

## Referate

### Elektrisiteitsvoorsiening in Suid-Afrika\*

J.W.L. de Villiers

Uitvoerende Voorsitter, Atoomenergiekorporasie van Suid-Afrika Bpk.

#### UITTREKSEL

*EVKOM, wat tans in sowat 95% van die elektrisiteitsaanvraag voorsien, het gegroei van 'n relatief klein onderneming, met 'n totale geïnstalleerde vermoë van minder as 30 MW(e) in 1922 en 'n kapitaalbesteding van R15 miljoen vir die tydperk 1923 – 1930, tot 'n reuse-onderneming met vaste bates van bykans R16 miljard in 1984, 'n personeelgetal van oor die 60 000 en 'n inkomste van meer as R3 miljard per jaar. Met 'n beraamde kapitaaluitbreidingsprogram van tussen 4 en 5 miljard rand per jaar, is EVKOM die grootste enkele aanspraakmaker op die plaaslike kapitaalmark en het hy 'n sterk invloed op die ekonomie.*

*Die feit dat EVKOM, ondanks inflasionêre koste, deur die doeltreffende benutting van grondstowwe soos steenkool en water daarin geslaag het om elektrisiteitspryse mededingend laag te hou, het as stukrag gedien vir die ekonomiese en nywerheidsontwikkeling in Suid-Afrika, en het dit die plaaslike totstandkoming van energie-intensiewe metallurgiese nywerhede in die sewentigerjare moontlik gemaak.*

*Ramings vir toekomstige elektrisiteitsverbruik gebaseer op ekonomiese oorwegings en bevolkingsaanwas dui op 'n volgehoue groeikoers in elektrisiteitsverbruik van sowat 5% per jaar. Teen hierdie groeikoers sal die bekende ontginbare steenkoolreserwes teen die jaar 2035 uitgeput wees, en alternatiewe metodes vir elektrisiteitsontwikkeling sal vroegtydig aangewend moet word. Kernkrag is tans die enigste bewese alternatief vir steenkool.*

*Onderworpe aan sekere aannames t.o.v. brandstofkoste en eskalasie- en rentekoerse kan daar aangetoon word dat kernkragkoste, gereken oor die leeftyd van 'n kernkragstasie aan die kus, kompetender kan wees met steenkoolkragstasies in die binneland.*

#### ABSTRACT

#### *Electricity supply in South Africa*

*ESCOM, at present providing for some 95% of the electricity demand, has grown from a relatively small undertaking with a total installed capacity of less than 30 MW(e) in 1922 and a capital expenditure of R15 million during the period 1923 – 1930, to a gigantic undertaking with a fixed-asset value of nearly R16 billion in 1984, a staff complement of more than 60 000 and an income of over R3 billion p.a. With an estimated capital-expansion programme of between 4 and 5 billion rand p.a., ESCOM is the largest single borrower on the local capital market and it exercises a strong influence on the economy.*

*The fact that ESCOM has been able to keep electricity prices competitive, despite inflationary costs, by the efficient utilization of resources such as coal and water, has served as a driving force for economic and industrial development and has made it possible for South Africa to establish energy-intensive metallurgical industries during the seventies.*

*Estimates of future electricity demand based on economic considerations and population growth, lead to a sustained electricity-demand growth rate in the region of 5% p.a. At this rate of growth the known extractable coal reserves will be depleted by the year 2035, and some alternative means of generating electricity will have to be utilized timeously. At present nuclear energy is the only proven alternative to coal.*

*Depending on certain assumptions of fuel costs, escalation and interest rates, it can be shown that nuclear electricity costs, calculated over the lifetime of a nuclear power station at the coast, could be competitive with a coal-fired power station in the interior.*

#### I. INLEIDING

Dit is vir my 'n besondere eer en 'n voorreg om saam met u te kan hulde bring aan een van Suid-Afrika se groot entrepreneurs. Hendrik van der Bijl was nie alleen 'n besonder begaafde wetenskaplike nie, maar hy het as entrepreneur en ingenieur 'n groot bydrae tot die nywerheidsontwikkeling van Suid-Afrika gelewer. Hy het ook 'n groot aandeel gehad in die skepping van organisatoriese strukture waardeur die staat ondernemings kon stig met 'n

bestuur wat op suiwer besigheidsbeginsels gegrond is. Hiermee bedoel ek ondernemings soos EVKOM, YSKOR, AMKOR, VIKOR, die NOK en SAFMARINE, almal waarvan hy die eerste voorsitter was.\*\*

Ek is veral dankbaar daarvoor dat die Ingenieurskakeelkomitee van Pretoria my genooi het om hierdie gedenklesing te lewer, aangesien Hendrik van der Bijl onwetend seker dié belangrikste invloed op my eie

\*\*Stigtingsdatums:

EVKOM: 1922/23; YSKOR: 1928; AMKOR: 1937; NOK: 1940; VIKOR: 1945; SAFMARINE: 1947.

\*Hendrik van der Bijl-lesing 1985.

loopbaan uitgeoefen het, alhoewel ek ongelukkig nooit die voorreg gehad het om hom persoonlik te ontmoet nie. Volgens my oorlede vader was hy en Hendrik van der Bijl ver langs familie van mekaar – agterkleinneefs of so iets – en toe ek op skool belangstelling in elektrisiteit en elektronika begin toon het, is Hendrik van der Bijl altyd aan my voorgehou as die toonbeeld van 'n suksesvolle wetenskaplike en ingenieur en is ek getraakteer op die suksesse wat hy behaal het. Selfs toe ek universiteit toe wou gaan om in die Elektriese Ingenieurswese te studeer, het my vader gedink dat Hendrik van der Bijl sou kon help en het hy na Pretoria gekom om hom te kom vra of hy my nie sou toelaat om as vakleerling by YSKOR opgelei te word nie, want, het my vader gedink – dis mos ook 'n soort ingenieur! U moet onthou wolpryse was maar laag in daardie jare en my vader was 'n skaapboer.

Gelukkig vir my is my vader nie besonder vriendelik deur dr. Van der Bijl ontvang nie en het hy besluit dat YSKOR nie die aangewese werkplek vir sy seun is nie. Die gevolg was dat ek universiteit toe gestuur is, nie om in die Ingenieurswese te studeer nie, maar in die Fisika. Dus was dr. Van der Bijl op 'n ietwat indirekte wyse verantwoordelik daarvoor dat ek die geleentheid gehad het om 'n akademiese opleiding te kry. Van der Bijl was self 'n student in die Fisika aan die Victoria College – wat later die Universiteit van Stellenbosch geword het – en hy was die derde student wat aan daardie inrigting 'n honneursgraad in Fisika verwerf het. Daarna het hy sy Ph.D. in Fisika aan die Universiteit van Leipzig verwerf.

Na 'n briljante navorsingsloopbaan by die American Telegraph & Telephone Company in New York, waar hy saam met Lee de Forrest groot bydraes op die gebied van die elektronike gelewer het, is hy in 1920 deur genl. Smuts na Suid-Afrika ontbied en is hy onder andere as Wetenskaplike en Tegniese Raadgewer van die S.A. Regering aangestel.

Laat ons terugkeer na die onderwerp van my lesing. Ek het die stoute skoene aangetrek om oor 'n onderwerp te praat voor mense, veral dié van EVKOM, wat meer as ek daarvan weet. Ek glo egter dat selfs ons kollegas van EVKOM sal erken dat my belangstelling in dié onderwerp geregverdig kan word, aangesien ek oortuig daarvan is dat kernenergie nog 'n groot rol kan vervul en sal moet vervul in die elektrisiteitsvoorsiening in Suid-Afrika. Ek hoop dat u na afloop van vanaand se lesing met my sal saamstem.

## II. HUIDIGE POSISIE

'n Mens kan skaars oor elektrisiteitsvoorsiening in Suid-Afrika praat sonder om te verwys na die omvattende studie daarvan deur die Kommissie van Onderzoek<sup>1</sup> onder die voorsitterskap van dr. W.J. de Villiers oor dié onderwerp. Ek sal dus vrylik aanhaal uit die verslag van die genoemde Kommissie. Verder is elektrisiteitsvoorsiening sinoniem met EVKOM en die grootste deel van my lesing handel dus ook oor EVKOM se prestasies. Sedert EVKOM op 7 Maart

1923 ingevolge die elektrisiteitswet van 1922 onder die leiding van dr. Van der Bijl tot stand gekom het, het hy gegroei van 'n onderneming met 'n geïnstalleerde vermoë van ongeveer 25 MW\* tot een met 'n geïnstalleerde vermoë van sowat 21 000 MW met 25 kragstasies in 1983 in bedryf. Hierdeur voorsien hy in 93,6% van die elektrisiteitsaanvraag in Suid-Afrika met 'n geïntegreerde transmissienetwerk van 50 000 km hoëspanningskraglyne teen spannings wat wissel tussen 33 kV en 400 kV. Wanneer dit in volle bedryf is, sal die Koebergkernkragstasie ongeveer 7,5% van die totale vermoë voorsien.

EVKOM se kapitaalbesteding in die tydperk 1923–1930 was slegs sowat R15 miljoen, maar met huidige vaste bates van bykans R16 miljard, 'n personeelkomplement van oor die 60 000, 'n jaarlikse inkomste van meer as R3 miljard en 'n beraamde kapitaaluitbreidingsprogram van tussen R4 miljoen en R5 miljard per jaar, is EVKOM vandag seker een van die grootste enkele ondernemings in Suid-Afrika, indien nie die grootste nie, en die sesde grootste elektrisiteitsnutonderneming in die Westerse wêreld. Met 'n gemiddelde groeiakoers van 9,5% per jaar<sup>2</sup> in elektrisiteitsverkope, selfs gedurende die jare 1971–1981 wat die jare na die oliekrise insluit, was EVKOM steeds aan die voerpunt in die wêreld wat uitbreidingstempo betref.

EVKOM se geraamde kapitaalbesteding van R4-5 miljard per jaar tot aan die einde van hierdie dekade maak hom die grootste enkele aanspraakmaker op die plaaslike kapitaalmarkt en, met inbegrip van lewenswantsfinansiering, een van die grootste leners op die buitelandse kapitaalmarkt. EVKOM se kapitaaluitgawes was in 1983 gelykstaande aan 34,4% van die Bruto Binnelandse Besparing minus Waardevermindering, en dit was in 1982 so hoog soos 41,8% daarvan.

Van der Bijl se suigeling van 1922 het dus oor die afgelope 60 jaar gegroei tot 'n reus wat nie net die lewensbloed vir die Suid-Afrikaanse nywerheid voorsien nie, maar wat ook 'n baie sterk invloed op die ekonomie as geheel uitoefen.

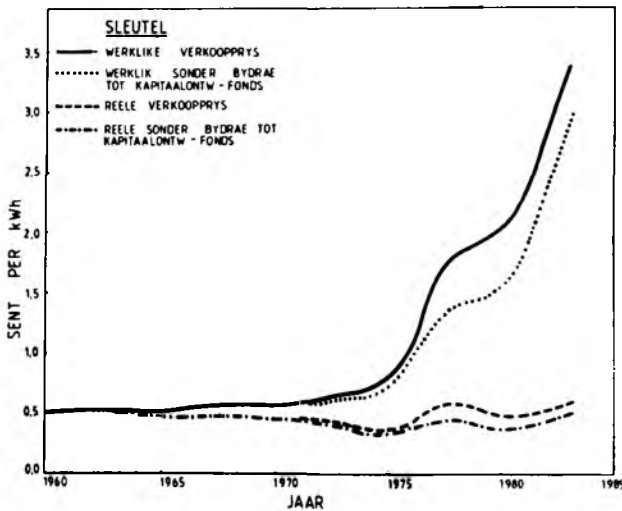
Die Elektrisiteitswet, Nr. 40 van 1958, soos gewysig,\* bepaal onder andere dat EVKOM 'n goedkoop en voldoende toevoer van elektrisiteit moet voorsien, waar dit ook al mag benodig word, en in die proses geen wins of verlies mag hê nie. Die prys waarteen elektrisiteit voorsien word, moet sowel die koste van elektrisiteitsontwikkeling, distribusie, instandhouding en administrasie, as rentedelging en ander kapitaalverwante koste, asook bydraes tot 'n kapitaalontwikkelingsfonds en 'n reserwefonds, insluit. Die beperkings wat deur die Wet geplaas word op die jaarlikse bydraes tot die genoemde fondse plaas in werklikheid 'n beperking op die „wins” wat EVKOM uit sy elektrisiteitsverkope sou kon maak, as hy as 'n winsgewende onderneming bedryf sou kon word.

\*Die 70 MW-Colensokragstasie was toe nog in aanbou en is deur EVKOM oorgeneem. Hierdie stasie is vandag, 62 jaar later, nog in bedryf.

\*Sien artikels 4 en 13 van die Wet.

(Ek kan terloops noem dat die woord „voldoende” in Artikel 4(a) in die Engelse teks van die Wet as „efficient” (doeltreffend) en in Artikel 4(b) as „abundant” (oerloedig) vertaal is.)

In hierdie taak het EVKOM uitmuntend geslaag: elektrisiteitstekorte kom uiters selde voor en die doeltreffendheid van EVKOM se kragstasies is so verhoog dat die eenheidsprys van elektrisiteit tot die begin van die sewentigerjare bykans konstant gebly het en tans, in reële terme, nog nagenoeg dieselfde is as in 1960, ten spyte van verhogings in die steenkoolprys. Ondanks die aantal hoë tariefaanpassings in die afgelope jare, is EVKOM se tariewe nog van die laagste in die wêreld (sien Fig. 1).<sup>1</sup>



FIGUUR 1: Gemiddelde verkoopprys van EVKOM-elektrisiteit gedurende die tydperk 1960 tot 1983.

EVKOM het daarin geslaag om hoë-asgehalte-steenkool uiters doeltreffend te verbrand, ten spyte van probleme met slakvorming en die erosie van ketelpype, en om waterverbruik per kWh betekenisvol te verminder. Die gebruik van lugverkoeling sal die waterverbruik vir nuwe kragstasies verder drasties tot sowat 20% van die huidige verbruik besnoei.

Hierdie suksesse het daartoe gelei dat die Suid-Afrikaanse nywerheid met voordeel kon toetree tot die hoë-energie-intensiewe metallurgiese bedrywe, wat na die olieskok van 1973 en die verhoogde elektrisiteitspryse onekonomies geword het in daardie nywerheidslande wat in 'n groot mate van olie vir elektrisiteitsontwikkeling afhanklik was. Ons dink aan: Alusaf by Richardsbaai, wat 'n aanleg in Japan kon koop; Metalloys by Meyerton; Feralloys, Holland Electro, Ferrometals en Yskor by Vanderbijlpark; en AE & CI, wat hulle aanlegte vergroot het, asook aan die yster-en-titaanaanleg op Richardsbaai, Tubatsi, Ferrochrome, Consolidated Metal Industries, Transalloys en Highveld Steel and Vanadium.

Die energie-intensiewe primêre nywerhede kon, as gevolg van EVKOM se sukses om tariewe laag te hou, in die 10 jaar sedert 1972 dus 'n besondere markposisie in die wêreld verower.

### Die effek van die 1973-oliepryskok op elektrisiteitsvoorsiening in die RSA

Alhoewel die 1973-oliekrisis nie 'n direkte invloed op elektrisiteitsvoorsiening in Suid-Afrika gehad het nie, omdat Suid-Afrika nie van olie vir elektrisiteitsontwikkeling afhanklik is nie, het dit tog sekondêre effekte gehad:

1. Omdat EVKOM 'n groot breukdeel van sy ontwikkelingsstoerusting in die buiteland aankoop, het die hoër produksiekoste en inflasie wat in die lewenslande op die oliecrisis gevolg het, aanleiding gegee tot hoër kapitaalkoste per geïnstalleerde MW van EVKOM se nuwe kragstasies.
2. Die hoë inflasiekoers in Suid-Afrika en sowel die daling in die randwisselkoers teenoor ander geldeenheede asook verhoogde rentekoerse, het verder bygedra tot 'n hoër finansieringskote vir EVKOM se ondernemings.

3. Die volgehoue hoë groeikoers in lasaanvraag het groot kapitaalbestedings geverg in 'n tydperk waarin kapitaal al duurder geword het.

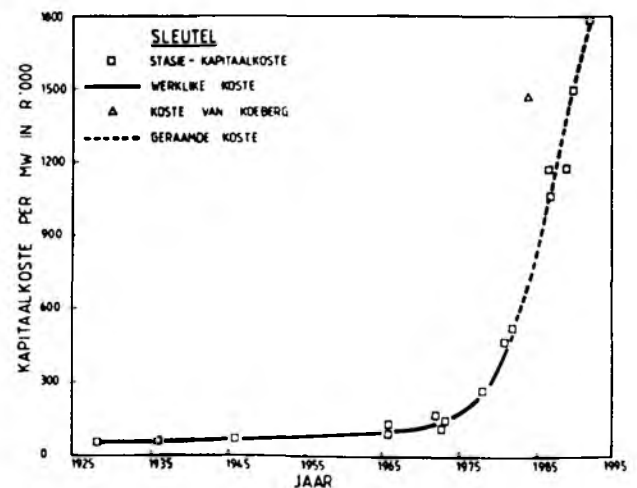
Hierby het die laer beskikbaarheid van buitelandse kapitaal in die vroeë sewentigerjare EVKOM genoop om in 'n beduidende mate in sy eie kapitaal te voorsien, wat hy alleen kon doen deur tariewe te verhoog.

4. Plaaslike inflasie gepaard met ongekende loonstygings het bygedra tot 'n verhoogde bedryfskoste.

Hierdie faktore het daartoe bygedra dat die kapitaalkoste per geïnstalleerde MW – wat sedert 1928 tot 1972 oor 'n tydperk van 44 jaar slegs met 'n faktor 3 verhoog is – sedert 1972 tot 1982, in slegs 10 jaar, met 'n verdere faktor 3 verhoog is.

Hierdie eksponensiële verhoging in kapitaalkoste blyk duidelik uit die grafiek in Fig. 2,<sup>1</sup> en gekoppel aan die hoë groeikoers van die elektrisiteitsaanvraag, verklaar dit die feit dat EVKOM se jaarlikse kapitaalbesteding van gemiddeld sowat R150 miljoen per jaar in die tydperk 1961–1970, gestyg het tot bykans R2,8 miljard in 1982 en tot 'n geraamde R4–5 miljard per jaar in die komende vier jaar.

Hierdie grootteordebesteding en die gevolglike



FIGUUR 2: Kapitaalkoste per MW (stoomkragstasies) 1928 tot 1992.

aanspraak op die beskikbare kapitaal in die land, maak dit meer as ooit gebiedend noodsaaklik dat veral die toekomstige groeiakoers in die elektrisiteitsaanvraag so akkuraat as moontlik bepaal moet word.

### Raming van toekomstige groeiakoers in elektrisiteitsaanvraag

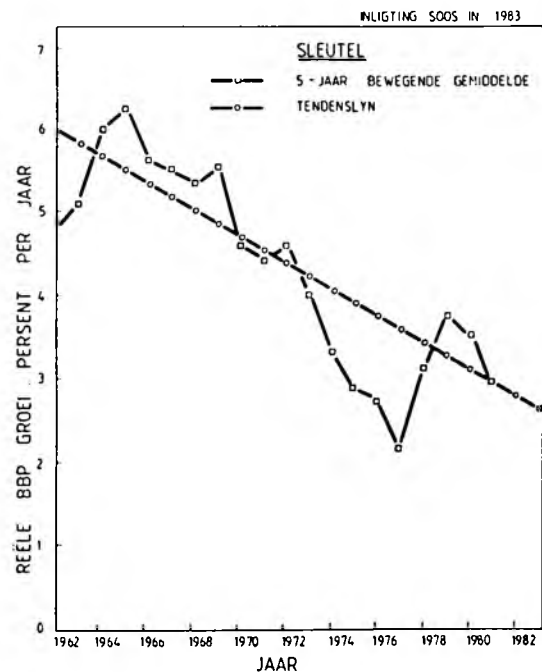
Die wêreldwye ekonomiese insinking, veral na die tweede oliepryskok van 1979, het natuurlik ook sy invloed op die Suid-Afrikaanse ekonomie gehad. Een van die gevolge was dat die groeiakoers van EVKOM se elektrisiteitsverkope in 1982 gedaal het tot 2,4% p.a. en in 1983 tot 2,2% p.a. – die laagste in EVKOM se geskiedenis.

Aangesien EVKOM in bykans 94% van die totale elektrisiteitsaanvraag in Suid-Afrika voorsien, en hy deur sy Wet verplig word om voldoende elektrisiteit te voorsien waar dit ook al benodig word, bevind hy hom in 'n onbenydenswaardige posisie:

Indien hy die toekomstige aanvraag onderskat, sal hy hom blootstel aan kritiek as die nywerheids groei deur 'n tekort aan elektrisiteitstoever aan bande gelê word. Indien hy die groei sou oorskot, beteken dit dat duur kapitaaltoerusting, wat deur lenings teen hoë rentekoerse gefinansier word, onderbenut sou wees, en die enigste manier wat hy sy finansiële verpligtinge sou kon nakom sal wees om die tariewe te verhoog. Daar moet verder onthou word dat die aanlooptyd van 'n besluit tot die bedryf van 'n nuwe kragstasie tot 10 jaar kan wees. EVKOM moet dus die lasaanvraag 10 jaar vooruit akkuraat kan voorspel, en korttermynskommeling in 'n groot mate ignoreer.

Daarby moet onthou word dat in die geval van eksponensiële groei daar in elke opvolgende verdubbelingsperiode net soveel nuwe kapasiteit geïnstalleer moet word as dié wat reeds bestaan. Teen 'n hoë groeiakoers, en in inflasionêre toestande, moet EVKOM dus in betreklik kort verdubbelingstye sy totale vermoë verdubbel teen 'n koste wat hoër is as sy vorige totale belegging. Soos reeds aangedui, oefen EVKOM se jaarlikse kapitaalbesteding reeds 'n groot invloed op die landse ekonomie uit. Indien, soos tans die geval is, die totale beskikbare kapitaal teen 'n laer koers as die elektrisiteitsaanvraag groei, kan die vraag met reg gevra word of Suid-Afrika dit nog sal kan bekostig om elektrisiteit so kwistig te verbruik.

Vooruitskattings van toekomstige elektrisiteitsverbruik berus op ekonometriesse metodes waardeur die historiese verhoudings tussen die groeiakoers van die ekonomie, die totale groeiakoers van netto energieverbruik, en die groeiakoers in elektrisiteitsverbruik benut word om die toekomstige groeiakoerse te raam. Skeptici meen dat, indien daar 'n sekere verhouding tussen die BBP-groeiakoers en die elektrisiteitsgroeiakoers uit historiese gegewens bepaal word, die BBP-groeiakoers ewe goed uit die vooruitgeskatte elektrisiteitsgroeiakoers bepaal kan word as andersom. Dit kan wel wees dat die beskikbaarheid van 'n oorvloedige elektrisiteitstoever, teen redelik goedkoop tariewe, nywerheids groei kan stimuleer, soos die elek-



FIGUUR 3: Bruto binnelandse produk-regressie-passings.

trisiteitsintensiewe metallurgiese nywerhede wat in die sewentigerjare in Suid-Afrika tot stand gekom het, terwyl dergelike nywerhede in lande met 'n hoër elektrisiteitskoste afgeskaal is. Indien elektrisiteits-tariewe egter styg tot 'n vlak wat vergelykbaar is met die vlak wat in ander lande heers, word dit betwyfel of die stimulering nog sal plaasvind.

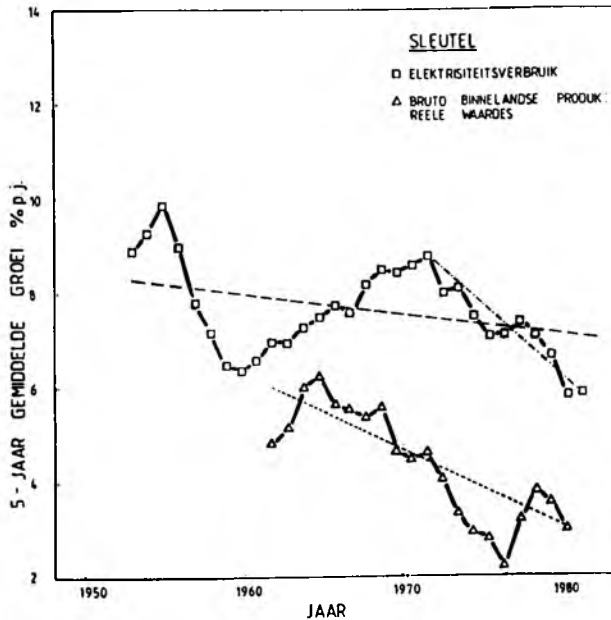
Ons aanvaar eerder dat die ekonomiese groeiakoers, gekoppel aan ander faktore soos bevolkingsaanwas en 'n verhoogde lewenstandaard, en die verhoogde verbruik van elektrisiteit bo ander energievorme, die aanvraag sal stimuleer.

In Fig. 3 is die vyf jaar bewegende gemiddeldes van die BBP-groeiakoers\* teen tyd gestip en 'n regressie-passing daarvan toon die tendens oor die afgelope 20 jaar. Uit hierdie grafiek is dit duidelik dat die gemiddelde BBP-groeiakoers (5 jaar) sedert 1973 nog nie weer die vlak van 4,5% p.a. bereik het nie, alhoewel korttermynkoerse wel dié vlak verbygesteek het.

Die reguitlynpassing dui egter op 'n gestadige vermindering van die BBP-groeiakoers oor die afgelope 20 jaar. Tensy die produktiwiteit drasties verhoog, uitvoere van en buitelandse beleggings in Suid-Afrika toeneem, en die dollargoudprys grootliks styg om die ekonomie weer eens te red, kan daar verwag word dat die gemiddelde BBP-groeiakoers oor die komende 5 jaar om en by die 2,5% tot 3,5% p.a. sal wees.

In die tydperk 1874 – 1982 was die groeiakoers in elektrisiteitsverbruik in Suid-Afrika gemiddeld 3,4% hoër as die BBP-groeiakoers. Met die uitsondering van Australië en Frankryk het hierdie verskil in ander nywerheidslande, waar dit voor die olieskok van 1973 tussen 1,5% en 2,7% gewissel het, sedert 1973 gedaal tot minder as 1%, terwyl dit in Suid-Afrika gestyg

\*Teen faktorkoste.



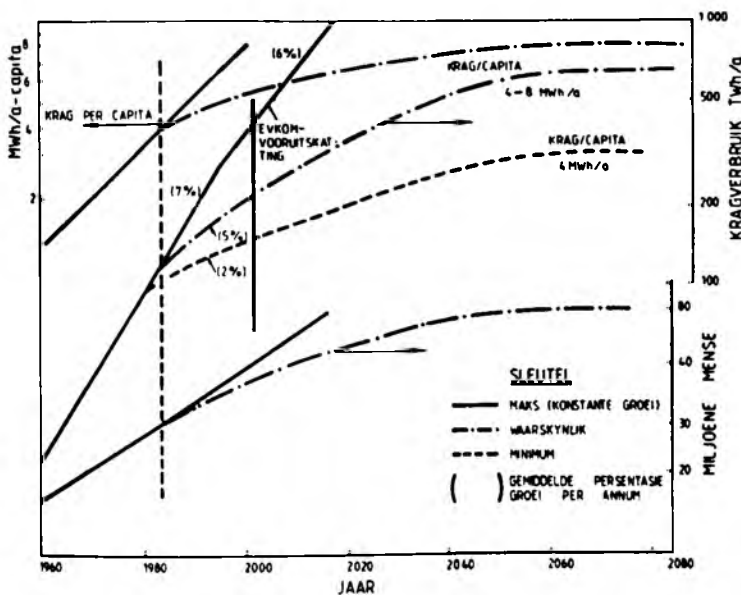
FIGUUR 4: Tendense ten opsigte van elektrisiteitsverbruik en bruto binnelandse produk.

het van gemiddeld 2,53% per jaar in die tydperk 1964 – 1971 tot gemiddeld 3,4% na 1973.

In Fig. 4 is die vyfjaar bewegende gemiddelde groeikoers in elektrisiteitsverbruik saam met die vorige figuur se gegewens oor BBP-groeikoers teen tyd gestip. Alhoewel 'n reguitlynregressiepassing op die gegewens vir elektrisiteitsverbruik van 1954 tot 1980 'n vergroting van die verskil met die BBP-groeikoers toon, blyk dit uit die passing oor die tydperk van 1973 tot 1982 dat die gaping besig is om sedert 1973 ook in Suid-Afrika te vernou tot sowat 2,7% in 1982, wat dui op 'n groeikoers in elektrisiteitsaanvraag van tussen 5% en 6% p.a.

Indien daar verder aanvaar word dat 'n doelgerigte besparingsveldtog 'n afname van 1% p.a. in aanvraag tot gevolg kan hê, kan 'n groeikoers van 5% per jaar oor die komende aantal jare voorspel word.

Oorwegings van die effek van bevolkingsgroei op



FIGUUR 5: Bevolking en kragverbruik tot 2080.

elektrisiteitsverbruik kan slegs tot 'n paar kwalitatiewe aanduidings van die toekomstige vraag lei:

- (i) Die bevolking binne die grense van Suid-Afrika groei teen 2,8% p.a. Dié hoë tempo kan nie voortduur nie, aangesien beperkings op water en die voedselvoorraad 'n perk stel aan die totale getal mense wat binne ons grense gehuisves kan word. Dié syfer word algemeen op sowat 80 miljoen teen die jaar 2080 geskat.
- (ii) Die huidige jaarlikse elektrisiteitsverbruik per capita is ongeveer 4 MWh/a. Vergelykende syfers vir ander lande is soos volg:

TABEL I  
Per capita-verbruik van elektrisiteit

Land	MWh/a/capita
VSA	11
Wes-Duitsland	6
Frankryk	5
RSA	4
Brasilië	1

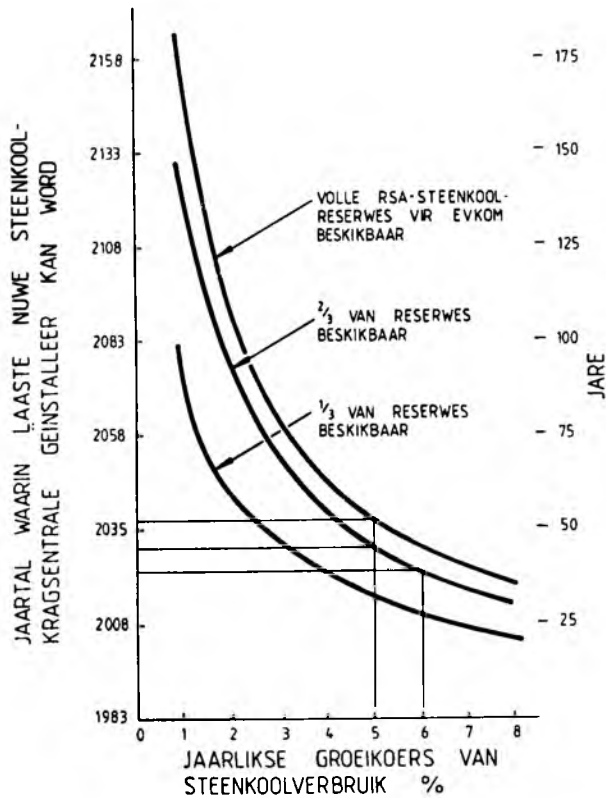
Ons betreklik hoë waarde is hoofsaaklik aan die mynbedryf en swaarnywerhede toe te skryf. Omdat ons elektrisiteitskoste steeds van die laagste ter wêreld is, bestaan daar geen werklike aansporing vir besparing en doeltreffende gebruik nie. 'n Mens kan egter 'n toename in die per capita-verbruik verwag namate lewenstandaarde verbeter.

Die scenario's wat in Fig. 5 getoon word, is op dié aannames gebaseer.<sup>3</sup> Die minimumsituasie wat getoon word, is gebaseer op die aanname dat die bevolking teen 2080 op ongeveer 80 miljoen sal afplat, terwyl die per capita-elektrisiteitsverbruik op 4 MWh/a sal bly. Dit gee 'n gemiddelde elektrisiteits-groeikoers van 2% p.a.

As daar aanvaar word dat dieselfde beperking as voorheen vir die bevolkingsgroei geld, maar dat die verbruik per capita gestadig tot 8 MWh/a teen 2080 sal toeneem, lyk die gemiddelde elektrisiteitsaanvraag-groeikoers van 5% wat aldus verkry word, die waarskynlikste.

EVKOM se voorspelling vir 'n groeikoers van 7% tot 2000 en 6% daarna (1983-jaarverslag) word ook as soliede lyne in die figuur aangetoon, wat teen ongeveer 2016 – net meer as 30 jaar van nou af – tot 10 keer die 1980-aanvraag sal lei.

In die lig van die bostaande oorwegings en met die veronderstelling dat toekomstige grootskaalse uitbreiding van energie-intensiewe nywerhede onwaarskynlik is, en ook met inagneming van die ekonomiese tendense in Suid-Afrika en van sy hoofhandelsvennote, asook die feit dat EVKOM se aandeel in elektrisiteitsontwikkeling reeds van 71% in 1967 tot bykans 94% in 1984 gegroei het, lyk 'n gemiddelde groeikoers van 5% p.a. die waarskynlikste vir die komende aantal jare, as 'n verlaging van 1% in aanvraag deur besparing en doeltreffender gebruik van elektri-



AANNAMES I	JAARLIKSE STEENKOOIKVERBRUIK VAN EVKOM IN 1983 IS $55 \times 10^6$ TON PER JAAR
II	TOTALE BESKIKBARE STEENKOOIKRESERWES IN DIE RSA IS $57 \times 10^9$ TON
III	GEMIDDELTE KRAGSTASIELEEFTYD IS 35 JAAR
IV	EVKOM VOORSIEN 50% EKSTRA RESERWE VIR ELKE KRAGSTASIE

FIGUUR 6: Oorblywende tydperk vir installering van steenkoolkragentrales.

siteit bewerkstellig kan word. Dit is ook die bevinding van die Kommissie van Onderzoek.

Daar moet ook in gedagte gehou word dat die hoogs geïndustrialiseerde lande weens die hoë koste van energie reeds weg beweeg van energie-intensiewe nywerhede na hoëtegnologiennywerhede met lae energiebehoefte, en as Suid-Afrika sy uitvoer in 'n hoogs mededingende mark moet handhaaf en verbeter, sal hy hulle moet volg.

Dié voorspellings help nie om EVKOM se probleme op te los as groeisisituasies met 'n hoë korttermynaanvraag sou ontstaan nie, aangesien hy slegs in sy kontrakte vir die uitstel van die laaste paar stalle van elke kragstasie voorsiening kan maak en dit wel doen. Weens die lang aanlooptye vir die konstruksie van 'n kragstasie is dit egter òf te duur òf onmoontlik om ekstra kapasiteit op kort kennisgewing te voorsien.

### III. DIE ROL VAN KERNENERGIE

Volgens EVKOM se ramings van die aanvraag-groeikoers<sup>2</sup> van 7% tot 2000 en 6% daarna, sal die hoeveelheid steenkool wat vir slegs elektrisiteitsontwikkeling gereserveer word, 45 000 Mt teen die jaar 2030 beloop. Teen dié tyd sal EVKOM 'n verdere 12 000 Mt steenkool verbruik het, en die jaarlikse verbruik sal tot sowat 900 Mt/a gestyg het. Dit

beteken dat die huidige bekende reserwes van 57 000 Mt slegs vir elektrisiteitsontwikkeling gereserveer sou wees.

Fig. 6 lig dié situasie toe. Die kromme wat 'n 2/3-toewysing van reserwes vir elektrisiteitsproduksie verteenwoordig, moet gebruik word, aangesien EVKOM tans ongeveer 50% van die totaal verbruik en normaalweg 'n veiligheidsfaktor van 50% toelaat bo die reserwe wat vir die lewe van 'n kragstasie nodig is wanneer 'n steenkoolveld vir kragstasiegebruik toegewys word.

Volgens dié grafiek sal, weens steenkoolbesikbaarheid, die laaste steenkoolkragstasie in 2022 opgerig kan word as 'n bestendige groeikoers van 6% p.a. aangeneem word, en in 2030 in die geval van 'n groeikoers van 5%.

Die figuur toon ook dat, as die totale steenkoolverbruik (plus uitvoer) teen 5% p.a. groei, die totale geraamde reserwe van 57 000 Mt teen 2036 uitgeput sal wees. Tensy groot nuwe reserwes ontdek en beskikbaar word, die gebruik van steenkool met 'n baie hoë asinhoud moontlik word, of die aanvraag-groeikoers drasties verlaag word, sal 'n ander manier om elektrisiteit te ontwikkel lank voor 2030 in gebruik gestel moet word.

'n Mens moet onthou dat, teen 'n eksponensiële groeikoers van 5% p.a., die verdubbeling vir verbruik 13 jaar is. 'n Verdubbeling van reserwes sal dus die tydperk voordat die reserwes opgebruik is, met slegs 13 jaar verleng.

Die enigste bewese alternatief in die afsienbare toekoms is uraan, waarvan ons gelukkig voldoende reserwes het. Die huidige Suid-Afrikaanse uraanreserwes herwinbaar teen 'n koste van R160/kg U word op ongeveer 500 000 ton geraam.

As dit in termiese reaktors van die Koebergontwerp gebruik word, is dit ekwivalent in energieinhoud aan ongeveer 15 000 Mt steenkool, wat nie 'n beduidende hoeveelheid uitmaak nie. As hierdie uraan egter in snelweekektors gebruik word, waarvan demonstrasie-eenhede in die VSA, VK, Frankryk en Rusland in bedryf is, sal ons uraanreserwes ekwivalent wees aan ongeveer 900 000 Mt steenkool, wat genoeg tyd laat vir die ontwikkeling van ekonomiese versmeltingsreaktors of van ander, miskien hernubare, hulpbronne vir die produksie van elektrisiteit. In die afwesigheid van sodanige hulpbronne sou die snelweekektors op die lang termyn die enigste alternatief wees.

### KERNKRAGKOSTE

Die koste van kernelektrisiteit in verhouding met die koste van elektrisiteit wat uit steenkool geproduseer word, plus transmissiekoste, sal die deurslaggewende faktor wees in die bepaling van die toekomstige benutting van ons uraanreserwes vir elektrisiteitsontwikkeling.

'n Vergelyking van kern- teenoor steenkool-elektrisiteitskoste in Frankryk word in tabel II gegee (*Nucleonics Week*, Dec. 20, 1984). Uit hierdie tabel is dit duidelik dat selfs teen 'n lae lasfaktor van 45,6% (4 000 h/a bedryf) kern- 'n besliste voordeel het bo

steenkoolelektrisiteit in Frankryk. Dit is ook die geval in die meeste ander Europese lande. Let daarop dat daar verwag word dat skoorsteengasskropping ongeveer 30% by die kapitaalkoste van steenkoolbrandstofstasies sal voeg.

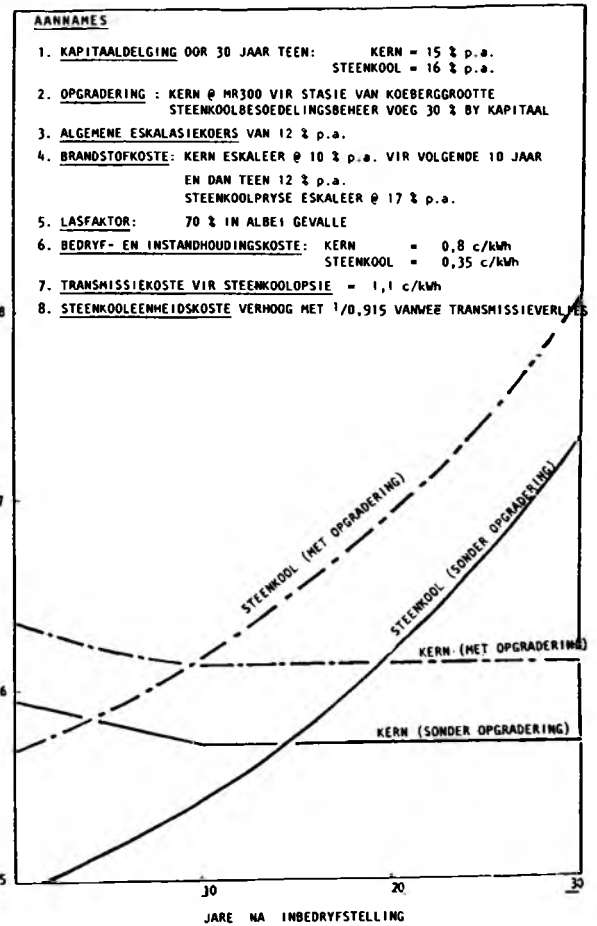
Met die gebruik van die gegewens vir die Koeberg-kernkragstasie en vir 'n skaghoofsteenkoolstasie uit die grafiek in Fig. 2, en met die byvoeging van transmissiekoste, word hierdie koste in tabel III vir die Suid-Afrikaanse situasie vergelyk.

Die koste per eenheid in tabelle II en III gegee moenie regstreeks vergelyk word nie, aangesien dit van die wisselkoers afhanklik is, wat op die oomblik nie as verteenwoordigend van die langtermyn gemiddelde waardes geneem kan word nie.

Dit is duidelik dat die kapitaalverwante koste in Frankryk vir 'n kernkragstasie net 39% hoër is as vir 'n steenkoolkragstasie, terwyl hierdie syfer in Suid-Afrika ongeveer 74% is. In Suid-Afrika is die brandstofkoste ook veel laer as vir 'n steenkoolkragstasie in Frankryk. In groot mate verklaar hierdie twee faktore die voordeel van kern- en steenkoolelektrisiteit in Frankryk, terwyl in Suid-Afrika steenkool-nog 'n beduidende voordeel bo kernelektrisiteit het.

Daar is ook 'n reeks ander faktore wat die toekomstige rol van kernkrag in Suid-Afrika bepaal. In 'n poging om die toekomstige koste te raam, is die volgende aannames gemaak:

- (i) Lugbesoedeling sal 'n groot probleem in Oos-Transvaal word en dit is moontlik dat sakfilters op skoorsteenuitlaatgasse gebruik sal moet word. SO<sub>2</sub>-uitlaatbeheer sal ook nodig word en gasskropping sal moontlik aangewend moet word. Hierdie faktore kan 30% by die kapitaalkoste van steenkoolbrandstofstasies voeg.
- (ii) Die beskikbaarheid en toekomstige koste van



FIGUUR 7: Vergelyking van reële koste vir 'n nuwe kragstasie vir elektrisiteitsontwikkeling vir die Suid-wes-Kaap.

koelwater, die nodigheid vir droë koeling en die voortspruitende verlies aan rendement sal die totale ontwikkelingskoste verhoog. In 'n po-

**TABEL II**  
Verwysingskoste vir toekomstige elektrisiteitsproduksie in Frankryk\*

Tipe aanleg	Jaarlikse lasfaktor				
	100%		45,6%		22,8%
<b>KERN</b>	(koste in SA sent/kWh (%) R1,00 = ff4,20)				
Kapitaalkoste	2,71	(51,6)	5,26	(58,8)	10,36
Bedryf- en onderhoudskoste	1,02	(19,4)	2,00	(22,3)	3,90
Brandstof	1,52	(29,0)	1,69	(18,9)	2,00
<b>Totaal</b>	<b>5,25</b>	<b>(100,0)</b>	<b>8,95</b>	<b>(100,0)</b>	<b>16,26</b>
<b>STEENKOOL</b>					
Kapitaalkoste	1,95	(29,1)	3,60	(39,4)	7,21
Bedryf- en onderhoudskoste	0,83	(12,4)	1,60	(17,5)	3,19
Brandstof	3,93	(58,5)	3,92	(43,1)	3,93
<b>Totaal</b>	<b>6,71</b>	<b>(100,0)</b>	<b>9,12</b>	<b>(100,0)</b>	<b>14,33</b>
Steenkool met ontswaeling (skoorsteengasskropping)	9,29		12,14		17,86

\*Nucleonics Week, Dec. 20, 1985, p. 7



TABEL III

Verwysingskoste vir kern- en steenkoolbrandstofstasies in die Wes-Kaap – huidige aanleg na 1 jaar bedryf (1985-Rand)

Tipe stasie	Eenheidselektrisiteitskoste teen 70% lasfaktor (c/kWh)	
<b>KERN</b>		
Kapitaalkoste	3,67	(62,0)
Bedryf- en onderhoudskoste	0,80	(13,5)
Brandstof	1,45	(24,5)
<b>Totaal</b>	<b>5,92</b>	<b>(100,0)</b>
<b>STEENKOOL</b>		
Kapitaalkoste	2,28	(45,6)
Bedryf- en onderhoudskoste	0,35	(7,0)
Water	0,07	(1,4)
Transmissiekoste en -verliese	1,52	(30,8)
Brandstof	0,77	(15,4)
		(8,4)
		(46,2)
<b>Totaal</b>	<b>4,99</b>	<b>(100,0)</b>

ging om ook vir hierdie verhogings voorsiening te maak, word 'n reële eskalasië van 5% p.a. gebruik.

- (iii) Kapitaaldelging is oor 'n periode van 30 jaar geneem.
- (iv) Rente op kapitaallening is op 16% p.a. geneem vir steenkoolbrandstofstasies en op 1% minder vir kernbrandstofstasies, aangesien buitelandse verskafferfinansiering vir kernstasies gewoonlik beskikbaar is teen laer rentekoerse as vir steenkoolbrandstofstasies.
- (v) Hoewel kernkapitaalkoste in die afgelope tien jaar bo die algemene eskalasiëkoers gestyg het, hoofsaaklik vanweë die strenger veiligheidsmaatreëls wat deur die gemeenskap vereis word, asook deur die buitengewoon lang oprigtinge wat hoofsaaklik deur openbare inmenging in die VSA veroorsaak is, word daar algemeen verwag dat verdere eskalasië selfs minder kan wees as die algemene eskalasiëkoers, aangesien die kernnywerheid nou volwassenheid bereik het en daar ook sterk aanduidings is dat die gevolge van groot ongelukke erg oorskat is. Onlangse navrae het aangedui dat 'n verdubbeling van Koeberg se vermoë selfs effens minder kan kos as die huidige Koeberg, as dit in 1985 bestel word. 'n Mens kan ook verwag dat, namate die plaaslike kernnywerheid groei, die kapitaalkoste-verhouding die heersende syfer

in Europa sal nader. 'n Kapitaalkosteverhoging van R300 miljoen bo Koebergkoste is egter aangeneem om vir verbeterings voorsiening te maak.

- (vi) 'n Algemene koste-eskalasië van 12% word aangeneem.
- (vii) Sedert 1975 het EVKOM se steenkoolkoste teen 19% p.a.<sup>1</sup> geëskaleer. Vir hierdie studie word steenkoolkoste toegelaat om teen 'n koers van 5% p.a. bo die algemene koers te eskaleer. Die redes vir hierdie aanname is die algemene hoë inflasiëkoers en die feit dat groot steenkoolvelde naby die gebiede met die grootste elektrisiteitsverbruik skaars begin word, wat lei tot 'n verhoging van transmissiekoste. Besoedelingsbeheer genoodsaak die gebruik van hoër gehalteste steenkool. In die toekoms sal steenkool moontlik van verskillende velde na die kragstasies vervoer moet word.
- (viii) Transmissiekoste van 'n binnelandse steenkoolkragstasie na die kus word gestel op 1,1 c/kWh en toegelaat om teen die algemene koers te eskaleer. Om voorsiening te maak vir transmissieverliese van 8,5% is steenkoolkoste ook met 'n faktor 1/0,915 verhoog.
- (ix) Bedryfs- en instandhoudingskoste word geneem as 13,5% vir kern- en 7% vir steenkool-elektrisiteit, wat teen die algemene koers eskaleer.
- (x) Algemeen word aanvaar dat die huidige situasie van die oorvoorsiening van uraan, verrykingsdienste en brandstofvervaardigingsdienste nog omtrent 10 jaar sal voortduur, en dat die kernbrandstofkoste vir die volgende tien jaar teen 'n koers van 2% p.a. onder die algemene eskalasiëkoers sal toeneem.

Met hierdie aannames as grondslag word die grafiek in Fig. 7 verkry. Uit hierdie figuur is dit duidelik dat die elektrisiteitskoste van 'n binnelandse steenkoolkragstasie in die Wes-Kaap gelewer, na tien jaar hoër sal word as dié vir 'n kernkragstasie aan die kus, en dat dit totale koste van elektrisiteit geneem oor die 30-jaar bruikbare leeftyd van die kernkragstasie wesenlik minder sal wees as vir 'n binnelandse steenkoolkragstasie.

As die 30%-verhoging in die kapitaalkoste van 'n steenkoolkragstasie vir besoedelingsbeheer buite rekening gelaat word, word die oorskakelpunt na sowat 20 jaar bereik. As die verhoging in kernkapitaalkoste vir opgradering ook geïgnoreer word, sal die oorskakelpunt binne 15 jaar bereik word.

Vanweë die relatief groot uitwerking van brandstofkoste op eenheidselektrisiteitskoste in die geval van 'n steenkoolkragstasie, is hierdie berekenings baie sensitief vir die aanvaarde steenkoolkoste-eskalasiëkoers. As 'n eskalasiëkoers van 2% p.a. in reële terme byvoorbeeld vir steenkool aangeneem word, sal die oorskakelpunt slegs na sowat 30 jaar voorkom. Net so is ontwikkelingskoste baie sensitief vir kapitaalkoste in die geval van kernkragstasies. 'n Grondige ontleding, saam met 'n sensitiwiteitsanalise van hierdie faktore, sal gemaak moet word voordat



daar tot 'n finale slotsom geraak kan word.

Wat betref die openbare teenkanting teen kernenergie is daar nou algemene aanvaarding deur verantwoordelike omgewingsbewustes en ekoloë dat kernenergie 'n baie kleiner impak op die omgewing het as steenkoolgebaseerde energiestelsels.

Ook word daar aanvaar dat die veiligheidsrekord van kernkragstasies bewys het dat hulle veiliger is om te bedryf as die meeste ander nywerhede.

Daar is gegronde getuienis dat die gevolge van groot kernongelukke erg oorskat is en as dit onweerlegbaar gedemonstreer kan word, sal die teenkanting teen kernenergie grootliks verdwyn.

Ek is oortuig daarvan dat die ekonomie van die saak in finale instansie sal bepaal watter rol kernkrag in elektrisiteitsontwikkeling in Suid-Afrika sal speel. Ek is ook oortuig daarvan dat albei ons binnelandse

energiebronne, sowel steenkool as uraan, aanvullend tot mekaar benut sal moet word om in die groeiende vraag na elektrisiteit te voorsien, in plaas daarvan dat ons bykans al ons uraan uitvoer en al ons steenkool vir elektrisiteitsontwikkeling verbrand. Steenkool is 'n belangrike grondstof vir die chemiese nywerheid en vir vloeibrandstofproduksie. Per slot van sake, wat is die aanvaarbaarste, om die bietjie kernafval veilig op te berg, al moet ons nageslagte dit oppas, of om ons nageslagte sonder enige steenkool te laat?

#### **BRONNELYS**

1. Verslag van die Kommissie van Onderzoek na Elektrisiteitsvoorsiening in die Republiek van Suid-Afrika (Oktober 1984).
2. EVKOM-jaarverslag (1983).
3. Loubser, R.S. (1985). Lesing by die Simposium Kernenergie en die Omgewing, WNNR.