

JAARREDE

gehouden op de JAARVERGADERING van het genootschap, op 22 maart 1975 door Prof. Ir. W.N. van Eek

Mijnheer de voorzitter, dames en heren,

Toen ik benaderd werd aan het eind van het jaar met de vraag of ik als aftredend voorzitter van de Contact Commissie de Jaarrede zou willen uitspreken, hadden de volgende woorden wellicht kunnen helpen, als ik ze toen maar gekend had:

"Whenever a person is called upon to make a speech, the first question that enters his mind: What shall I talk about"

Gerald R. Ford, President of the USA.

Welnu, schrijvende anno 1975, het begin van de laatste kwart eeuw van het tweede millennium na Christus, ziet het er niet naar uit, dat deze rustige archeologische, bijna geologische benadering van de tijd kans ziet het opgejaagde gebeuren noch in de wereld, noch in eigen land te beïnvloeden.

Zowel de tegenwoordige α als de β -problemen, als ik ze zo gemakshalve noemen mag, waarmede men helaas zo dikwijls op emotionele wijze gekonfronteerd wordt, zijn meestal of sociaal of wetenschappelijk of technisch zo ingewikkeld en daarbij nog dikwijls met een multi-disciplinair sausje overgoten, dat veelal een persoonlijke analyse tot mislukken is gedoemd. Wil men echter toch, desondanks, het *eigen* inzicht in deze problemen-materie verbreden, dan wordt men overstelpt met grote hoeveelheden informatie en een rijkdom aan tegenstrijdige visies. Er blijft slechts één keuze over uit twee alternatieven: of men vormt zich spontaan een subjectief, wellicht zelfs een emotioneel oordeel, of men bedelft zich onder de papierwinkel van informatie, leest zich een mentale indigestie en gaat daarna gefrusteerd met een vertroebelde blik in de laatste kwart eeuw van het tweede millennium zitten staren. Ik wilde in mijn rede vandaag voorstellen, niet te denken aan visies die zich beperken tot het waarschijnlijk gebeuren in de volgende 25 jaren, maar eerder te zoeken naar richtlijnen die zich wellicht afspelen over langere tijd, een gedachte die ons geologisch denken ongetwijfeld nader aan het hart zal liggen.

Om maar meteen met de deur in huis te vallen, ik wilde hier de gedachte mee combineren, die in de Contact Commissie naar voren is gekomen:

Zou het nuttig zijn, als leden en buitengewone leden van ons Genootschap dwars door de gelederen van de kringen heen, studies of z.g. projecten in kleinere groepen gaan aanpakken, gebaseerd op de veelzijdige kennis en inbreng der verschillende groepsleden?

Vanzelfsprekend zouden deze groepen zo nodig versterkt kunnen worden door deskundigen buiten ons Genootschap, zonder evenwel het eigen karakter te verliezen.

Naast het kiezen van wetenschappelijke projecten denken we ook vooral aan de aanpak van problemen, die landelijk onze bevolking, studenten en pers in grote beroering brengen en waar een uitspraak gesteund door de meerderheid der gewone en buitengewone leden een zinvolle betekenis zou hebben, zowel binnen als buiten ons Genootschap en tevens de band tussen de leden zou kunnen versterken.

Aan de hand van enkele voorbeelden zou ik mogelijke projecten nader willen toelichten.

Men zou allereerst een hoofdingeling kunnen maken, zoals bijv. in: water, milieu, energie en andere onderwerpen.

Vandaag zou ik als onderwerp energie willen kiezen, omdat dit midden in ieders belangstelling staat. Bezien we speciaal het probleem toekomstige energie-behoefte, dan kan dit onderwerp o.a. verdeeld worden in toekomstige energie-behoefte voor de gehele wereld, voor West-Europa of voor Nederland alleen. Misschien wilt u het probleem aanpakken, zoals gepresenteerd aan de 2e Kamer in de Energienota door de Minister van Economische Zaken, de heer Lubbers. Deze nota is m.i. een voortreffelijk stuk werk, dat een goed overzicht geeft van de huidige stand van zaken en de daaraan vastgeknoopte beleidsvisie van de regering, die zich vnl. op de middellange termijn richt (tot 1985).

We zouden echter, onder de indruk van de plotselinge konfrontatie met de gebeurtenissen van de laatste jaren, het probleem toekomstige energie-behoefte ook kunnen baseren op de factoren, *schaarste* en *duurte*, reëel of denkbeeldig. Introduceren we dan tevens de faktor energiegroei, waarbij het element tijd ook een rol gaat spelen, dan wordt een prognose van hoe Nederland van de benodigde energie na 1985 voorzien kan worden op zijn minst gezegd groot belang. Uiteraard kan men het probleem tijd hier niet omzeilen, maar wel door tijdelijke eliminatie van de parameter tijd proberen het inzicht te verdiepen.

Ik wilde hiervan een voorbeeld geven. Enkele jaren geleden onmiddellijk na de publikatie van het rapport van de Club van Rome, begonnen er krantenartikelen te verschijnen, waarin gesteld werd, dat auto's opnieuw een luxe zou worden in de 80'er jaren, vanwege de te verwachten schaarste in ruwe olie. Het laat zich in denken, dat voor iemand, die het

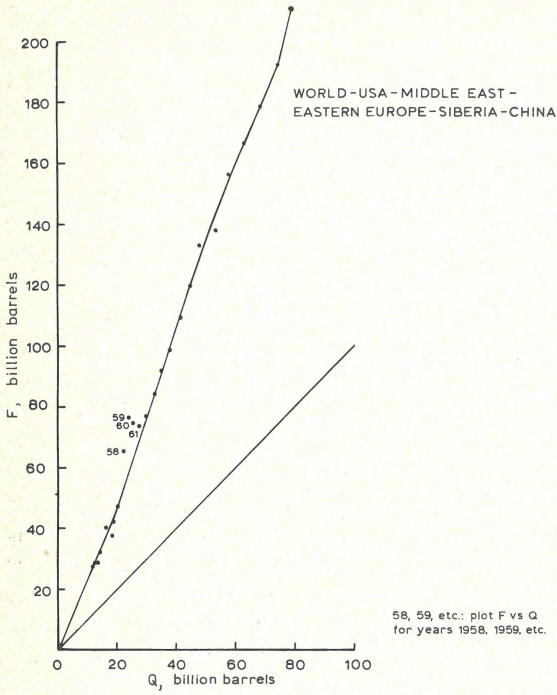


fig. 1

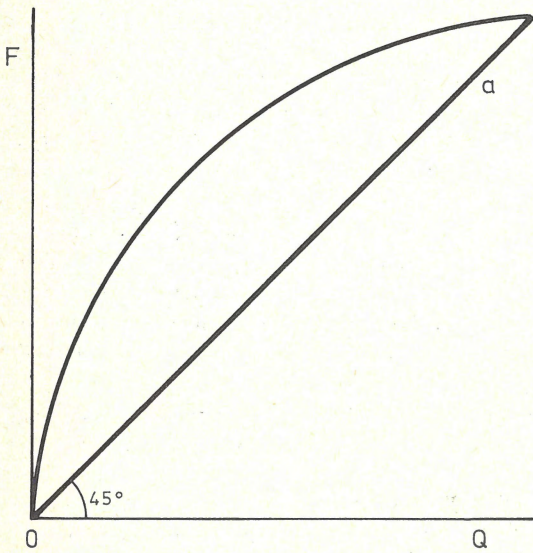


fig. 2

onderwerp petroleumwinning aan de TH Delft doceert, het een brandende vraag werd om aan zijn studenten aannemelijk te kunnen maken, hoeveel olie er nog wel ontdekt zou kunnen worden, vooral voor hen, die van plan waren om hun carrière in de petroleumindustrie te maken. Het lag voor de hand om tijdens kolleges schattingen te laten zien van welbekende deskundigen, welke, zo wil het aloude gebruik, zelden op een gedocumenteerde verklaring berusten. De waardering

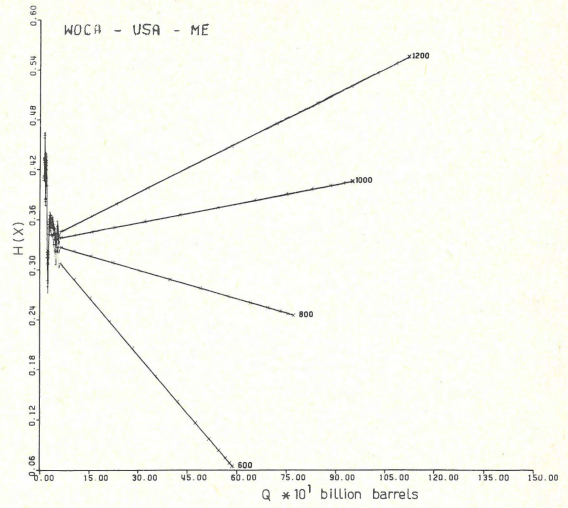


fig. 3

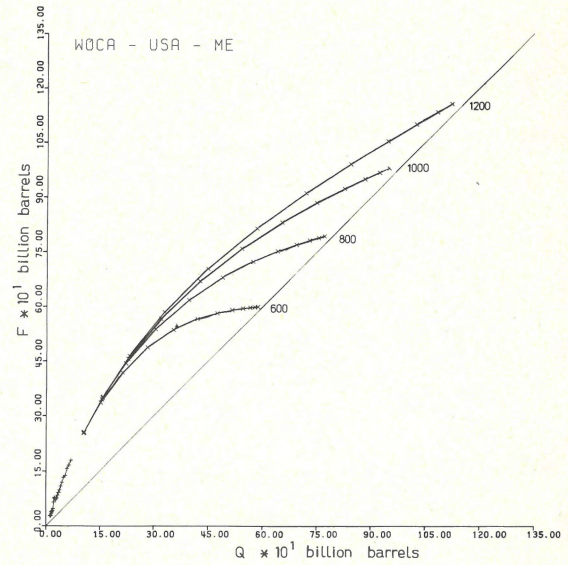


fig. 4

en redelijkheid van de orde van grootte van deze cijfers konden dus helaas alleen aan de faam van de experts gekoppeld worden, een ietwat ongebruikelijke academische werkwijze. Ofschoon er wel statistische methoden beschreven worden, die toegepast kunnen worden op goed bekende olieprovincies, zijn dergelijke methoden niet bijzonder geschikt voor de minder geëxploreerde bekkens.

Het bleek echter mogelijk om een methode te ontwikkelen gebaseerd op één der axioma's van de mijnbouwer, n.l. dat de producent die zijn erts of olie reserves produceert, steeds zal proberen deze reserves te vernieuwen door te exploreren. Zoals reeds valt op te merken, speelt de faktor tijd hierbij geen rol. Men zoekt alleen naar nieuwe reserves, als men de reeds bestaande reserves aan het produceren is.

Een enkel voorbeeld: Men zet nu jaarlijks tegen elkaar uit: de cumulatieve produktie van een bepaald gebied tegenover de cumulatieve ontdekkingen van hetzelfde gebied, m.a.w. de totale hoeveelheid olie (F), die ontdekt is, wordt jaarlijks tegen de totale hoeveelheid olie (Q), die in dat gebied geproduceerd is, uitgezet. Figuur 1 geeft een vroeg ontwikkelingsstadium aan van een aantal olieprovincies tesamen, n.l. de wereld zonder de VS en Midden Oosten, Oost-Europa, Sibirië en China. Het blijkt dat voor de eerste 45 miljard bbls produktie een vrijwel lineair verband gevonden is, dat pas langzaam daarna van een rechte lijn gaat afwijken. Men zou nu graag willen weten, hoeveel olie nog wel ontdekt zou kunnen worden. Figuur 2 geeft een geïdealiseerde voorstelling. Zoals hieruit blijkt, zal uiteindelijk de kromme die het verband tussen cumulatieve produktie tegen cumulatieve ontdekkingen uitdrukt, de lijn getrokken onder een hoek van 45° snijden en dit is uiteindelijk het punt, waar alle in totaal te ontdekken olie ook geproduceerd zal zijn. In het aangehaalde geval zouden we dus graag willen weten, op welke wijze deze min of meer rechte lijn langzamerhand omkromt om uiteindelijk de lijn onder 45° te snijden, wat ons het antwoord zal geven, hoeveel olie in totaal ontdekt kan worden.

Dit vraagstuk kan opgelost worden met behulp van dezelfde methode, die wel eens gebruikt wordt om de ontknoping van een detective roman te weten te komen, n.l. door "*eerst de laatste bladzijde te lezen*". Men begint dus met het antwoord, dat men zo graag zou willen weten, aan te nemen, m.a.w. voor dit gekozen geval nemen we bijv. aan dat er in totaal 600, 800, 1000 en 1200 miljard bbls gevonden zullen worden. We zullen in feite nagaan, wat enkele vrij redelijk schijnende oplossingen impliceren. Deze worden volgens een mathematisch verband onderzocht en figuur 3 laat een bepaalde mathematische functie $h(x)$ uitgezet tegen de cumulatieve produktie zien. Het blijkt d.m.v. een filosofische beschouwing, dat de geëxtrapoleerde stijgende lijnen indiceren, dat de industrie zich in de laatste jaren in feite niet zo ingespannen heeft om al de olie te vinden die er te verwachten was, terwijl juist de geëxtrapoleerde dalende lijnen indiceren, dat de industrie in de laatste jaren harder gezocht heeft dan in feite economisch verantwoord was, m.a.w. het recente tempo van exploratie lag in wezen te hoog voor de aanname van 600 en 800 miljard bbls en het recente tempo lag in wezen te laag voor 1000 en 1200 miljard bbls. Als de lijn horizontaal loopt, dan bereikte de industrie een schijnbaar evenwicht tussen het zoeken naar en de alsnog te vinden reserves. Figuur 4 demonstreert de prognose voor de verschillende aannamen.

Welnu, om de beste raming te kiezen, zal degene die de schatting maakt, zich dus de vraag stellen, hoe heeft de industrie in de laatste jaren gereageerd: n.l. heeft de industrie te langzaam of te snel naar de olie gezocht die er nog te vinden was.

Terzijde, deze vraag is soms nog wel eens gemakkelijker te beantwoorden, dan men zo op het eerste gezicht zou denken. Het zou te ver voeren om in detail deze methode te bespre-

ken, maar ik wilde alleen demonstreren, dat soms door de parameter tijd te elimineren en het antwoord aan te nemen, de redelijkheid van het aangenomen antwoord beter belicht kan worden. Ik wilde dezelfde gedachte toepassen voor de toekomst van de Nederlandse energie. Men zegt in de pers, dat heden ten dage het jaarlijkse tekort op de betalingsbalans 10 miljard gulden zou bedragen, als er geen Gronings aardgas geproduceerd zou worden.

In de laatste Nieuwsbrief gaf Weeda een kort overzicht van de ramingen betreffende de beschikbaarheid van gas uit Nederlandse bodem. Hieruit blijkt dat reeds na 1985 minder dan 50% van Nederlands energie voorzien kan worden uit Nederlands gas. Bovendien geloof ik, dat het redelijk is om aan te nemen, dat rondom deze tijd de kosten van fossiele brandstof, vanzelfsprekend gekompenseerd voor inflatie, niet lager, eerder hoger zullen zijn dan nu. Naast energie besparingen, die men ongetwijfeld zal leren maken, en de introductie van nucleaire energie bronnen waarover ik straks nog iets zeggen zal, moeten we nagaan, of er nog andere energiebronnen in Nederland te verwachten zijn, die onze toekomstige energie *armoede* zullen verlichten. De energienota noemt er een aantal, zoals bijv. zonne energie, winden energie, golven energie, waterkracht gewonnen uit de Nederlandse rivieren, getijden energie en tenslotte geothermische energie.

Deze minder konventionele vormen van energie zullen ongetwijfeld de aandacht verkrijgen van de landelijke werkgroep wetenschappelijk energie onderzoek onder verantwoordelijkheid van het wetenschappelijk beleid en de stuurgroep meerjaren energieplan onder verantwoordelijkheid van Economische Zaken. Ik zou me persoonlijk hier alleen willen beperken tot enkele opmerkingen betreffende de geothermische energie in Nederland. Dit onderwerp werd belicht door Boomer in een lezing gehouden voor de Geofysische kring op 6 februari van dit jaar. Misschien mag ik in het kort nog iets naar voren brengen: in de eerste plaats door de te winnen geothermische warmte uit de bodem te vergelijken met de te winnen energie uit een olie accumulatie. De totale theoretische geothermische warmte die zich in een laag gesteente van 1 km^2 oppervlakte en 100 m dik en 25% porositeit bevindt, bedraagt 5.10^{12} K.cal , mits het water 100°C warmer is dan de gewenste temperatuur aan de oppervlakte. Een olielaag van dezelfde afmetingen als hierboven heeft $160.10^{12} \text{ K.cal}$ theoretische warmte energie, waarvan wellicht 10.10^{12} K.cal in een elektrische centrale als hoogwaardige elektriciteit gewonnen kan worden. De geothermische warmte is echter laag thermische warmte, die niet geschikt is om elektrische energie mee op te wekken, maar wel om huizen en gebouwen te verwarmen. Men kan deze warmte winnen door koud water via een injectieput door de laag naar een producerende put te pompen, het formatiewater wordt dan eerst geproduceerd, daarna de warmte van het gesteente, dat door het koude water wordt opgenomen. Men dient dus de putkosten, de cirkulatiekosten (verkregen met hoogwaardige energie), de "verdringings" verliezen, enz. in rekening te brengen. Men kan dus meestal slechts een klein gedeelte van de theoretische warmte winnen (maximaal 30%)

Naarmate de permeabiliteit van de formatie lager zal worden, m.a.w. de doorlatendheid van het gesteente minder zal zijn, zullen de cirkulatiekosten hoger zijn, en zal men ook minder warmte energie effectief kunnen winnen.

Hieruit blijkt, dat, mits er geen warmte van boven- en onderliggende lagen aangevoerd wordt, men slechts op een bescheiden bijdrage aan geothermische warmte zal kunnen rekenen. Er zijn bovendien niet veel goed permeabele lagen in Nederland bekend, die op een diepte van 3000 m voorkomen. Het voorbeeld toont ook aan, dat exploratie naar hoogwaardige warmte uit olie nog altijd te preferen valt.

I.v.m. deze teleurstellende konklusie heeft Goemans enkele andere gevallen onderzocht, waarvan de volgende wellicht hier het vermelden waard is. Het is n.l. bekend uit Zuid Limburg, dat waterhoudende zandsteen en kwartsiet banken in het Carboon voorkomen. Deze zijn door Kimpe en Berding beschreven. De zandsteen- en kwartsietbanken kunnen een grote permeabiliteit vertonen door het optreden van diverse systemen van elkaar snijdende openstaande splijtvlakken. Het ligt voor de hand om te veronderstellen — misschien een wel wat boude veronderstelling — dat in het Boven-Carboon van West-Nederland, hetgeen op 4 à 5000 meter diepte ligt, dezelfde soort permeabele zandsteenlagen zouden kunnen voorkomen.

Om deze spekulatieve mogelijkheid te kunnen evalueren, werd een 4 meter dikke kwartsiet laag aangenomen met een porositeit van 4% en een hoge permeabiliteit. Koud water werd door middel van een put 1000 m verwijderd van de warm water producerende put geïnjecteerd. Het temperatuurverschil tussen het geïnjecteerde water en de oorspronkelijke reservoir temperatuur werd aangenomen op 100°C, dus bijv. injectiewater temperatuur 50°C, reservoir temperatuur initieel 150°C. Twee berekeningen werden uitgevoerd, het eerste geval, dat men het gehele jaar continu doorgaat met injecteren, dus warmte te onttrekken en het tweede geval, dat men elk jaar een half jaar stopt, omdat in de zomermaanden geen afname van warmte voorzien wordt. Het tweede geval blijkt voor verschillende doorstromingssnelheden alleen interessant, omdat in het eerste geval al na enkele jaren geen belangrijke warmte door het steeds geringer wordend temperatuurverschil tussen het koude injectie en het warme Produktiewater uit het reservoir onttrokken worden.

Zou men inderdaad deze kwartsiet lagen in het westen des lands op grote diepte aantreffen, dan zou men onder gunstige omstandigheden 12.5 m³ olie equivalenten per dag aan warmte kunnen winnen, zonder evenwel rekening gehouden te hebben met de kosten voor het boren van de 2 putten en de jaarlijkse waarschijnlijk hoogwaardige energiekosten om het water rond te pompen.

Helaas moet gekonkludeerd worden, dat voorlopige berekeningen aantonen, dat geothermische warmte, indien het gewonnen wordt d.m.v. verplaatsing van het stationnaire formatiewater of t.g.v. konduktie uit nevengeesteente in hoog permeabele dunne lagen, misschien hier en daar een lokale toepassing zal kunnen vinden, maar zeker voorlopig niet als

een belangrijke nieuwe bron van warmte energie in Nederland beschouwd kan worden.

Deze konklusie geldt echter niet, mocht in Nederland nog plaatselijk opwelling van heet water plaats vinden, hetgeen van grotere diepte het gesteente op hogere niveaus door konvektie verwarmt. Misschien zou dit laatste een vruchtbaar onderwerp kunnen zijn voor een werkgroep.

Met het sluiten der mijnen en de beslissing, dat voorlopig geen kool gewonnen wordt in de Peel, is voorlopig na vele jaren van geweldige inspanning een einde gekomen aan deze roemrijke industrie. Men zou zich echter kunnen afvragen of de kolen, die zich vrijwel overal op grotere diepte onder de Nederlandse bodem in het Boven-Carboon bevinden, niet een rol zouden kunnen spelen in de toekomstige energievoorziening in Nederland. Men heeft o.a. gedacht aan ondergrondse vergassing. Helaas waren tot nu toe onderzoeken in die richting niet bemoedigend, zoals onlangs beschreven is in de studie van Stuffken en Wetzels. Een andere methode, die wel eens genoemd is, maakt gebruik van organische oplosmiddelen om de kool ondergronds te winnen. Tot dusver is hier weinig over gepubliceerd en mededelingen van insiders klinken niet erg hoopvol. Als derde mogelijke methode zou ik het winnen van kolen langs mechanische weg d.m.v. boorgaten willen noemen. Hier in Delft hebben we sinds enige tijd een studie gemaakt van deze mogelijkheid. Het is gebaseerd op een toepassing van het gedevieerd boren, wat sinds de offshore ontwikkelingen op grote schaal wordt toegepast. Op de Noordzee bereikt men al deviaties van 60° uit de vertikaal en McCulloch haalde zelfs 83° in een boring op de Redondo Beach in Californië in 1972.

Het idee berust op het boren in de richting van de helling van de laag om vervolgens met de "room and pillar" methode de kool te winnen (fig. 5), waarbij de kool met schrapers door middel van een gleuf losgemaakt wordt (fig. 6). Na verbrijzeling zou de kool dan met de spoeling door het boorgat opgevoerd worden. Eén der vereisten is uiteraard, dat de spoeling zo verzaamd moet zijn, dat noch dak noch vloer de gemaakte holle ruimte kunnen verstoren.

Een groot gedeelte van de studie zover werd dan ook besteed om d.m.v. de eindige elementen methode na te gaan of dit mogelijk is zonder dat de zware spoeling het nevengeesteente zou splijten. De eerste indicaties van dit onderzoek waren in het algemeen bemoedigend. Voorts moet nagegaan worden, of een opvouwbare schraper zoals hier gemodelleerd inderdaad voldoen kan aan de gestelde eisen.

Een dergelijk nieuw proces brengt talloze problemen met zich mee, die alvorens men tot veldproefnemingen kan overgaan, verder doordacht moeten worden. Ook hierbij zou de steun van een werkgroep bijzonder waardevol kunnen zijn. Wel is het duidelijk, dat deze methode zoals deze nu voor ons ligt, in ieder geval gemakkelijker in steile en ondiepe lagen dan in diepere, vlakkere lagen geprobeerd kan worden. Een groot aantal van de initiële problemen lijken hiermede zich minder te doen gelden. Dergelijke steilere lagen komen in vele landen van West-Europa voor, zodat het niet te moeilijk

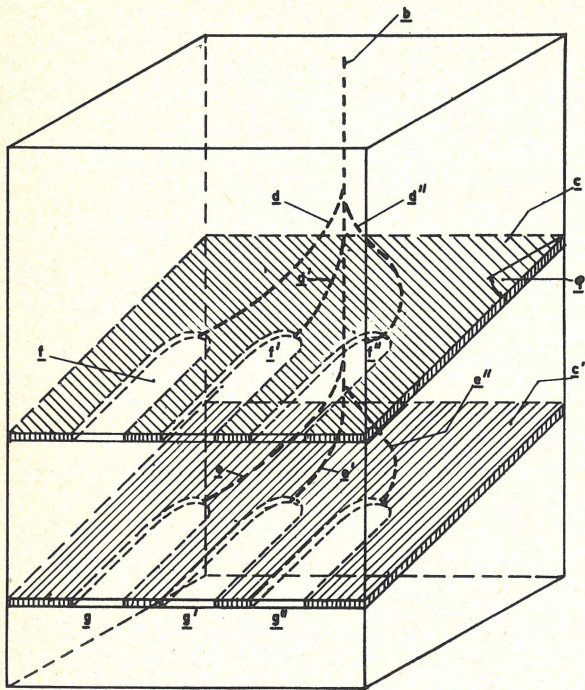


fig. 5

lijkt om evt. de eerste proefnemingen onder deze omstandigheden aan te zetten.

Vanzelfsprekend kan een dergelijk onderzoek uitsluitend voortgang vinden, als er fondsen ter beschikking worden gesteld.

In het algemeen zou ik willen stellen, dat de niet-konventionele vormen van energie in Nederland in ieder geval wél verder onderzoek verdienen, maar men mag er voorlopig niet op rekenen, dat hierdoor de Nederlandse energiebehoeften in belangrijke mate opgevangen zullen worden.

De konklusie kan dus niet anders zijn, dat over een bepaalde tijd na het wegvallen van het aardgas, zonder het tijdstip verder te definiëren, Nederland vnl. aangewezen zal zijn op geïmporteerde energie, tenzij nucleaire energie ontwikkeld wordt. Vanzelfsprekend moet uranium zelf geïmporteerd worden, maar vergeleken met fossiele brandstoffen ligt het import probleem anders. Volgens de Energienota op blz. 229 is het importverschil tussen 3 kerncentrales ad 1000 M.W. en 3 konventionele centrales ad 1000 M.W. in 1985 bijna 4 miljard gulden ten gunste van de kerncentrales.

Zou men deze kernenergie niet tijdig ontwikkelen, dan blijft slechts over: fossiele brandstof te importeren. Zoals reeds gesteld, zullen de kosten zeker niet lager zijn dan nu, wellicht veel hoger, hetgeen op den duur de Nederlandse betalingsbalans niet alleen nadelig, maar katastrofaal zal beïnvloeden en hiermede zou een einde komen aan onze welvaartstaat. Ik geloof dan ook, dat als we een sprong vooruit mogen maken, zonder ons aan de tijd te koppelen, dat we in Neder-

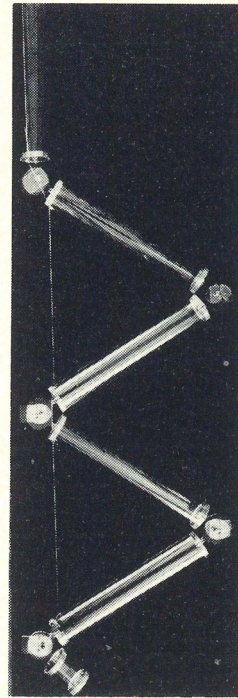


fig. 6

land vanzelfsprekend er alles op moeten zetten, om snel kernenergie te ontwikkelen zonder gevaar voor onze bevolking.

Ik neem dan ook aan, dat ons Genootschap graag voor zover mogelijk, aan deze ontwikkeling zal willen meewerken.

De problemen die op de weg van de geologen en de mijnbouwers liggen zijn tweevoudig.

In de eerste plaats wordt door de tegenstanders gesproken over mogelijke katastrofale ongelukken, die zouden kunnen ontstaan door het niet functioneren van de primaire koeling van de atoomreactoren veroorzaakt door een z.g. "guillotine" breuk in het koelingscircuit. Het is dan de vraag in hoeverre men dit gevaar met beveiligingsinstallaties kan vermijden.

Statistische analyses vergelijken meestal kernreactor katastrofen met bijv. het falen van de Delta werken. Deskundigen zijn van mening, dat statistisch gesproken het weliswaar minimale jaarlijkse risico voor de mens in beide gevallen vergelijkbaar moet zijn. De huidige controverse tussen deskundigen bestaat uit het verschillend beoordelen van het statistische risico. Dit wordt o.a. bepaald door de afstand waarop men zich bevindt van de kerncentrale.

Komt men na verder wetenschappelijk onderzoek uiteindelijk tot de konklusie, dat statistisch gesproken de risico's onaanvaardbaar zijn, dan zal men m.i. naar een alternatieve uitvoering dienen te zoeken. In dit geval is er maar één oplossing. Als men de kernreactoren, welke nu voor 1985 gebouwd moeten worden, n.l. drie 1000 M.W. centrales in Nederland niet aanvaarden kan, zal men gedwongen zijn ze verder buiten de bewoonde wereld, dus buitengaats, te plaat-

sen. Wij in Nederland met onze kennis in offshore ontwikkeling, zouden één der eersten moeten zijn om dit te onderzoeken. In verband met de hoge kosten rijst de vraag, of de reactors op een kunstmatig eiland, of op stalen of betonnen platforms geplaatst moeten worden, waarbij het reactor gedeelte evt. ter wille van de veiligheid onder de zeebodem, met alle moeilijkheden vandien.

De kosten van een kunstmatig opgeworpen eiland van 5X 5 km zijn door van Dijk in 1972 begroot op meer dan 1 miljard gulden, een bedrag dat in dezelfde orde van grootte lijkt te liggen als het meer-bedrag dat genoemd werd voor een gedeeltelijke afdamming van de Oosterschelde. Een gedetailleerd onderzoek om later tot een snelle beslissing te geraken, zou m.i. nu ondernomen moeten worden.

Het andere punt, dat onze bijzondere aandacht verdient, is de verwerking van de radio-actieve afval. Zoals bekend is, spreekt men over lava, mava en hava, oftewel laag-actief, middel-actief en hoog-actief vast afval. Tot dusverre biedt het opbergen van lava door storten in de Oceaan in geperste en ingebetonnerde blokken geen moeilijkheden. Het is algemeen erkend als een akseptabele methode.

Mava zou waarschijnlijk het beste opgeborgen kunnen worden in stortholten en in dit verband denkt men aan de grote zout voorkomens in Nederland die daar wel geschikt voor zijn.

Een andere mogelijkheid moet m.i. ook onderzocht worden, n.l. het injecteren van *vloeibare mava*, een contradictio in terminis, in klei-houdende zanden. In Nederland zijn klei-houdende zanden bekend, die goed geschikt lijken om ionen van zware metalen, dus kationen, langdurig vast te houden.

Aangezien deze zanden voorkomen in brak of zout-water kondities, en gescheiden zijn door dikke kleilagen van grondwater lagen, zou er geen gevaar voor het grondwater kunnen ontstaan. Het zal dus aanbeveling verdienen, om te onderzoeken of dergelijke klei-houdende zanden ook onder de Noordzee voorkomen, zodat er geen twijfel mogelijk is, dat ooit dergelijk afval de Nederlandse inwoner zorgen zou kunnen baren. De injectie van de mava zelf zou bijzonder goed gevolgd kunnen worden in observatieputten door haar "tracer" eigenschappen.

Kortom, een nieuw studieobject voor een werkgroep.

Hava is de kwaaië pier, vooral de z.g. high level waste (HLW) ofschoon de te verwachten kwantiteiten niet groot zijn. Naast beta- en gammastraling is ook de hoge warmte afgifte hinderlijk.

Opbergmogelijkheden zijn vanzelfsprekend weer de zoutformaties in Nederland en op de Noordzee, maar men zou ook kunnen denken aan het opbergen in de kolenlagen onder het zout. Kleine opberg ruimten kunnen zeer zeker gemaakt worden door in vlakke lagen bijv. een holle ruimte te maken van enkele meters breed. Men zou de hava, zowel in vloeibare als in omgewerkte vaste vorm d.w.z. ingesmolten in glas daar kunnen plaatsen, waarna de afsluiting van de kolenlaag in het bovenliggende zout op permanente wijze zou kunnen geschieden.

Voorwaar, een interessant probleem voor een werkgroep.

Indien men aksepteert dat het leeuwendeel van de elektriciteitsvoorziening in Nederland gebaseerd zal zijn op nucleaire energie en dat ook een kernenergie oplossing gevonden zal worden voor verwarming, hetzij door kerncentrales dicht bij de klant te zetten, hetzij door omzetmethoden zoals bijv. door de warmtepomp te gebruiken, dan moet nog steeds een oplossing gevonden worden voor de energievoorziening van mobiele eenheden. Immers, men zal t.z.t. ook voor het transport en verkeer het koolwaterstoftijdperk moeten verlaten, al was het alleen maar noodgedwongen vanwege de hoge importkosten.

Het is dus van belang om een prognose te maken, wat er dan zal gebeuren, zonder zich nu druk te maken, wanneer dit precies zal plaats vinden. Ik zou willen stellen, dat een tegenwoordig nogal veel gehoorde opinie over het dan ingaan van een nieuw waterstoftijdperk mij persoonlijk ook aantrekkelijk lijkt.

Wel dient opgemerkt te worden, dat deskundigen het niet altijd eens zijn over de vraag, of het werkelijk mogelijk zal zijn om goedkopere accumulatoren met hoog rendement, groot accumulatievermogen bij beperkte afmeting en een laag gewicht te fabriceren, m.a.w. zou men hierin slagen, dan is er voor het landtransport ook geen waterstof als brandstof nodig.

Voorlopig wil ik me scharen bij de groep, die de kans op een akseptabele accu oplossing een geringe kans geeft en werk ik daarom de prognose van uiteindelijk noodzakelijk waterstofgebruik voor transport verder uit. Men zal zich allereerst afvragen, wat voor effect zou dit bijv. op een auto hebben. Welnu, een vloeibare waterstoftank met een energiecapaciteit vergelijkbaar met 40 tot 50 liter benzine kost heden ten dage f. 10.000,- waarbij de verliezen tot 1% waterstof per dag beperkt worden. Het lelijke eendje wordt nu wel duur. Wat betreft de kosten van de vloeibare waterstof in Uw auto, deze zullen niet hoger zijn dan de huidige prijs van de benzine, mits de fiskus er dan geen belasting op gaat heffen.

Het ligt voor de hand de vloeibare waterstof nucleair te bereiden via de weg der electrolyse of via een recent ontwikkeld, z.g. Mark I proces, hetgeen van Lier een geraffineerd thermochemisch kringproces noemt, waarbij waterstof bereid wordt in vier stappen, en gebruik gemaakt wordt van kwik, chroom en cadmium. Toch kleven er ook wel bezwaren aan het bereiden van waterstof op deze wijze, want indien we waterstof als energiedrager gaan gebruiken in de tijd dat de energie enkel nog te verkrijgen is door transformatie van splijtings-kernenergie, zal het ongetwijfeld leiden tot een sterke toename van dit soort kerncentrales, hetgeen niet door iedereen een aantrekkelijke oplossing gevonden wordt.

Het is de vraag, of dit de enige economische oplossing zal blijken te zijn. Ik meen, dat het tijd wordt om ook een geothermische mogelijkheid te gaan bestuderen, die tot nu toe geheel geen aandacht heeft gekregen, n.l. een onderzoek naar de mogelijkheid om energie evt. in de vorm van waterstof te winnen in het immense gebied bijv. van de Mid-Atlantische rug en wel om de volgende redenen.

Volgens Palmason is het waarschijnlijk dat de gemeten en

sterk variërende warmte conductiviteit tot 100 km vanuit het midden van de Mid-Atlantische rug veroorzaakt wordt door vrije convectie van het zeewater in de bovenste bazaltlagen die zich hier bevinden. Aangezien er dus een reden is, om naast horizontale permeabiliteit in de gelaagde lava's ook verticale z.g. fracture doorlatendheid aan te nemen, zal men kunnen veronderstellen, dat er een aanzienlijke hoeveelheid winbare geothermische energie aanwezig zou kunnen zijn. Bijv. neemt men een blok van 10x km met een dikte van 1 km, dat zich op enige diepte onder de zeebodem in de Atlantische rug bevindt met een gemiddelde temperatuur van 350°C, dan zou zonder convectie de thermische energie, die bij afkoeling tot 177°C zou vrijkomen, equivalent zijn aan 7000 x 10⁶ bbls olie. Deze z.g. "liquid-dominated convection hydrothermal resources" kunnen volgens Hickel in elektrische energie worden omgezet.

Zelfs, al zou maar 10% van de thermische energie als elektrische energie winbaar zijn, dan is het equivalent van 700 x 10⁶ bbls olie al indrukwekkend. Nog interessanter wordt het mogelijke winnen van de z.g. "vapor-dominated convection hydrothermal resources" uit de magma systemen in de omgeving van de Centrale slenk.

Iets verder fantaserend zou men kunnen zeggen, dat de gehele wereld op deze wijze belangrijke hoeveelheden geothermische energie uit de oceanruggen zou kunnen onttrekken. Het levensgrote probleem, "hoe halen we deze energie eruit", lijkt in de naaste toekomst niet onoplosbaar meer te zijn. De industrie is ervan overtuigd, dat men nu of in de naaste toekomst gecontroleerd in diep water van 2000 meter kan boren. De drijvende eilanden en dus ook de productie eilanden worden bijna met de dag groter en imposanter.

Een ontwerp van een Noorse maatschappij, Trosvik Gruppen, genaamd de Big Buoy 600°, een gigantisch drijvend offshore platform kan reeds 6000 ton deklust stouwen en wordt dynamisch op zijn plaats gehouden. We hoeven niet te veel verbeelding te hebben, dat binnen enkele jaren drijvende fabrieken tot bijna alledaagse faciliteiten gerekend zullen worden. Het transport van vloeibaar methaan is nu reeds zo gewoon, weliswaar kostbaar, dat het redelijk lijkt, dat ook vloeibare waterstof op dezelfde wijze in de toekomst getransporteerd zal kunnen worden.

Op het ogenblik taxeert Hickel in de VS, dat in het jaar 1980 men met een bedrag van \$ 200 per opgewekte kilowatt rekenen mag om de geothermische winning te bekostigen. Als de kosten niet hoger zijn, komt men even duur uit als met een kerncentrale van gelijke capaciteit. In ons geval zou hier ook het transport van het vloeibare waterstof uit betaald moeten worden, d.w.z. voor één 1000 M.W. centrale beschikt men over \$ 200 x 10⁶.

Misschien is een dergelijk bedrag voor nog grotere eenheden een haalbare kaart, maar in dat geval moeten de geothermische putten wel gigantische producenten worden en men kan zich afvragen, *waarom ook eigenlijk niet*. Het lijkt in ieder geval de moeite waard om zich hier verder in te verdiepen, zowel technisch als economisch. Het is wel van belang dat op de thans plaats vinden de internationale Zeerecht Conferentie te Geneve het Nederlandse standpunt gehandhaafd blijft, n.l. dat, wat betreft de formaties onder de zeebodem, deze uitsluitend onder het continentale plat en hoogstens nog onder een gedeelte van de continentale "slope en rise" aan de kuststaten worden toegewezen, maar verdere toezeggingen aan individuele staten niet erkend worden. Een dergelijk standpunt brengt dan met zich mee, dat het grootste gedeelte van de Oceaanbodem internationaal eigendom van alle naties zal worden, en dus, dat een redelijke regeling voor de ontwikkeling van dit immens gebied gevonden moet worden. Voor zover mij bekend, vindt Nederland, dat een internationaal regelende organisatie zodanig opgezet moet worden, dat het nooit zal kunnen leiden tot een blokkering van de ontginning van de schatten der zeebodem.

Mijnheer de voorzitter, ik eindig mijn betoog in de hoop dat ik heb kunnen aantonen, dat er wellicht voldoende fascinerende onderwerpen gevonden kunnen worden om werkgroepen in het leven te roepen.

LITERATUUR

1. Energienota van Minister van Economische zaken aan Tweede Kamer der Staten Generaal, 26 september 1974, nr.13222
2. Forecasting future hydrocarbon discoveries based on a relationship between past production and reserves, W.H. van Eek, SPE 4828, AIME, mei 1974
3. De problematiek van de ondergrondse vergassing van steenkolen, Dr.Ir. J. Stuffken, Ir. F.J. Wetzels De Ingenieur, blz. 425, jrg. 86, nr. 22, 30 mei 1974
4. McCulloch slants 83° holt at Redondo Beach Oil and Gas Journal, nov. 20, 1972, pag. 42
5. The Fortune, May 1973, pag. 216 big blow up over Nuclear Blow down.
6. Reaktor veiligheid en risico analyses Drs. W.C. Turkenburg, De Ingenieur blz. 189, nr. 10, 7 maart 1974
7. Eilanden in de Noordzee Ir. J.J. van Dijk A 229, De Ingenieur, jrg. 84, nr. 15, 14 april 1972
8. The Fortune, November 1972, pag. 138 coming hydrogen economy.
9. Geothermal Walter J. Hickel, University of Alaska energy.
10. Thermodynamische beschouwing over de elektriciteitsproductie in Nederland in de toekomst, Prof.Ir. J.J.C. van Lier De Ingenieur, blz. 537, jrg. 86, nr. 27, 4 juli 1974.