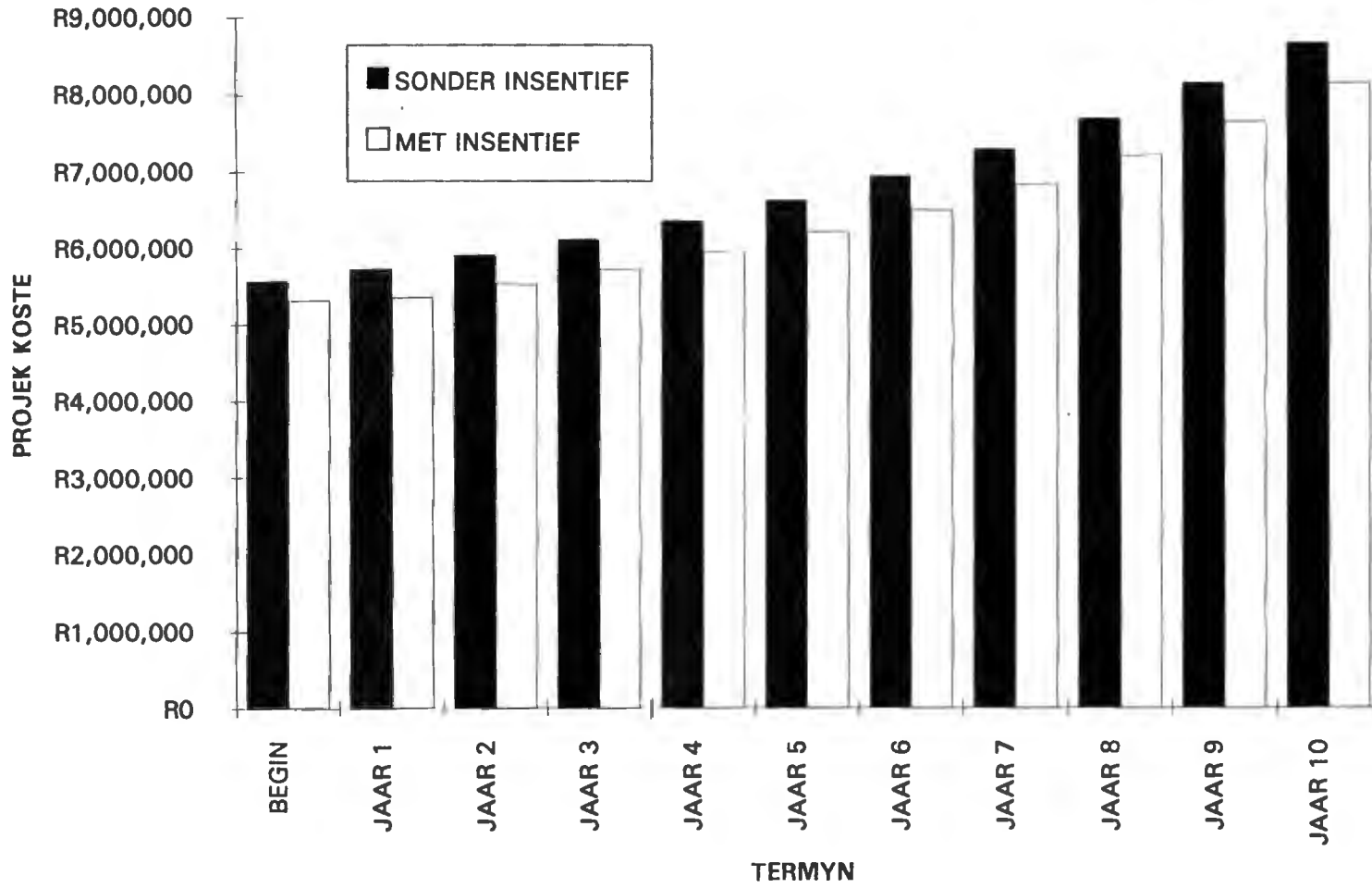
TOT.....

BYLAE F

VERGELYKING in VERGOEDINGSVOORSTELLE vir ENERGIE DOELTREFFENDE ONTWERP												
Argiteksofoie %			10									
Reedgew Ing Fooie %			7									
Dienste % van totale projek			30									
Energie koste /jaar aanvaardik			R20,000									
Projektoete aanvaardik			R5,000,000									
Toename in ontwerp vir energie doeltreffendheid %			15									
Afname in toerusting agv energie doeltreffendheid%			75									
Nuwe Energie koste/jaar agv energie doeltreff. ontwerp			R5,000									
Onderhoud van toerusting/jaar %			3									
Eskallasie %/jaar			14									
Vervangingsreserwe vir onderhoud /jaar %			10									
		BEGIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AANVANKLIKE PROJEK			JAAR 1	JAAR 2	JAAR 3	JAAR 4	JAAR 5	JAAR 6	JAAR 7	JAAR 8	JAAR 9	JAAR 10
Projektoete	R5,000,000											
Argiteksofool		R500,000										
Dienste waarde	R1,500,000											
Reedgewende Inge fool		R105,000										
Onderhoud			R51,300	R58,482	R68,889	R78,003	R86,844	R98,774	R112,802	R128,368	R148,338	R168,825
Energie			R22,800	R25,992	R29,831	R33,779	R38,508	R43,899	R50,045	R57,052	R65,039	R74,144
Vervangingsreserwe/jaar			R171,000	R194,940	R222,232	R253,344	R288,812	R329,246	R375,340	R427,888	R487,792	R556,083
TOTAAL												
Kapitaal	R5,000,000											
Foioie		R605,000										
Lopend			R245,100	R279,414	R318,532	R363,126	R413,964	R471,919	R537,988	R613,308	R699,169	R797,053
Progressiewe totaal	R5,000,000	R5,605,000	R5,850,100	R6,129,514	R6,448,046	R6,811,172	R7,225,137	R7,697,056	R8,235,043	R8,848,350	R9,547,518	R10,344,571
		BEGIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ENERGIE AANGEPASDE PROJEK			JAAR 1	JAAR 2	JAAR 3	JAAR 4	JAAR 5	JAAR 6	JAAR 7	JAAR 8	JAAR 9	JAAR 10
Projektoete	R4,400,000											
Argiteksofool		R552,500										
Dienste waarde	R375,000											
Reedgewende Inge fool totaal		R183,750										
Onderhoud			R12,825	R58,482	R68,889	R78,003	R86,844	R98,774	R112,802	R128,368	R148,338	R168,825
Energie			R5,700	R6,498	R7,408	R8,445	R9,627	R10,976	R12,511	R14,283	R16,260	R18,536
Vervangingsreserwe/jaar			R42,750	R194,940	R222,232	R253,344	R288,812	R329,246	R375,340	R427,888	R487,792	R556,083
TOTAAL												
Kapitaal	R4,400,000											
Foioie		R738,250										
Lopend			R81,275	R259,920	R298,309	R337,792	R385,083	R438,995	R500,454	R570,517	R650,390	R741,444
Progressiewe totaal	R4,400,000	R5,138,250	R5,197,525	R5,457,445	R5,753,754	R6,091,546	R6,478,629	R6,915,623	R7,416,077	R7,986,594	R8,636,984	R9,378,428
Finansiële verskil	R600,000	R488,750	R652,575	R672,069	R694,292	R719,827	R748,508	R781,432	R818,968	R861,755	R910,534	R968,143
VERSKIL % van AANVANKLIKE	12	9.375	13.0515	13.44138	13.8858432	14.3925312	14.9701556	15.6286474	16.379328	17.235104	18.2108985	19.32285492

Tabel 10-2
ONTWERP INSENTIEWE

ENERGIE EFFEKTIEWE ONTWERP INSENTIEF



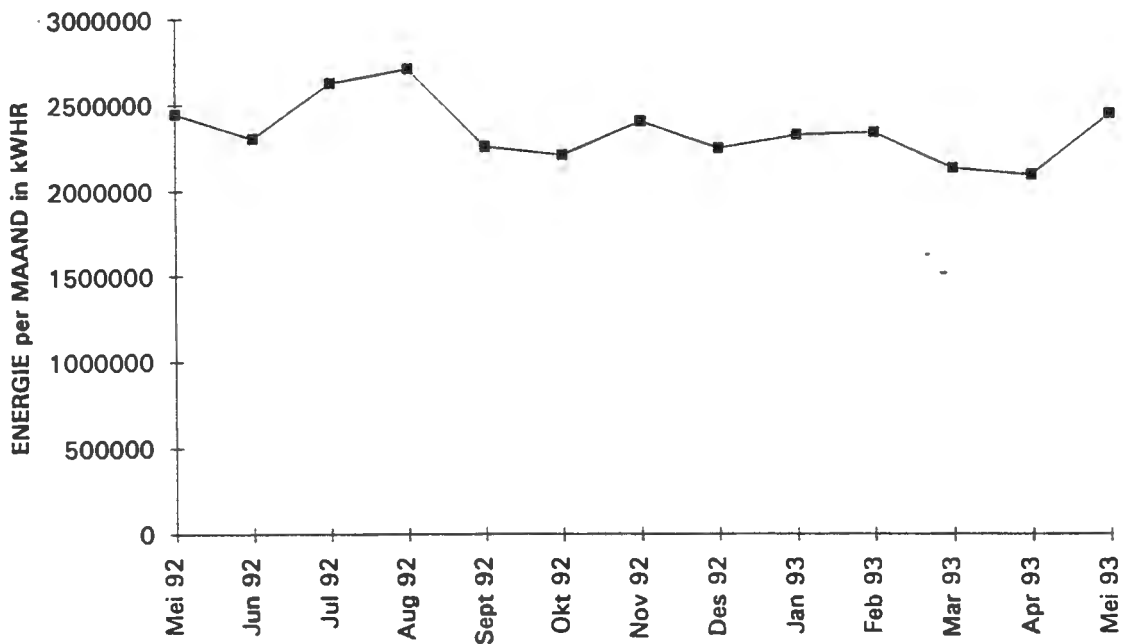
Grafiek 10-2
ONTWERP INSENTIEWE

BYLAE G

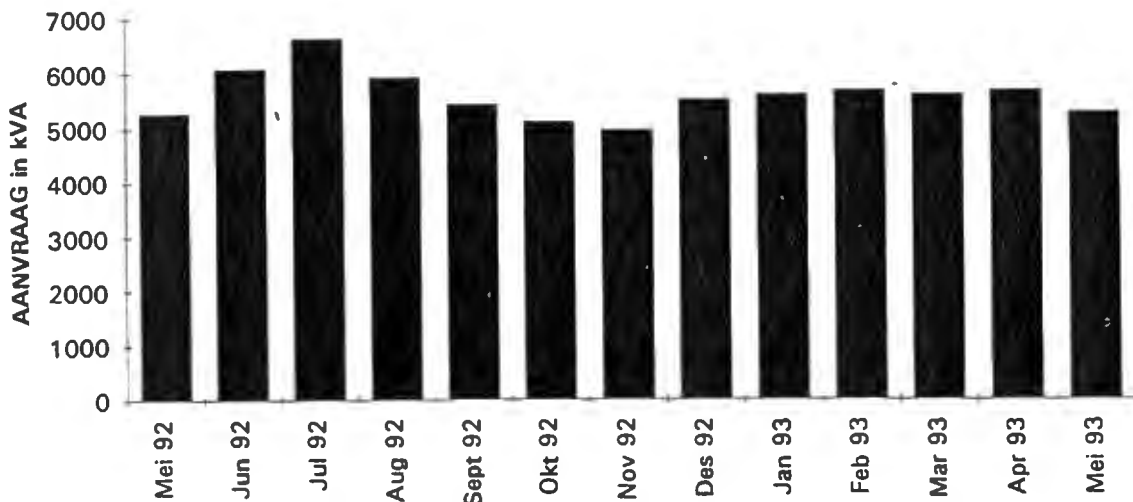
Tabel
UNIVERSITEIT van SUID-AFRIKA ENERGIE GEBRUIK MEI 92 tot MEI 93

MAAND	kVAR	kWHR	MAAND	kVAR	kWHR
Mei 92	5280	2445600	Des 92	5520	2243200
Jun 92	6080	2303200	Jan 93	5600	2324000
Jul 92	6640	2625600	Feb 93	5680	2335200
Aug 92	5920	2707200	Mar 93	5600	2128800
Sept 92	5440	2256800	Apr 93	5680	2092000
Okt 92	5120	2206400	Mei 93	4648	1958400
Nov 92	4960	2401600			

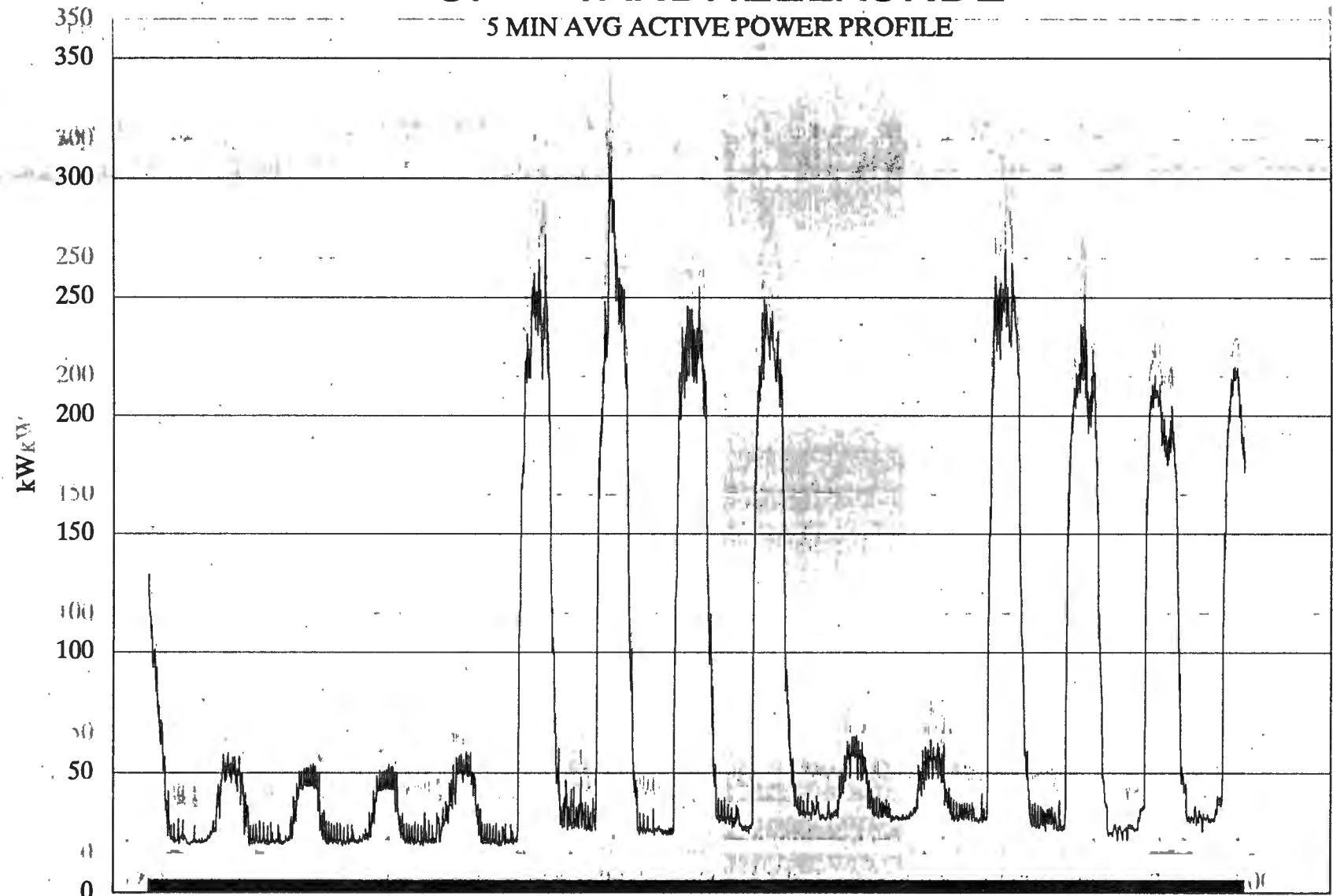
UNISA ENERGIE GEBRUIK per MAAND MEI 92 tot MEI 93



UNISA MAKS AANVRAAG MEI 92 tot MEI 93



5 MIN AVG ACTIVE POWER PROFILE

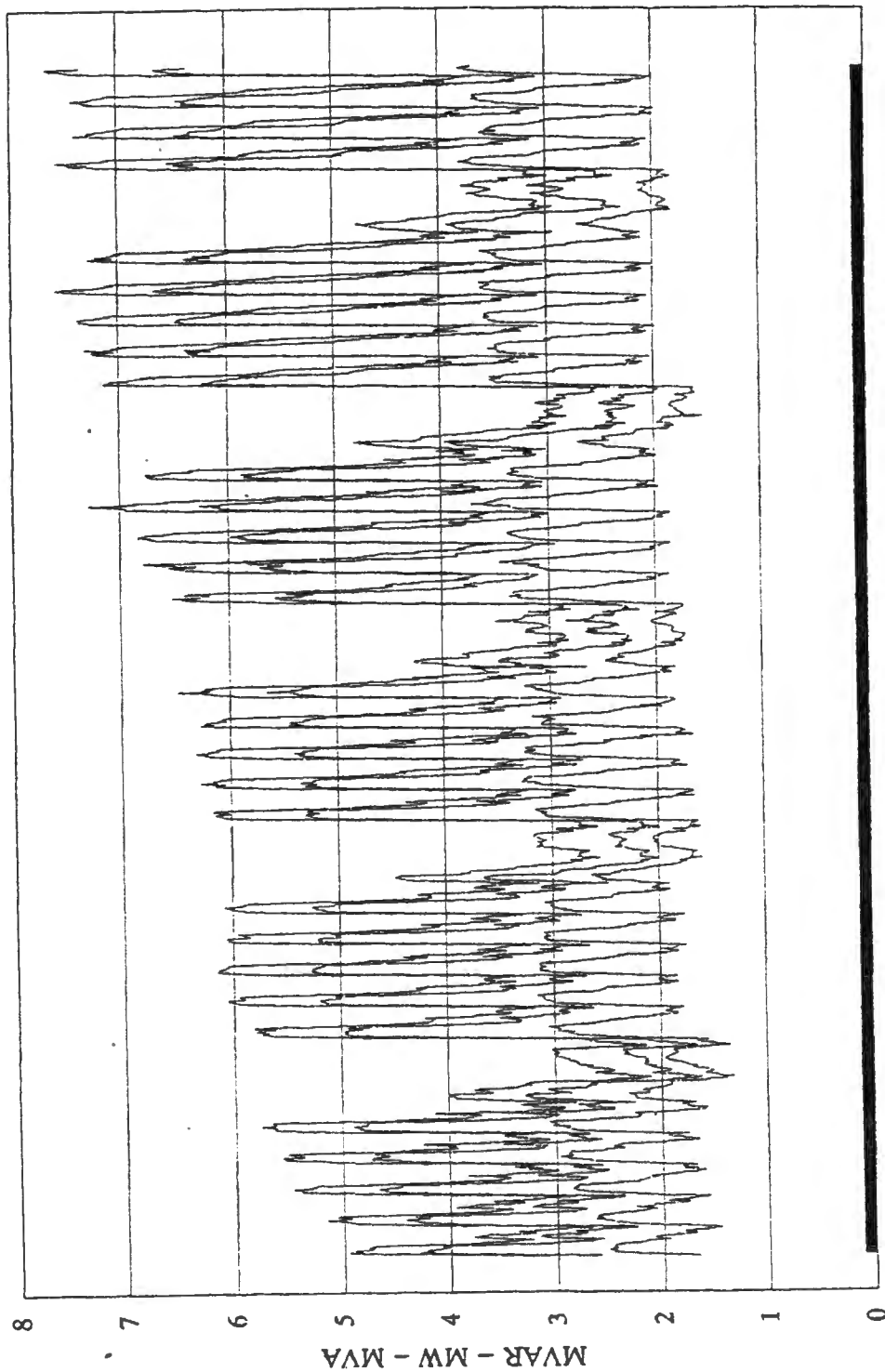


UNIVERSITEIT van PRETORIA TANDHEELKUNDE VRAAGPROFIELE

Tabel

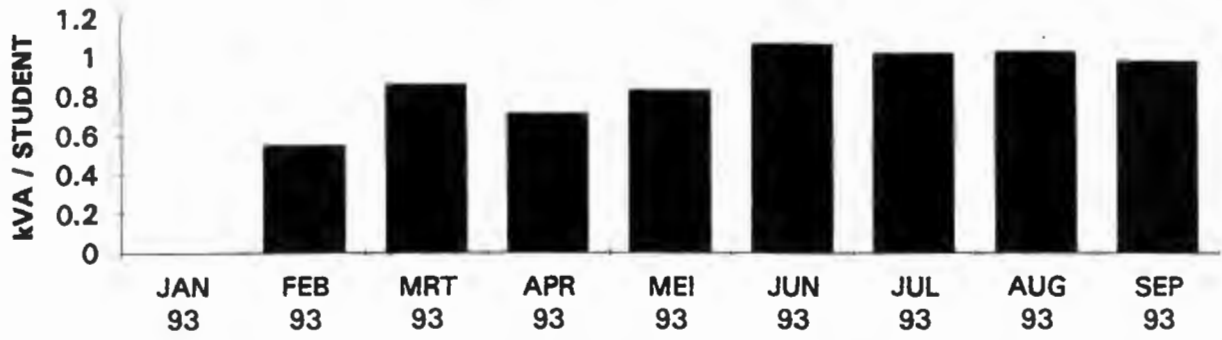
UNIVERSITEIT van PRETORIA HOOFSUBSTASIE VRAGPROFIELE

UNIVERSITY OF PRETORIA
LOAD PROFILES - MAIN SUBSTATION

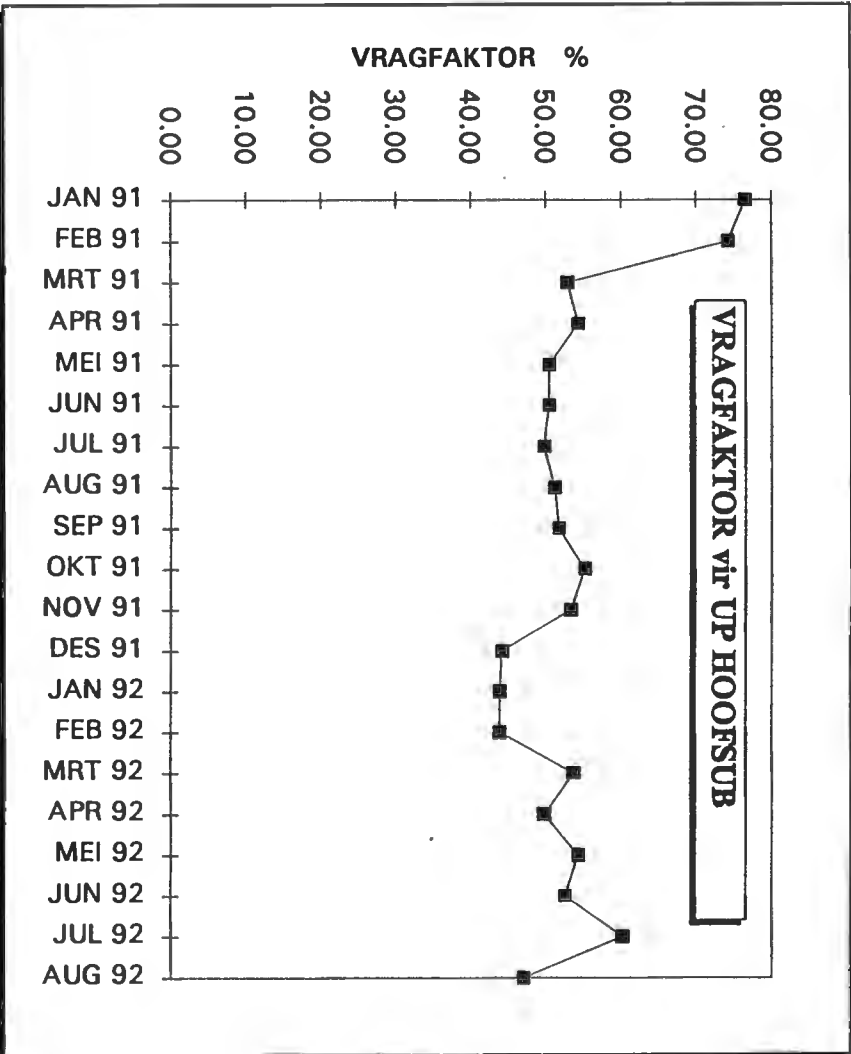


6 Jan 1992 to 13 Feb 1992

kVA AANVRAAG per STUDENT in KOSHUISE



VRAGFAKTOR VARIASIE VOLGENS TYD VAN JAAR



BYLAE H

TEGNIESE INLIGTING

Energie of "eenheid" = 1 kilo Watt-uur

BTE (Britse Termiese Eenheid) = hoeveelheid energie om die temperatuur van 1 pond water met 1°F te laat styg

1 Cal (Kalorie) = hoeveelheid energie om die temp van 1gm water met 1°C te laat styg

1 Joule = 1 Watt-sekonde energie

Uit hierdie basiese eenhede kan bewys word dat die hoeveelheid energie om 1 liter wat met 1°C te laat styg

= 0.001163 kWhr

= 4 BTE's

OMREKENINGSTABEL vir ENERGIE EENHEDE

EENHEID	OMSKEP NA-----> VERM met	BTE	kWHR	JOULE	KALORIE
BTE		1	.000293	1055	252
kWHR		3412	1	3600000	859824
JOULE		.000948	.00000028	1	.23884
KALORIE ^B		.00039683	.00000116	4.1869034	1

KALORIEWAARDES van ENERGIE BRONNE*

-ii- Bylae H

ENERGIE BRON	Joules/Kg	BTE/Kg
Swaar olie	40.14 x 10 ⁶ Joules/Kg	38057 BTE/Kg *)
Steenkool	25.4 x 10 ⁶ Joules	24076 BTE/Kg
Antrasiet	31.5 x 10 ⁶ Joules/Kg	29799 BTE/Kg
LP Gas	50 x 10 ⁶ Joules/Kg	47300 BTE/Kg
Diesel	42.8 x 10 ⁶ Joules/Kg	40489 BTE/Kg
Petrol	46.98 x 10 ⁶ Joules/Kg	44444 BTE/Kg
Waterstof	144.41 x 10 ⁶ Joules/Kg	136620 BTE/Kg

* Onttrek en saamgestel uit verskillende inligtingsbronne

AANBEVELING VIR TIPIESE BELIGTINGSTERKTE (SABS 0114,1973)

PLEK	WERK TIPE	VERLIGTINGSTERKTE LUX
		Lumen/vk Meter
Fabrieke		160
Gange/portale		100
Hysbakke	Hysbak	160
	Masjienkamer	500
Substasies		100
Toetskamers		400
Gereedskapkamers		800
Motorhawens	Herstelwerk	320
Pakhuse		200
Toilet		160
Trappe		160
Verfwinkels		320 - 500
Biblioteke		500
Kantore		160
Tekenkantore		800
Konferensiekamers		500
Winkels		160
	Woonhuise	
	Slaapkamers	160
	Kombuise	200
	Trappe	100

BYLAE I

- administratiewe dienste algemeen, finansies, personeel, ensovoorts
- rekenaar dienste met sentrale databeheer en ontsluitingsfasiliteite in die biblioteke - internasionaal verbinde netwerke
- restaurant dienste, voedseldienste
- akkommodasie dienste by koshuise, voedselvoorsiening deur kombuise
- sekuriteit en beskermingsdienste
- mediese dienste, insluitend gemeenskapsdienste soos klinieke, hospitaal dienste, tandheekkundige dienste
- hoë tegnologie navorsing dikwels op 'n langdurige, ononderbroke basis
- gerigte navorsing op versoek of op kontrak
- munisipale dienste byvoorbeeld voorsiening van water, elektrisiteit, riolering, paaie, verkeerbeheer en instandhouding daarvan
- industriële dienste soos gemeganiseerde werksinkels met gespesialiseerde masjinerie, dikwels hoë presisie vir navorsing
- vervoerdienste insluitend voertuigbeheer en -verhuring
- voorligtingsdienste, mediese- en regsclinieke
- evaluering en advies oor die verdienstelikheid van produkte en dienste wat nie ekonomies deur enige buite-instansie wat op wins-maksimalisering ingestel is, voorsien kan word nie byvoorbeeld spesifieke regsadvies, evaluering van produkte, tegnieke, instandhouding van terreine, geboue en dienste wat inskakel by 'n ingewikkelde akademiese program

DIENSURE: Algemeen administratief ± 7:30 tot 17:00

Akademies ± 7:30 tot 22:00

Koshuise 24 uur per dag

Biblioteekdienste ± 7:30 tot 23:00 na gelang van behoefte

Restaurante ± 7:30 tot 17:00

Skoonmaakdienste 22:00 tot 4:00

Navorsing 24 uur per dag

Herstel, onderhoud en sekuriteit 24 uur per dag

Rekenaardienste 24 uur per dag

Van die meer algemene verdere eiesoortige omstandighede is die volgende

- verskille in die afwerking, ouderdom en voorkoms van geboue en bruikbaarheid in 'n moderne milieu met moderne vereistes;
- unieke ontwerpe van geboue en dikwels moeilike aanpassing vir moderne of ander gebruik;
- verspreidheid van geboue oor groot geografiese gebied, publieke paaie wat deur kampusse mag gaan en so konsolidasie van fasiliteite en dienste en voordele wat daarmee gepaard gaan, beperk.
- gebrek aan kundige voorskrifte aan ontwerpers van fasiliteite oor lang periodes. 'n Langtermyn plan waarby praktiese ervaring ingesluit is, is nie altyd geredelik beskikbaar of word nie nougeset nagevolg of afgedwing nie
- relatiewe jong ouderdom van populasie (studente) wat dikwels 'n mate van onverantwoordelikheid teenoor duur fasiliteite openbaar of nie dieselfde begrip het vir die beperkings in befondsing nie
- praktiese beperking van diensure. Moontlik tot relatief laat saans, veral vir na-uurse- en nagraadse studente wat bedags werk

- verskillende elektriese vragprofile kom by verskillende gebruikerspunte voor. Omdat daar dikwels verskillende elektriese aansluitings is, word vir alle individuele maksimumaanvrae betaal, eerder as wat voordeel van diversiteit op enkeltoevoer ervaar word (sien ook Diversiteit in Deel 2)
- bewegingspatroon van akademiese populasie op die kampus kom in definitiewe spitse voor. Vir byvoorbeeld 10-15 minute vind omruiling na verskillende lesinglokale plaas waarna studente vir ongeveer 40 tot 45 minute in lesings is, daarna kom ruilings weer vir 10-15 minute voor en plaas hoë besetting op fasiliteite, veral hysers en roltrappe
- omdat die gebruiker van fasiliteite en dienste nie aanspreeklik gehou word vir koste nie, is daar ook geen verantwoordelikheid deur die gebruiker vir besparing deur byvoorbeeld afskakeling van ligte en lugreëling in lesingsale nie
- studente, veral in koshuise, gebruik meer luukse toerusting byvoorbeeldhaardroërs, verwarmers, klanksisteme, mikrogolfoonde, koelkaste, rekenaars en drukkers, waaiers, ketels, stryksters. Hierdie luukse items neem toe en verhoog die energie aanvraag aansienlik, dikwels veel hoër as waarvoor fasiliteite 30-40 jaar gelede beplan was. Waar etes nie meer by losiesgelde ingesluit is nie, is daar 'n toename in voedselvoorbereiding in kamers
- tydens oprigting van fasiliteite geskied daar feitlik sonder uitsondering afskaling van veral die "lekker-om-te-hê" fasiliteite waaronder dikwels die voorsiening van meetfasiliteite vir dienste soos water, gas, elektrisiteit, en word dit weggelaat. Individuele gebruik (of wangebruik) is nie meetbaar en gevolglik nie sigbaar nie. Trouens, 'n energie balansstaat kan nie opgestel word om swak gebruik of verliese te identifiseer nie.

FINANSIËLE BEHEER INISIATIEWE

- keuring van studente. Hieruit word die beter student verkry. Maksimum voordele uit die subsidie toewysing word behaal as studente hulle kursusse suksesvol aflê
- meer nagraadse studente, dit is hoër subsidie waarde studente en waarskynlik beter studente
- bevriësing van poste en salarisse. Norme moet bepaal word. Sekere funksies is vas en afskaling kan ineenstorting veroorsaak byvoorbeeld onderhoud van toerusting
- rasionalisering van funksies, kursusse en toerusting
- identifiseer hoë uitgawe kursusse en oorweeg versigtig die afskaling of uitskakeling daarvan (nie net finansiël oorwegings speel hier 'n rol nie maar ook politiek, beeld en missie)
- markontledings en toekomsprojeksies om tydige pro-aktiewe korrigerende aksies stelselmatig, volgens berekende projeksies, te implementeer
- implementeer produktiwiteitsverhogingsaksies
- benut gerekenariseerde ondersteuningshulpmiddels en verminder so personeel
- meganiseer en outomatiseer waar moontlik
- identifiseer diversifikasie moontlikhede en bepaal watter aksies die hoogste opbrengs sal oplewer
- evalueer personeel maar poog om lojaliteit te behou
- evalueer verwagte kostebesparings (of verhogings) in geval van privatisering van dienste. Daar is sekere spesialis dienste wat, weens verskillende redes, deur massa

- klein besetting van dikwels groot fasiliteite byvoorbeeld toetse op Saterdag in klein lokale en waarvoor sentrale lugreëling aangeskakel moet word - hoë loopkoste en vaste koste
- verspreidheid van akkommodasie lei daartoe dat alle dienste nie deur universiteit gelewer word nie byvoorbeeld elektrisiteit, water, riolering. Individuele ooreenkomste word gesluit met voorsieningsowerhede vir verskillende gedeeltes van die kampus, afhangend van geografiese ligging. By die Universiteit van Pretoria byvoorbeeld, skei twee hoof publieke paaie, Duncanstraat en Roperstraat, die kampus en mans-koshuisterrein. By Universiteit Kaapstad skei De Waalrylaan die boonste en onderste kampus. By Stellenbosch Universiteit skei 'n aantal publieke paaie die koshuisgeboue
- veelvuldige gebruikers van dieselfde fasiliteite lei daartoe dat niemand volle verantwoordelikheid aanvaar vir enige beheermaatreëls of besparingsmaatreëls nie
- duur ruimtes byvoorbeeld laboratoriums of elektron mikroskope wat vir relatief kort periodes gebruik word. Rasionalisasie en gediversifiseerde gebruik kan oorweeg word
- totale onderbesetting van akademiese ruimtes vir ongeveer vier maande per jaar tydens vakansies. Tans is die neiging om ruimtes te verhuur vir die periode vir kongresse, vakansie, ens. Dit bemoeilik en verhoog weer onderhoud
- die lewering van dienste deur plaaslike owerhede by 'n groot aantal meetpunte/toevoerpunte maak verifikasie van rekenings baie moeilik (sien latere besprekings in die verband)
- voormiddae, somer en winter, kom hoë besetting van alle fasiliteite voor. In die winter is dit die koudste periode van die dag en maksimum elektriese aanvraag kom dan vir lang periodes voor. Namiddae is daar 'n laer besetting van ruimtes en geboue is relatief warmer sodat maksimum elektriese energie aanvraag daal

- evalueer verwagte kostebesparings (of verhogings) in geval van privatisering van dienste. Daar is sekere spesialis dienste wat, weens verskillende redes, deur massa uitvoering met geskikte goedkoop arbeid of hoë meganisasie, buitekant goedkoper gedoen kan word
- oorweeg tydelike in plaas van permanente personeel en voorkom so die relatief duur byvoordele waarvoor universiteite en teknikons oor die jare bekendheid verwerf het. Byvoordele kan dikwels tussen 50% en 60% van nominalesalarisse beloop
- opleiding van personeel in meer koste-effektiewe hulpmiddels byvoorbeeld sekuriteitsbeheer deur kamera of ID-kaartbeheer van gebiede waar voltydse personeel op 24-uur basis benodig sou wees, outomatisering van fasiliteite, skakeling, toegangsbeheer outomatiseer, rekenaarondersteuning
- afstandsonderrig wat tans groot belangstelling geniet
- globale integrering van fasiliteite byvoorbeeld ID-kaarte kan selektiewe toegang verleen, biblioteek- en kafeteriafasiliteite gebruik, parkeringbeheer, registrasie- en eksamineringbeheer. Dit sal die langdurige gebruik van fasiliteite deur afgestudeerde studente en individue wat nie studente is nie, beperk en beheer
- rekenaarbeheer kan oorweeg word om lesingsfasiliteite, dit is ligte en lugreëling, te aktiveer wanneer nodig
- sentraliseer ten einde hoër besetting van duur fasiliteite te verseker byvoorbeeld werksinkels, laboratoriums, elektronmikroskope, dupliseer- en drukfasiliteite

BYLAE J

LUGREELING PRAKTIESE ONTWERP VOORSORGE

- voorkom dat geboue se fasades oos of wes wys. Indien geboue oos of wes moet wees, moet sonafskerming bokant of oor vensters voorsien word;
- oorhange oor vensters moet eenvoudig wees, onderhoudsvrye betonpanele is hoogs aanbeveelbaar. Suide fasade benodig geen afskerming nie;
- verdonkerde, getinte vensters is duur en laat nogtans groot persentasies hitte deur;
- dubbel- en drie dubbel glasing van vensters met moontlik die insluiting van 'n onaktiewe gas tussen in, kan ook oorweeg word;
- optimale gebou-oriëntasie wat aanbeveel word vir Suid-Afrika is N tot 15° Oos van Noord;
- in die Hoëveldgebied van Suid-Afrika, waar groot dag/nag temperatuur variasies voorkom, kan 'n relatiewe swaar geboustruktuur heelwat bydra om skielike temperatuur wisselinge te beperk, aangesien die struktuur neig om 'n gemiddelde temperatuur te handhaaf en nie onmiddelik te verander met buite temperatuur nie;
- kusgebiede met klein temperatuur variasies kan van geïnsuleerde relatief ligter strukture gebruik maak omdat die struktuur nie as "temperatuur vliegwiel" hoef te funksioneer nie;
- hou vensters relatief klein. Glas laat hitte geredelik deur asook klank ;
- vensters moet nie meer as 50% van muuropervlakte beslaan nie en verkieslik hoog, naby die dak oorhang, en verkieslik horisontaal gerangskik word sodat afskerming deur dakoorhang, effektief kan wees. Hierdie venster konfigurasie is ook bevorderlik vir natuurlike beligting;

LUGREËLING PRAKTIESE ONTWERP VOORSORGE

- weerkaatsende ruitglas of glas wat hitte deurlating beperk, neig om baie warm te word en groot hitte-opbouings vind onmiddellik binnekant die ruit plaas en kan die ruite selfs laat kraak
- in gebiede waar relatiewe lae natbol temperature voorkom (redelik droeë gebiede), kan verdampingsverkoeling redelik effektief wees;
- relatief hoë buitelug temperature vereis hoër volumes lug wat in gebou ingevoer moet word om geboutemperatuur af te bring. Groter volumes lug en gevolglik groter kapasiteit waaiers en kanale sal nodig wees. Die geboustruktuur, plafonruimtes en masjienkamer moet vir die fisiese grootte van apparaat toelaat;
- verdampingsverkoeling moet met omsigtigheid benader word en deeglike kennis moet geneem word van die aanbevelings soos in **Fig 3-1** vervat. Slegs binnelandse gebiede kan hiervoor oorweeg word. Omdat beide temperatuur en humiditeit die behaaglikheid vir gebruikers beïnvloed, lei die oormatige toevoeging van vog deur verdampingsverkoeling tot hoër humiditeit en verkoeling wat normaalweg ervaar word deur sweet van die vel plaasvind, is dus nie moontlik nie. Boonop is die instandhoudingskoste van verdampingsverkoeling relatief hoog as gevolg van die toekalking, roes, en algemene verwering en gevolglike onderhoud;
- verhitting van lug (veral in winter) veroorsaak dat lug droër raak en gevolglik moet humiditeit toegevoeg word. Die vog moet verkieslik alreeds in dampvorm wees, dit is, die latente hitte is reeds elders absorbeer anders sal die lug nog kouer raak as die latente hitte uit die lug onttrek word. Indien afval stoom of afval hitte beskikbaar is kan dit ekonomies wees anders is dit duur. Andersins is humidifikasie baie duur;

LUGREËLING PRAKTIESE ONTWERP VOORSORGE

- in geval van volle lugreëling lok minder as 7 lugomruilings per uur (ach = air changes per hour) kritiek uit van gebruikers veral as gevolg van benoudheid. In groot ouditoriums of waar baie persone teenwoordig is, kan vir tot 10 lugomruilings per uur ontwerp word om eweredige verspreiding van lug en temperatuur te verseker;
- ligarmature wat 'n lae persentasie lang golflengte uitstraal in die kamer of ruimte moet oorweeg word, aangesien lang golflengtes hitte genereer;
- meganiese ventilasie hou voordele in van vinnige toevoeging van suurstof en die verwydering van besoedelde lug. Dit is egter relatief duur, veral as die vars lug temperatuur aangepas moet word. Aan die Witwatersrand en die hoëveld, styg temperaure selde bo 28oC en die relatiewe humiditeit is gewoonlik 40-45%. Die gebruik van hierdie lug deur middel van natuurlike ventilasie in 'n goed ontwerpte gebou, kan die binne temperature op ongeveer 25-26oC handhaaf. In die somer is 24oC heeltemaal aanvaarbaar en hoef volle lugreëling nie geïnstalleer te word nie. Hoë stofgehalte en geraasvlakke in natuurlike lug mag die besluit beïnvloed;
- die plasing van lugreëlingapparaat kan die kapitaalkoste en bedryfskoste beïnvloed. Indien die apparaat naby die punt van gebruik is asook naby die onbesmette toevoerlugbron, kan kort lengtes, kleiner deursnit en lae spoed lugkanale, ontwerp word;
- korrek geplaasde geboue kan die grootte van lugreëling/ventilasie aansienlik beïnvloed, beide kapitaal sowel as bedryfskoste;
- ontwerp vir die gemiddelde behaaglikheidstoestande en nie vir maksimum toestande wat vir baie kort periodes van die jaar voorkom nie. Gebruik die 80/20 beginsel. Aan die Witwatersrand is Februarie gewoonlik die warmste maand.

LUGREËLING PRAKTIESE ONTWERP VOORSORGE

- enthalpiebeheer neem die humiditeitsgehalte en ook die gepaardgaande energieinhoud van die vogtige lug in berekening. Al sou buitelig laer temperature handhaaf maar nogtans hoë vog bevat, kan die totale energie hoër wees as die retoer lug wat moontlik 'n hoër temperatuur mag hê. Die afkoeling van vog in dampvorm mag die damp na vloeistof omskep met gepaardgaande latente hitte vrystelling;
- die ventilering van 'n gebou snags ("spoeling") in die somerseisoen hou die voordeel in dat die geboustruktuur "afgekoel" word en gevolglik meer hitte in die dagtyd kan absorbeer;
- maak gebruik van ekonomie-siklus deur buitelig te vermeng met sirkulerende lug voordat oorweging aan lugreëling geskenk word;
- verbreed die temperatuur lemiete en bespaar energie. In geval van buite lugtemperatuur van 28° C sal die verkoeling na 21° C ipv 22° C, tot 17% meer energie vereis (**Sherratt:1980**). Variasie in temperatuur lemiete van 2-3° C rondom optimum punt, sal aansienlik minder energie benodig as die temperatuurspeling 1 tot 2° C is.
- legionella, wat legioensiekte veroorsaak kom in warmwater teen temperature van ongeveer 37° C voor. Druppels water in lug soos wat gewoonlik by koeltorings voorkom, bevorder die oordraging van legionella. Sorg moet dus geneem word dat toevoerlug inlate nie naby koeltorings geplaas word nie. Temperature laer as 20° C en hoër as 46° C beperk die vorming van legionella.

·BYLAE K

VOORBEELDE van VENSTERAFSKERMING -I

Meegaande fotos toon verskeie ontwerpe en improviserings van veral vensterafskerming, sommige uiters effektief terwyl ander meer dekoratief as effektief is. Aan veral die suidekante van geboue is die oorhange hoofsaaklik dekoratief terwille van die algemene gebou simmetrie. In al drie situasies is die konstruksie koste van die afskermings relatief duur.



PU vir CHO
ADMINISTRASIEGEBOU

Afskerming van vensters deur eksterne V-vprnige beton, sny ongeveer 50% van venster oppervlakte weg. Geen sprake van uitsig na buite. Ventilasiie steeds moontlik deur vensters oop te maak. hittepenetrasiie minimaal

Baie effektiewe maar duur oorhang. Uitsig nie belemmer nie maar aangesien dit 'n biblioteek is, is uitsig nie ter sake nie. Enkelvensters waar studente in stilte studeer, omgewingsgeraas invloed minimaal terwyl terwyl ander gebou \pm 100m verder geen vensters in lesingsale het nie terwille van dieselfde omgewingsgeraas



UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
MERENSKY BIBLIOTEEK

VOORBEELDE van VENSTERAFSKERMING -ii



**UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
MADELIEF DAMESKOSHUIS**

Afskerming van vensters teen hitte penetrasie sonder dat uitsig beperk word. Studeerders slaap en studeer slegs in kamers - uitsig is derhalwe irrelevant. Aangesien hierdie die suidekant van die gebou is, is afskerming geheel en al onnodig en 'n baie duur konstruksie - totaal onnodig en nutteloos

BYLAE L

VOORBEELE van ARBEIDSAKTOR KORRIGERING

Die inligting vir 'n spesifieke geval, dit is lyn 5 op **Tabel 4-2**, is onttrek, simmuleer en bereken en weer in **Tabel 4-3** opgesom. Eers is 1000kW @ arbeidsfaktor wat wissel van 0.95 tot 0.6 veronderstel en die ooreenstemmende kVA bereken. Hierin kan duidelik gesien word dat as die AF 0.75 is, wat redelik algemeen is, 'n vrag van 1000kW nie minder as 1333 kVA tot gevolg het nie. As die AF verbeter word na 1, is die toegevoegde kVAR = 881 en die gevolg is 'n maandelikse besparing van R9990, bereken teen heersende tariewe (1994) van ongeveer R30 per kVA.

Die oorweging van arbeidsfaktor verbetering moet egter baseer word op dit wat ekonomies bekostigbaar en koste-effektief is. Die verbetering van die arbeidsfaktor na, sê 1, benodig relatief hoë kapitale koste vir toerusting en gevolglik 'n lang terugbetalingstydperk totdat die gelykbreekpunt bereik word. Gevolglik word die arbeidsfaktor dikwels nie na die ideale waarde van 1 verbeter nie maar eerder na sê 0.97 vanweë die aansienlik hoër koste van korrigeertoerusting en ook om 'n beperkte induktiewe vrag te behou om die waarde van kortsluitfoute te help verminder.

Drie basiese teikenkorreksies is simmuleer en die resultate in **Grafiek 4-3** aangetoon, naamlik

verbeter AF vanaf huidige posisie na Af = 1, AF = .99, AF = .96

Tabel 4-2

ARBEIDSAKTOR VERBETERING - EKONOMIESE OORWEGING

LYN	KVA	FAKTOR FLUID	WENDELUKE	KVAR	KVA KOSTE	FAKTOR PERSENT	KVAE	KVAE	KVAR	TOESLAG	BEHOEFSE-SPORING KVA JAR	ONDERHOUD UITTOEGE PER MAAND	KAPITALE KOSTE VAN KVAR	GEVYKBEEK MAANDE
1	1053	0.85	1000	328	31.580	1	1000	0	328		1.580	33	32.800	20
2	1111	0.8	1000	484	33.330	1	1000	0	484		3.330	48	48.400	14
3	1178	0.85	1000	618	35.280	1	1000	0	618		5.280	62	61.800	11
4	1250	0.8	1000	750	37.500	1	1000	0	750		7.500	75	75.000	8
5	1333	0.75	1000	881	39.890	1	1000	0	881		9.890	88	88.100	8
6	1428	0.7	1000	1020	42.870	1	1000	0	1020		12.870	102	102.000	7
7	1538	0.65	1000	1168	48.140	1	1000	0	1168		18.140	117	118.800	7
8	1687	0.6	1000	1333	50.010	1	1000	0	1333		20.010	133	133.300	6
9	847	0.85	800	784	28.410	0.88	808	127	187		1.140	17	18.700	14
10	1000	0.8	800	435	30.000	0.89	808	127	308		2.730	31	30.800	11
11	1058	0.85	800	558	31.770	0.88	808	127	431		4.500	43	43.100	8
12	1125	0.8	800	675	33.750	0.88	808	127	548		6.480	55	54.800	8
13	1200	0.75	800	783	36.000	0.88	808	127	688		8.730	67	68.800	7
14	1288	0.7	800	818	38.880	0.88	808	127	781		11.310	78	78.100	6
15	1385	0.65	800	1052	41.500	0.88	808	127	925		14.280	83	82.500	6
16	1500	0.6	800	1200	45.000	0.88	808	127	1073		17.730	107	107.300	6
17	788	0.85	750	744	23.070	0.87	773	187	57		480	6	5.700	11
18	833	0.8	750	382	24.880	0.87	773	187	175		1.800	18	17.500	8
19	882	0.85	750	484	28.480	0.87	773	187	277		3.270	28	27.700	8
20	938	0.8	750	583	28.140	0.87	773	187	378		4.850	38	37.800	7
21	1000	0.75	750	681	30.000	0.87	773	187	474		6.810	47	47.400	6
22	1071	0.7	750	784	32.130	0.87	773	187	577		8.840	58	57.700	6
23	1154	0.65	750	877	34.870	0.87	773	187	680		11.430	68	68.000	6
24	1250	0.6	750	1000	37.500	0.87	773	187	813		14.310	81	81.300	5
25	1000	0.85	850	312	30.000	0.86	888	274	38		430	4	3.800	11
26	1000	0.8	800	435	30.000	0.86	847	250	175		1.880	18	17.500	8
27	1000	0.85	850	528	30.000	0.86	885	248	280		3.450	28	28.000	8
28	1000	0.8	800	600	30.000	0.86	833	232	388		5.010	37	38.800	7
29	1000	0.75	750	681	30.000	0.86	781	217	444		6.670	44	44.400	6
30	1000	0.7	700	714	30.000	0.86	728	203	511		8.130	51	51.100	6
31	1000	0.65	650	758	30.000	0.86	677	188	570		8.680	57	57.000	5
32	1000	0.6	600	800	30.000	0.86	625	175	625		11.250	63	62.500	5

TOETSGEVAL

Tabel 4-3

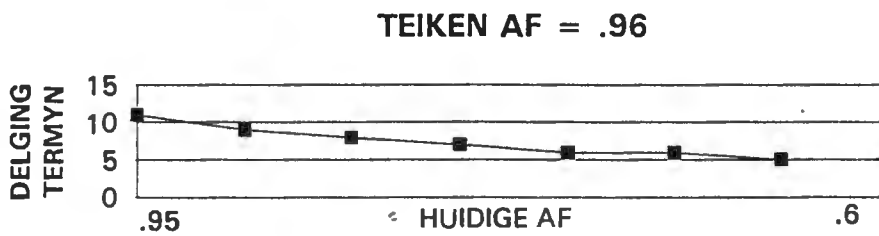
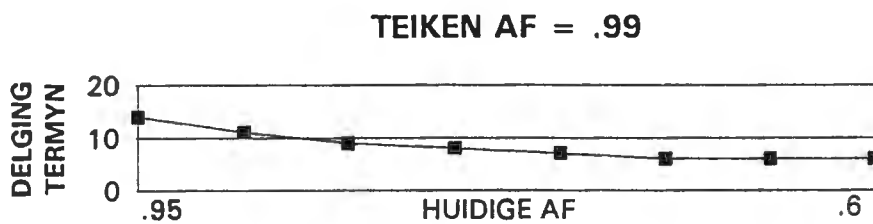
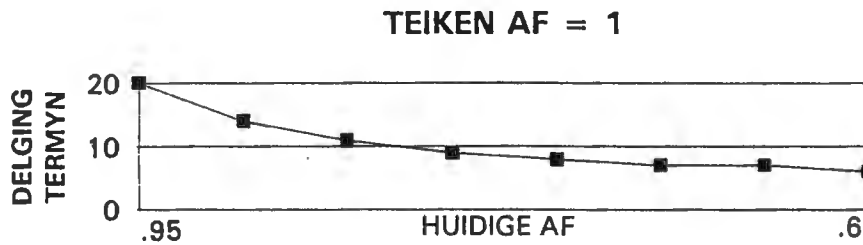
**SAAMGEVATTE ARBEIDSFAKTOR
VERBETERINGSIMMULASIES**

WAARDE	KOLOM	RY	OPMERKINGS
kVA huidig 1333	1	5	
AF huidig 0.75	2	5	
kW huidig 1000	3	5	
kVAR huidig 881	4	5	
kVA koste huidig R39990	5	5	
AF teiken 1	6	5	
kVA teiken 1000	7	5	
kVAR teiken 0	8	5	
kVAR toegevoeg 881	9	5	
kVA besparing 333	1-7	5	
Besparing agv kVA 9990	10	5	333 x R30
Onderhoud van toegev kVAR 88	11	5	Arbitrêre syfer
Kapitale delging 8810	12	5	Arbitrêre syfer
Delging periode maande			

Grafieke 4-3(a) tot 4-3(c) moet saam met **Tabelle 4-2 & 4-3** gelees word.

In die voorstelling word die ekonomiese effek van die verbetering van bestaande arbeidsfaktor na teiken arbeidsfaktore van 1, 0.99, en 0.96. Die ooreenstemmende ekonomiese gelykbreekpunt of delgingstermyn is 20, 12, en 10 maande onderskeidelik. Die klein verbetering vanaf 0,95 tot 1.0 maak 'n verskil van 8 maande. Vir hierdie rede word arbeidsfaktor verbetering in die praktyk, soos reeds aangedui, dikwels nie tot by 1.00 gedoen nie. Die teiken verbeteringswaarde moet ekonomies bereken word en nie tot 1.00 verbeter word nie. Indien die arbeidsfaktor van 0.6 na 1.0 verbeter word, is die delgingstermyn slegs 8 maande. Dieselfde geld vir die ander waardes.

Grafieke 4-3 (a) tot 4-3(c)
Arbeidsfaktor korrigerende simulasie --
Delgingstermyne volgens verskillende teikenwaardes van AF



Grafiek 4-3a (Kolom 13, lyn 1)

As die arbeidsfaktor vanaf 'n huidige 0.95 (kolom 2, lyn 1) na 1 (kolom 6, lyn 1) verbeter word, is twintig maande nodig vir besparings om die kapitale- en onderhoudskoste te delg.

Die beraamde onderhoudskoste en kapitale koste (kolomme 11 en 12) is proporsioneel baseer op die waarde van toegevoegde kVAR ter verbetering van die arbeidsfaktor (kolom 9).

Die geprojekteerde bedryfsbesparing (kolom 10) word baseer op die heffing wat gekoppel word aan die kVA (ongeveer R30) en wel op die verskil tussen kolomme 7 en 5.

Om die swak AF van 0.6 (kolom 2 lyn 32) na 0.96 (kolom 6 lyn 32) te verbeter het 'n delgingstermyn of gelykbreekpunt van 5 maande (kolom 13 lyn 32) terwyl waar die huidige AF alreeds aansienlik beter is naamlik 0.95 (kolom 2 lyn 25) en waar dit na 0.96 (kolom 6 lyn 25) verbeter word, die gelykbreekpunt 11 maande is (kolom 13 ry 25). Die skynbare teenstrydigheid lê in die vergelyking van die besparings (kolom 10) en die koste (kolom 11 en 12) in die twee gevalle.

Hierdie feit moet deeglik in berekening gebring word wanneer arbeidsfaktor berekenings beoog word. In praktyk moet die arbitrêre waardes in kolomme 11 en 12 baie noukeurig en realisties bepaal of bereken word om enige teleurstelling ten opsigte van die delgingstermyn uit te skakel.

Die bepaling van 'n volledige vragprofiel teen tyd vir 'n verteenwoordigende termyn kan, in geval van universiteite en teknikons, vanweë populasie/ seisoensiklusse wat ingesluit moet word, 'n jaar of langer duur. Parameters wat teen tyd as basis gemeet behoort te word voordat korrigering oorweeg word, is:

Aktiewe drywing, Skyndrywing , Maks aanvraag, Arbeidsfaktor, Spanning, Stroom, en Energie

BYLAE M

VERGELYKING van ELEKTRIESE TARIIEWE

In die twee berekeningsimulasies is die arbeidsfaktor verander tussen 0.95 en 0.8 terwyl die lasfaktor ook verander is tussen 60% en 75%. Lasfaktor gee 'n meting van hoe konstant die energiegebruik gehandhaaf word relatief tot die maksimum aanvraag.

In die vergelyking is die energiekoste verreken deur die kVA-koste ook in berekening te bring. Die voorlaaste kolom gee 'n verhouding van energie-koste tot kVA-koste, 'n faktor wat dikwels buite rekening gelaat word. Die laaste kolom toon aan dat die kVA-koste dikwels meer as 50% van die totale rekening is.

Die resultate van **Tabel 5-2(a)** word grafies in **Grafiek 5-3** aangetoon.

Tabel 5-2(a)

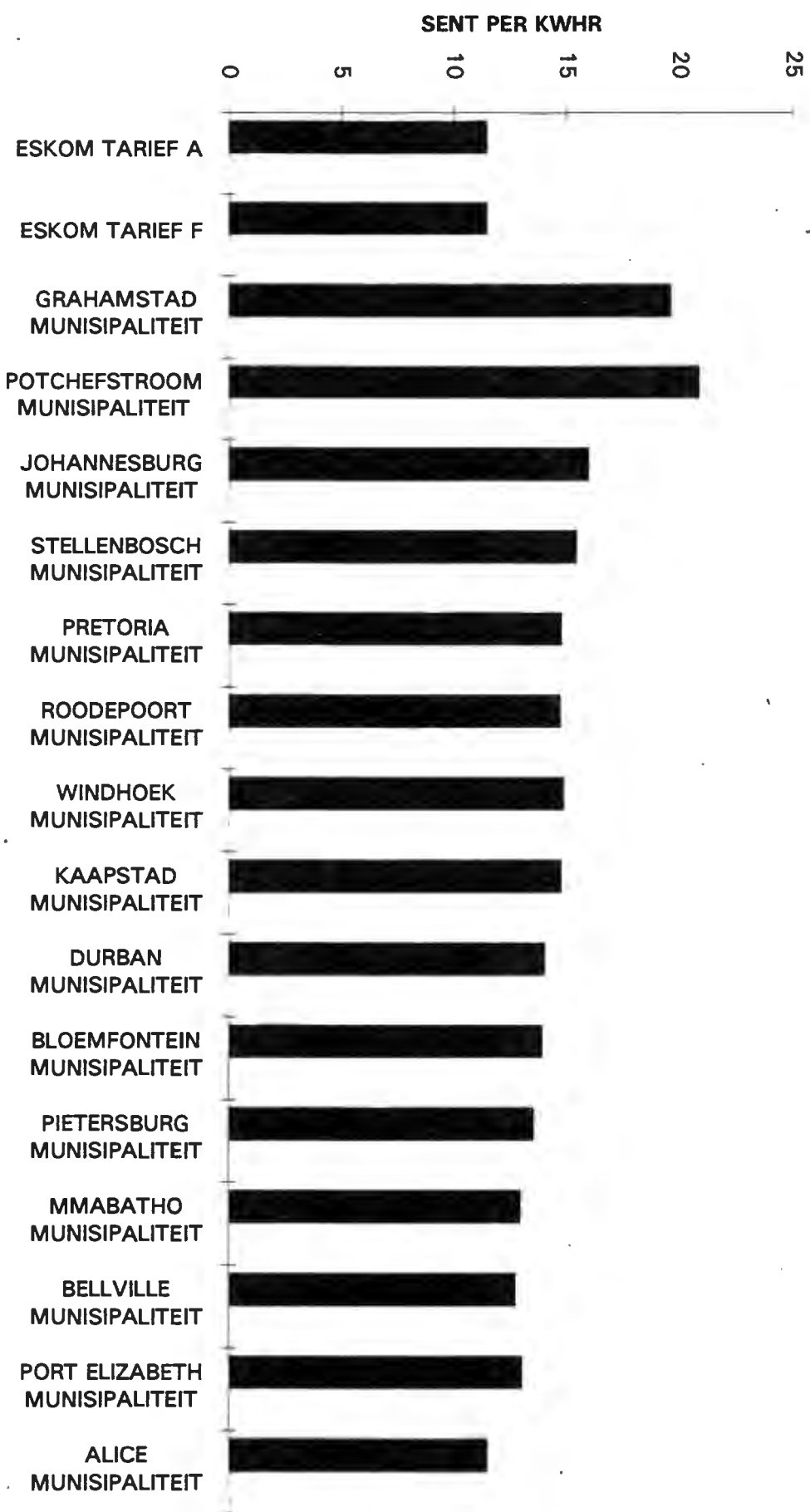
VERGELYKING VAN TARIEWE VIR SPESIFIEKE VRAG(8000 kW) met VERANDERLIKES LF = 60% & AF = .95

	LF.% = 60		A.F.= 0.95		kW= 8000					
ENERGIE LEWERANSIER	LAS kW	Arbeids Faktor A.F.	LAS kVA	Las Faktor LF.	Energie kWhR	Totaal Energie Koste	ENERGIE TOTALE KOSTE	KOSTE sent/Kwhr	KVA VERHOUD kWhR : kVA	KOSTE AS % VAN TOTAAL
ESKOM TARIEF A	8000	0.95	8421	60	3571200	R177,845	R396,481	11.1	0.814	55.11
ESKOM TARIEF F	8000	0.95	8421	60	3571200	R177,845	R396,481	11.1	0.814	55.11
GRAHAMSTAD MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R311,122	R679,793	19.04	0.844	54.23
POTCHEFSTROOM MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R459,182	R699,877	19.6	1.908	34.39
JOHANNESBURG MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R244,984	R553,015	15.49	0.795	55.7
STELLENBOSCH MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R264,690	R535,357	14.99	0.978	50.56
PRETORIA MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R222,485	R511,776	14.33	0.77	56.49
WINDHOEK MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R352,834	R521,001	14.59	2.098	32.28
DURBAN MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R223,950	R485,943	13.61	0.855	53.91
KAAPSTAD MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R292,838	R486,436	13.62	1.513	39.8
PRETORIA-NOORD MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R203,558	R472,187	13.22	0.758	56.89
BLOEMFONTEIN MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R241,056	R459,672	12.87	1.103	47.54
PORT ELIZABETH MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R322,479	R456,608	12.79	2.404	29.38
PIETERSBURG MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R188,559	R425,561	11.92	0.796	55.66
MMABATHO MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R188,559	R410,355	11.49	0.85	54.04
BELLVILLE MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R179,452	R399,913	11.2	0.814	55.13
ALICE MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R177,835	R396,471	11.1	0.814	55.12
OOS-LONDON MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R0				
ROODEPOORT MUNISIPALITEIT	8000	0.95	8421	60	3571200	R0				

Tabel 5-2(b)

VERGELYKING VAN TARIEWE VIR SPESIFIEKE VRAG(8000 kW) met VERANDERLIKES LF = 75% & AF = .80

	LF.% = 75	AF.= 0.8	kW= 8000							
	Arbeids	Las	Las	Las	Totaal	ENERGIE	KOSTE	KVA	KOSTE	
ENERGIE LEWERANSIER	LAS Faktor kW	Faktor A.F.	LAS kVA	Faktor LF.	Energie kWhr	TOTALE KOSTE	sent/Kwhr	VERHOUD kWhr : kVA	AS % VAN TOTAAL	
ESKOM TARIEF A	8000	0.8	10000	75	4464000	R222,307	R481,916	10.8	0.857	53.85
ESKOM TARIEF F	8000	0.8	10000	75	4464000	R222,307	R481,916	10.8	0.857	53.85
GRAHAMSTAD MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R388,903	R826,703	18.52	0.888	52.96
POTCHEFSTROOM MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R563,640	R849,460	19.03	1.972	33.64
JOHANNESBURG MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R306,230	R672,014	15.05	0.837	54.43
STELLENBOSCH MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R330,862	R652,282	14.61	1.029	49.28
PRETORIA MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R278,107	R621,607	13.92	0.81	55.23
WINDHOEK MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R441,043	R640,743	14.35	2.209	31.17
DURBAN MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R279,937	R591,055	13.24	0.9	52.64
KAAPSTAD MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R366,047	R595,947	13.35	1.592	38.58
PRETORIA-NOORD MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R254,448	R573,448	12.85	0.798	55.63
BLOEMFONTEIN MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R301,320	R560,910	12.57	1.161	46.26
PORT ELIZABETH MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R403,099	R562,379	12.6	2.531	28.32
PIETERSBURG MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R235,699	R517,118	11.58	0.838	54.4
MMABATHO MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R235,699	R499,076	11.18	0.895	52.77
BELLVILLE MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R224,316	R486,116	10.89	0.857	53.86
ALICE MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000	R222,293	R481,902	10.8	0.857	53.85
OOS-LONDON MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000					
ROODEPOORT MUNISIPALITEIT	8000	0.8	10000	75	4464000					



ENERGIE TARIEFTE VOLGENS LEWERSANSIER

VERSKEIDENE LEWERSANSIERS SE ENERJIE TARIEFTE

Grafiek 5-3

BRONNELYS

BRONNELYS

- ACKERMAN, U. Energy Management in a Portfolio of Public Sector Buildings.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy
(13 p.) Artikel.
- ANDERSON CONSULTING, Trends in Information Technology. Anderson Consulting
(146 p.) Boek.
- ANDERSON CONSULTING PRETORIA Rethinking the Organization - Strategies of
Leadership. Anderson Consulting
(16 p) Artikel.
- ANDERSON DEBARTOLO, Budgeting for Energy Efficient Capital Projects.
(200 p.) Artikel.
- ANDERSON, Dr R B. Elektron - Electricity and the Government's Energy Vision.
Electron Magazine
(12 p.) Artikel.
- ANDERSON, J J R. Commercial Electricity End-Use Components.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy
(13 p.) Artikel.
- APPA CRITICAL ISSUES IN FACILITIES MANUAL. Capital Renewal and Deferred
Maintenance.
Appa
(191 p.) Boek.
- APPA ENERGY TASK FORCE ACE. The College and University Energy Management
Workbook.
Appa
(48 p.) Boek.
- ASHRAE. Ashrae Handbook 1991.
Ashrae 1991
(300 p.) Boek.
- ASHARAE ATLANTA. Ashrae : Energy Efficient Design of New Buildings except Low-
Rise Buildings.
Ashrae Atlanta 1989
(155 p.) Boek.
- ATKINSON, R & WALKER, V P. Systematic Techniques for Achieving Effective Energy
Utilization.
S A Association of Consulting Engineers 1983
(19 p.) Artikel.

- AUDIT COMMISSION OF LOCAL AUTHORITIES. Saving Energy in Local Government Buildings.
Her Majesty's Stationers 1985 :London
(82 p.) Artikel.
- BAKER-DULY, H C & RAMSDEN, R & MACKAY. Water Systems Management and the Implications on Energy Use.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy
1992 (11 p.) Artikel.
- BAKKER, B. The Principles of Lighting. Lascon Lighting
(74p) Artikel.
- BARRIE, J. The Carlton Centre - Energy Consumption and Conservation.
SBL Unisa 1987
(23 p.) Artikel.
- BASS, B M & RYTERBAND, C. Organizational Psychology,
Second Edition. Allyn & Bacon Inc
Boston/London/Sydney/Toronto 1979
(563p)Boek.
- BASS, B M & RYTERBAND, E C. Organizational Psychology.
Allyn and Bacon 1979
(562 p.) Boek.
- BASSON, Dr D E. Energy Utilization and Control in South African Universities.
Enerconomy '92 1992
(12 p.) Artikel.
- BASSON, Dr D E. A University Campus.
WNNR Seminaar Energiebewaring in Sakegeboue 1979
(10 p.) Artikel.
- BASSON, J A. The Efficient Use of Energy in the Industrial, Mining and Commercial Sectors in South Africa.
WNNR Seminaar Energiebewaring in Sakegeboue 1992
(15 p.) Artikel.
- BASSON, J A & HOLM, D. Sanlam Plaza - Example of Excellence in Energy Efficiency.
National Building Research Institute 1985
(5 p.) Artikel.
- BEUTE, Dr N, RICHARDS, Dr P, HOLM, Dr D, MATHEWS. Synthesis of National Energy Efficiency Education.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(10 p.) Simposium.

BHAGAVAN, M R, BAGUANT, J, TEFERRA, M, MOHAPEL. Energy Management in Africa.
Zedbookz 1992
(180 p.) Boek.

BIRRER, W A. Energy Effective Architectural Design.
SAIEE Symposium 1992
(14 p.) Artikel.

BIRRER, W A. Creating the Urban Habitat - Places that work.
(5 p.) Artikel.

BIRRER, W A. The Design of Economical Energy Efficient Buildings.
(11 p.) Artikel.

BIRRER, W A. Design Concept.
Supplement to PBD Sept/Oct 1988
(6 p) Artikel

BIRRER, W A & BARROW, M W. The Energy Performance and Design of Hightech or Intelligent Buildings.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(12 p.) Artikel.

BJORK, Dr C O. Successful Demandside Management in Sweden.
Enerconomy '93 SA Institute of Energy 1993
(14 p.) Simposium.

BLAINE, D C. Field Data on Energy Consumption and Maintenance in Commercial Buildings.
Enerconomy '93 SA Institute of Energy 1993 (7 p.)
Simposium.

BROWN, R J & YANUCK, R R. Life Cycle Costing - a Practical Guide for Energy Managers.
The Fairmont Press 1980
(299 p.) Boek.

CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. Energy Efficiency Design Guide for California Detention Facilities.
California Energy Commission 1990
(92 p.) Tydskrif.

CAMPBELL, J & KLEINER, B H. Technical Note : How to increase Organizational Innovation.
Inst Journal of Materials & Products Technology 1992
(7 p.) Artikel.

CAWOOD, W N. Solar Energy in Buildings.
SBL Unisa April 1978
(22 p.) Artikel.

- CENTRE FOR EXPERIMENTAL & NUMERICAL. Quick Thermal Analysis Program.
Dept Meganiese Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria 1990
(115 p.) Program.
- CHAULIAGUET, C & BARATSABAL, P B A. Solar Energy in Buildings.
John Wiley & Sons 1979
(174 p.) Boek.
- CLEMITSON, C J. Benefits of Energy Conservation - A Building Owner's Experience.
SAIEE Symposium 12 Maart 1992
(5 p.) Artikel.
- CLEMITSON, C J & BIRRER, W A. A Corporate Landlord's Approach to Energy
Conservation.
Enerconomy '93 SA Institute of Energy 1993
(6 p.) Simposium.
- COETZEE, Prof L D. Management to Resistance to Change. NSB - PU vir CHO
(17 p.) Artikel.
- COOPER, R & KAPLAN, S. Profit priorities from Activity-Based Costing
Harvard Business Review, May-June 1991
(6p) Artikel
- CORREIA, C, FLYNN, D & ULIANA, E. Finansiële Bestuur.
Juta & Kie Beperk 1990
(750 p.) Boek.
- CRISP, V H C. Lighting Controls to save Energy.
International Lighting Review.
Artikel
- CROWLEY, J C & DONOGHUE, J P. The Energy Efficient Partnership
General Foods and Boston Edison Company.
(5 p.) Artikel.
- DAVIES, I C. Efficient Buildings - An Engineer's Viewpoint.
SAIEE Symposium 12 Maart 1992
(8 p.) Artikel.
- DE WINTER, F & COX, M. Sun, Mankind's Future Source of Energy
Volume 3.
Pergamon Press 1978
(2182 p.) Boek.
- DEBBAN, G D & KAYA, A. An integrated Energy Management System for Plant and
HVAC Facilities.
Bowker 11th World Energy Congress 1988
(6 p.) Artikel.

- DEMBECKI, J. Reducing your Electricity Costs.
Emas Booklet 3
(28 p.) Artikel
- DOPPEGIETER, Prof J J. The Economic and Technological Environments : High
Economic Growth and Low Energy Futures.
NER Instituut vir Toekomsnavorsing 1991
(59 p.) Artikel.
- DOPPEGIETER, Prof J J & DU TOIT, J. Developments in the End-
Use of Energy.
Enerconomy '92 S A Institute of Energy 1992
(12p) Artikel.
- DOPPEGIETER, Prof J J & DU TOIT, J van V. Energy Futures 1992
Instituut vir Toekomsnavorsing Stellenbosch.
(302p) Artikel.
- DORSEY, R T. Use Energy to save Energy?.
GEC Ohio
(6 p.) Artikel.
- DRENTH P J D, THEIRRY, H, WILLEMS, P J, DE WOLF. Handbook of Work and
Organization Psychology.
John Wiley & Sons 1984
(1226 p.) Boek.
- DRUCKER, P F. Managing for the Future - the 1990 and beyond.
Truman Talley Books/Dutton NY 1992
(370 p.) Boek.
- DUTKIEWICZ, Prof R K. Sectional Energy Efficiency Indicators of South Africa.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(12 p.) Artikel.
- DUTKIEWICZ, Prof R K. Scenarios for Future Energy Prices.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(10 p.) Artikel.
- DUTKIEWICZ, Prof R K. Energy Consumption in South Africa.
SBL Unisa Maart 1978
(12 p.) Artikel.
- ENERGY MANAGEMENT CONSULTANTS. Energy Analysis Techniques for Building
Design.
American Institute of Architecture 1981
(29 p.) Tydskrif.
- ENERGY SAVINGS TECHNOLOGY. Energy Management - Opportunities and
Suggestions for saving Energy
(7 p.) Artikel.

- ERENS, Prof P J & DU PREEZ, F. Evaporative Cooling for Air Conditioning Purposes.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(13 p.) Artikel.
- ESKOM. Eskom Electricity Prices. Eskom 1992 (14 p.) Artikel.
- ESKOM. Time of Use Tariffs. Eskom
(6 p.) Artikel.
- FINLEON, J L & TRIPLETT, K. Demand-Side Management Bidding-
Lessons learned.
(4 p.) Artikel.
- FISCHER, D Contrast Rendering in Office Tasks.
ILR 1983/1 Philips Lighting Eindhoven
(5 p.) Artikel.
- FISCHER, Dr D. Lighting Principles in an Energy Conscious World.
Lighting Design and Engineering Philips Lighting Eindhoven
(14 p.) Artikel.
- FISHER, W S. Lighting and Building Energy Budgets.
International Light Review 1980
(4 p.) Artikel.
- FLANAGAN, R, NORMAN, G & MEADOWS, J. Life Cycle Costing - Theory and
Practice.
BSP Professional Books
(181 p.) Boek.
- FLETCHER, K H. Effective Use of Electricity in Air Conditioning Systems.
SAIEE Symposium 12 Maart 1992
(13 p.) Artikel.
- FORBES, R A. Draft National Energy Management Strategy etc.. to
promote the Efficiency and Effective Use of Energy.
NER
(17 p.) Artikel.
- FRAZER, D M. The Application of Pinch Technology in Process Plants.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(12 p.) Artikel.
- GLAZNER, Steve & ANDER. Energy Management ; Critical Issues in Facilities
Management.
Appa and Applied Graphics Technology
(147 p.) Boek
- GREELY, R S, DUELETTE, R P & CHEREMIS. Solar Heating and Cooling of Buildings.
Ann Arbor Science Publishers 1981
(502 p.) Boek.

- GREYVENSTEIN, Prof G P & MEYER, Prof J P. The Viability of Heat Pumps for the Heating of Swimming Pools in South Africa.
Dept Meganiese Ingenieurswese Universiteit van Potchefstroom 1990
(6 p.) Artikel.
- GREYVENSTEIN, Prof G P. The Simulation of the Cost Effectiveness of Heat Pumps in South Africa.
Enerconomy '92 Institute of Energy 1992
(12 p.) Artikel.
- GREYVENSTEIN, Prof G P & COETZEE, Prof G L. Markpotensiaal vir Hittepompe in Suid-Afrika.
NER 1991
(90 p.) Artikel.
- GROBLER, N J, MATHEWS, Prof E H & ROSSEAU, P G. A Successful Energy Audit of the Merensky Library at the University of Pretoria.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy .1992
(10 p.) Simposium.
- GROBLER, D C & VAN DER MERWE, M M. The Environment and the Effective Use of Energy.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(15p) Artikel.
- GUTHMANN, H G & DOUGALL, H E. Corporate Financial Policy.
Prentice Hall Inc 1962
(775 p.) Boek.
- HAMNER, W C & ORGAN, D W. Organizational Behaviour : An Applied Psychological Approach.
Business Applications 1978
(433 p.) Boek.
- HAND, J W. Energy Design Technique.
National Building Research Institute
(16 p.) Artikel.
- HARRIS, L, PURCELL, C W, GORDON, H & MCKAY, H. Lighting Technology Specifications for Relighting Federal Buildings.
(4 p.) Artikel.
- HIGGS, F S & STANDER, A J. Window Sizing ASA Factor in the Performance of Direct Gain Passive Rooms in Four South African Climate Zones.
CSIR Building Technology 1982
(10 p.) Artikel.
- HIRSCHHORN, L. The Workplace within.
The Mit Press Cambridge Mass 1988
(264 p.) Boek.

- HIRSCHHORN, L. The Workplace within - Psychodynamics of Organizational Life.
The Mitt Press 1988
(265 p.) Boek.
- HOLMES, A T & MOSTERT, E S. Corporate Energy Management at ISCOR.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(13 p.) Artikel.
- INSTITUUT VIR TOEKOMSNAVORSING. Energy Scan.
US Reproduction Department 1993
(41 p.) Artikel.
- JACKSON, Marilyn. Innovative Energy and Environmental Applications.
The Fairmont Press Inc Lillburn 1993
(625 p.) Boek.
- JANEKE, C E. Building By-Laws - their Influence in Energy Consumption in Buildings.
SBL Unisa April 1987
(22 p.) Artikel.
- JANSE VAN RENSBURG, N J. Energy Management Opportunities at Educational
Institutions.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(7 p.) Simposium.
- JEARY, D H. Power Profiles and People.
Electron SAIEE Nov 1992
(4 p.) Artikel.
- JOHANSEN, A & KAISER, G. Potential of Electrically operated Heat Pumps for heating
Water in South Africa. Verslag 615 WNNR 1986
Artikel.
- JOHANSEN, Dr A. Potential of Non-Azeotropic Refrigerant Mixtures for Water-Heating
Heat Pumps.
NER 1992
(42 p.) Artikel.
- JOHN, G W. Life Cycle Costing and it's Application to Engineering Systems
SBL Unisa April 1978
(24 p.) Artikel.
- KLEVANSKY, B J. Building Systems and Space Efficiency.
SBL Unisa April 1987
(23 p.) Artikel.
- KOTZE, A. Electricity : The Flexible and Economical Energy
Source for Industrial Heating.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(12 p.) Artikel.

KRUGER, W & MATHEWS, Prof E H. Temm-Norms to establish the most Elementary Environmental Control Systems which ensures Summer Thermal Comfort in Offices.
Centre for Experimental and Num
(5 p.) Artikel.

LAIRD, D A, LAIRD, E C & FRUEHLING, R T. Psychology Human Relations and Work Adjustment.
McGraww-Hill Book Company 1975
(399 p.) Boek.

LANDA, H C.The Solar Energy Handbook.
The Film Instruction Company D 1977
(180 p.) Boek.

LANE, Prof I E & DELPORT, G J. Design of Energy Management System for a Deep Level Mine.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(12p.) Artikel.

LANE, Prof I E & BJORK, C O. Industrial Load Management.
Centre for New Electricity Studies UP 1993
(98p) Simposium.

LANE, Prof I E, DELPORT, G J & ENGELBRECHT, J P G. Electrical Load Audits to determine Price Elasticity of Demand.
Enerconomy '92 Institute of Energy 1992
(13 p.) Simposium.

LASCON. Fluorescent Lamps Trouble Shooting.
Lason Lighting
(6 p.) Artikel.

LASCON. Interior Lighting Calculations. Lascon Lighting.
Artikel.

LEES, Dr E W. Energy Experience in the UK.
SA Instituut of Energy Enercon 1992
(20 p.) Artikel.

LEUSCHNER, Prof F W. Status Study on Energy Efficient Lighting.
NEC Energy Efficiency Proj. 7330 1992
(110 p.) Artikel.

LEUSCHNER, Prof F W & BAKKER, B C. Artificial and Natural Lighting Standards and Practices in South Africa.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(9 p.) Artikel.

LEVY, D J. DSM - The Iowa Experience. 1993
(9 p.) Artikel

- LEWIS, C W A & MEYER, A. Potential for Energy Efficient Motors.
Enerconomy '92
(12 p.) Artikel.
- LOCKETT, M R & TULLEY, N. Quick Energy Audit for Industry.
Enerconomy '92 Institute of Energy
(11 p.) Artikel.
- LOTZ, F J & VAN STRAATEN, J F. Solar Heat Gains through Fenestration.
National Building Research Institute 1967
(4 p.) Artikel.
- LOWTH, P A. Energy Management in the Graphite Industry EMSA.
Enerconomy '93 SA Institute of Energy 1993
(18 p.) Simposium.
- LUSH, D M. Practical Ways to reduce the Cost of Energy UK Approach.
Ove Arup Partnership 1983
(35 p.) Artikel.
- MALINOWSKI, H E. Heat Pump Installations.
Malinowski H E 1990
(11 p.) Artikel.
- MASHBURN, W H. Managing Energy Resources in Times of Dynamic Change.
The Fairmont Press 1992
290 p.) Boek.
- MASON, A M. Energy Management in Highrise Buildings.
SBL Unisa April 1987
(12 p.) Artikel.
- MATHEWS, Prof E H & ROSSEAU, P G. Energy Savings through Natural Ventilation in
Factories and Buildings.
Enerconomy '92 Institute of Energy 1992
(11 p.) Artikel.
- McKECHNIE The possibilities of Energy Conservation on Mines.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(12 p.) Artikel.
- MEYER, Prof J P & GREYVENSTEIN, Prof G P. Die verhitting van Swembaddens in
Suid-Afrika.
Dept Meganiese Ingenieurswese Universiteit van Potchefstroom 1990
(6 p.) Artikel.
- MEYER, Prof J P & GREYVENSTEIN, Prof G P. Hot Water for large Residential Units
with Heat Pumps.
Dept Meganiese Ingenieurswese Universiteit van Potchefstroom 1991
(8 p.) Artikel.

- MEYER, Prof J P & GREYVENSTEIN, Prof G P. Influence of Price Changes on the Viability of Heat Pumps heating Water in South African Homes. Dept Meganiese Ingenieurswese Universiteit van Potchefstroom (8 p.) Artikel.
- MEYER, Prof J P & GREYVENSTEIN, Prof G P. The Influence of an Increase in Electricity Tariffs on the Ability of Heat Pumps during Direct Heating. Dept Meganiese Ingenieurswese Universiteit van Potchefstroom (8 p.) Artikel
- MEYER, Prof J P & GREYVENSTEIN, Prof G P. Hot Water for Homes in South Africa with Heat Pumps. Dept Meganiese Ingenieurswese Universiteit van Potchefstroom 1991 (6 p.) Artikel.
- MEYER, W T Energy Economics and Building Design. McGraw-Hill (341 p.) Boek.
- MILWARD, G E. Applications of O & M. MacDonald & Evans London 1964 (200 p.) Boek.
- MOFFITT, R. The ESKOM Energy Effective Design Awards : Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992 (12 p.) Artikel.
- MORGAN, A J, VENTER, Dr G P N, BASSON, J A & ANDER. National Policy Developments relating to the End Use of Energy in Industry and Commerce. Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992 (12 p.) Simposium.
- MULL, T D. Lighting Improvements - A Demand Side Strategy that works. 1993 (2 p.) Artikel.
- NATHAN, P & WASSERMAN, R. Energy Control cuts Electric Bills. ISA/75 Conference Milwaukee 1975 (10 p.) Artikel.
- NEETHLING, Dr D C, DUTKIEWICZ, Prof R K. International and Regional Energy Policy Developments focussing on the End Use of Energy. Enerconomy '93 Institute of Energy 1993 (8 p.) Simposium.
- NASIONALE ENERGIERAAD. Passive Thermal Design in Housing. NER (4 p.) Artikel.
- NASIONALE ENERGIERAAD. Jaarverslag Nasionale Energieraad. NER 1990 (63 p.) Artikel.

- NATIONALE ENERGIERAAD. Guidelines for Nec-Supported Research, Development. NER
(48 p.) Artikel.
- NEWHAM, P. P-Demand : Practical Experience in the Development of an Energy Management System.
P J Technologies Pretoria 1992
(8 p.) Artikel.
- NIJLAND, Dr L. Lamp Development and the Scarcity of Vital Materials and Energy.
Philips Eindhoven
(8 p.) Artikel.
- NIJLAND, Dr L M. Energy and Lighting.
Philips Eindhoven
(6 p.) Artikel.
- OLIVIER, P P. Thermal Behaviour and the Role of Computers in Energy Conservation.
SBL Unisa April 1978
(19 p.) Artikel.
- OLIVIER, P P. A Window on Comfort.
National Building Research Institute 1976
(6 p.) Artikel.
- OLLEY, A H. Energy Conservation in Buildings - an Architectural Approach.
SBL Unisa April 1978
(18 p.) Artikel.
- OLLEY, A H. Retrofitting: Architectural Design for Energy Conservation.
SBL Unisa April 1978
(12 p.) Artikel
- OVER ARRUP & PARTNERS. Building Research for Energy Economy.
The Construction Press 1980
(132 p.) Boek.
- P J TECHNOLOGIES. Power Factor Correction Installation Geesteswetenskappe Substation.
(30 p.) Artikel.
- PACKARD, C P. Demand-Side Management : The Perspective of a Combination Utility.
(5 p.) Artikel.
- PAGE-SHIPP, R J. General Energy Conservation in Buildings :
SBL Unisa 4-5 April 1978
(19 p.) Artikel.
- PAGE-SHIPP, R J. Designing for Optimal Thermal Performance.
WNNR Seminaar Energiebewaring Sakegeboue 1979
(15p) Artikel.

PERRAULT, G A & BARRETT, L B. Demand-Side Management Process Evaluations -
The Management Perspective.
(4 p.) Artikel.

PETROIANU A. Major Trends in Energy Management Systems Phase 4
Electron April 1990
(4 p.) Artikel.

PHILIPS Philips SL * Decor & SL * D Electronic Lamps.
Philips Lighting Eindhoven
(4 p.) Artikel.

PHILIPS ENGINEERING REPORT 47. Dutch Government stimulates Energy Saving
Conservation of Lighting Installations by awarding Grants.
Philips Eindhoven
(6 p) Artikel

PHILIPS LIGHTING. Infrared Remote Control for Lighting Applications.
Philips Eindhoven
(15 p.) Artikel.

PIERCE, A R, MARTIN, M G & WAGNER, V E. Customer Value - The Missing Link.
(6 p.) Artikel.

POOLE, J N. Adjustable Speed Drives - Industrial and
Commercial Applications
Enerconomy '93 Institute of Energy 1992
(8 p.) Simposium

PORTER, M E. The Common Denominator between DSM and Power
Quality.
(3 p.) Artikel.

PORTER, M E. The Competative Advantage of Nations.
The Free Press New York 1990
(855 p.) Boek.

PORTER, M E. Competative Strategy - Techniques for analyzing
Industries. The Free Press 1980
(396 p.) Boek.

PROJEKSPAN VERSLAG. 5 Simmonds Street Johannesburg, Standard
Bank Building.
Planning 101 Avonwold Publishing 1989
(104 p.) Artikel.

QUANTITY SURVEYORS DIVISION. A Guide to Life Cycle Costing for Construction.
Surveyors Publications London
(11 p.) Artikel

- RICHARDS, S J Solar Charts for the Design of Sublight and Shade for Buildings in South Africa.
National Building Research Institute 1981
(12 p.) Artikel.
- RUSH JOHNSON, S C & KAI, Dr S L. The Decaying American Campus : A Ticking Time Bomb.
Appa
(136 p.) Boek.
- SCHALKWYK, C P. A Strategy on the Effective use of Gas : A Case Study.
Enerconomy '9s SA Institute of Energy 1992
(11 p.) Artikel.
- SEQUEST, R & CALVERT, R. NEMI's total Energy Management Program
(8 p) Artikel.
- SHAVIT, Dr G. Design, Analysis and Implementation of Zero Energy Band Control Strategies.
Honeywell Illinois VSA
(15 p.) Artikel.
- SHAVIT, Dr G. Energy Conservation and Fan Systems : Computer Control with Floating Space Temperature.
Ashrae Journal 1977
(6 p.) Artikel.
- SHERATT, A F C. Air Conditioning and Energy Conservation.
The Architectural Press London 1980
(287 p.) Boek.
- SHOUKRY, D.S & CLEMENT, K.W. The Management of Innovation: Strategy, Structure, and Organizational Climate
IEE TRANSACTIONS on Engineering Management vol 40 Feb 1993,
(8p.)Artikel
- SNOW, A P. Energy Efficiency and future Prosperity.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(13 p.) Artikel.
- SPAROW, F T & McKENZIE, L. The likely Market Potential for Electricity Saving ASD Devices.
(8 p.) Artikel.
- SPOORMAKER, H J. Energy Conservation during Refurbishing of old Buildings.
SAIEE Symposium 12 Maart 1992
(10 p.) Artikel.
- SPOORMAKER, H J. Design of air conditioned Buildings and the Influence of rising Energy Cost.
SBL Unisa April 1978
(32 p.) Artikel.

- SPOORMAKER, H J. Retrofitting existing Buildings and their Services.
SBL Unisa April 1978
(13 p.) Artikel.
- SPOORMAKER, H J. Conserving Energy through the Building Roof.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(13 p.) Artikel.
- STAMBOLIS, C. Solar Technology for Building.
RibaPublications Londin 1977
(398 p.) Boek.
- STEYN, Prof P G. Planning future Energy Programmes for South African Industries.
SBL Unisa April 1978
(11 p.) Artikel.
- STILES, Dr G S. Energy Conservation Opportunities in the SADCC Countries of
Southern Africa.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(14 p) Artikel.
- SWART, W M & NAUDE, P. Christian Community Centre : Ventilation Installation.
SAIEE Symposium 12 Maart 1992
(15 p.) Artikel.
- TECHNIHEAT. Kostevergelyking tussen Hydroheater en Elektriese Verhitting.
(10 p.) Artikel.
- THOMPSON, A A & STRICKLAND, A J. Strategic Management Concepts and Cases.
Business Publications Inc 1987
(1053 p.) Boek.
- THUMAN, A. Energy Conservation in Excisting Buildings Desk Book.
The Fairmont Press 1992
(455 p.) Boek.
- THUMAN, A. Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation.
The Fairmont Press 1991
(333 p.) Boek.
- THUMAN, A. Lighting Efficiency Applications.
The Fairmont Press 1992
(354 p.) Boek.
- TOMLYN, G V L. Economics of Insulation. Enerconomy '92 SA
Institute of Energy 1992
(7 p.) Artikel.
- TURNER, Prof W. Energy Management Handbook. The Fairmont
Press 1993
(627 p.) Boek.

US DEPARTMENT OF ENERGY & ANDER. The Residential Energy Audit Manual.
The Fairmont Press Atlanta
(486 p.) Boek.

VAILLENCOURT, R R. The Art of performing a "Walk Through"
Energy Audit.
(4 p.) Artikel.

VAN AARDE & HERMAN CONSULTING. The Effectiveness of the Insulation of
Buildings Elements.
(11 p.) Artikel.

VAN BERGEN-JANSEN, P M, SOELEMEN. Window Design.
Intern Light Review 1980
(2 p.) Artikel.

VAN RENSBURG, J C. Illumination Systems Design.
SBL Unisa April 1978
(21 p.) Artikel.

VAN SITTERT, B M. Low Cost Solution to Energy Management - small/medium Users.
SAIEE Symposium 12 Maart 1992
(13 p.) Artikel.

VAN STRAATEN, J F & WENTZEL, J D. The control of Indoor Temperature through
Building Design.
National Building Research Insitute 1982
(15 p.) Artikel.

VENTERS, L. Energy Management : Can we afford not to apply it .. etc.
SAIEE Symposium 12 Maart 1992
(14 p.) Artikel.

VISSER, Dr S S. Bedryfs- en Bestuursrekeningkunde vir 'n veranderde
Vervaardigersomgewing.
PU vir CHO Bedryfs- en Bestuursrekeningkunde 1993
(14 p.) Artikel.

WALTER, T H. Implementing Energy Conservation Strategies or
how to plan your Program to be a Winner.1993
(5p) Artikel.

WATSON, R B. The Effect of wlnadow Glazing Combinations on Airconsitioning Shading
and it's Effects.
(5 p.) Artikel.

WELLBELOVED, D B & HALL, W D. The Utilization of Wast Gas at Metalloys.
Enerconomy '92 SA Institute of Energy 1992
(9 p.) Artikel.

WENTZEL, J D, PAGE-SHIPP, R J & VENTER. The Prediction of the Thermal Performance of Buildings by the CR-method. CSIR BRR 396 1981 (24 p.) Artikel.

WERKSGROEP. Energy Conservation Programme for MSD. (10 p.) Artikel.

WERKSGROEP. UK Universities Energy Survey. 1990 Artikel.

WILMANS, W Past Practice and Trends toward energy efficient Lighting in Commercial Buildings. Enerconomy '93 SA Institute of Energy 1993 (6 p.) Simposium.

WIRTSCHAFFER, R M & DENVER, A. Incentives for Energy Incentives in Schools. Energy Policy June 1991 (8p) Artikel.

WOODS, J E. Selecting Energy Conservation Projects at the General Services Administration. 1993 (4 p.) Artikel.