Referate

Opleiding van geofisici in Suid-Afrika

R.J. Kleywegt

Assistent-direkteur, Afdeling Geofisika, Geologiese Opname, Privaatsak x112, Pretoria 0001

UITTREKSEL

Die vraag na meer, en veral gespesialiseerde, geofisici in die Republiek van Suid-Afrika neem met die land se ontwikkeling toe. Aangesien die take mettertyd veeleisender gaan word, moet voorsiening vir die situasie betyds gemaak word. 'n Oplossing kan bereik word deur voldoende geskikte jong mense na die beroep te lok, hulle toereikend op te lei en betrekkings aan te bied wat interessant is en die nodige intellektuele uitdaging bied. Die huidige stand van sake ten opsigte van opleiding in Suid-Afrika word uiteengesit en daar word bevind dat dit dringende aandag verg.

ABSTRACT

Training of geophysicists in South Africa

The demand for more, and particularly specialized, geophysicists in the Republic of South Africa has increased with the country's development. Since future demands will be more exacting the required preparations will have to be made for this situation timeously. This can be achieved by enticing sufficient suitable young people to the profession, training them adequately and placing them in positions which are interesting and offer the required intellectual demands. The present situation with respect to training in South Africa is discussed and is found to require urgent attention.

1. INLEIDING

Die opsporing en ontwikkeling van 'n land se aardkundige potensiaal en hulpbronne, hetsy geskikte damterreine, grondwaterbronne of delfstofafsettings, is in 'n ontwikkelende land aanvanklik redelik eenvoudig. Namate die ooglopende hulpbronne ontwikkel word, word 'n groter mate van gespesialiseerde vermoë geverg om nuwe, minder ooglopende en ontoegankliker bronne te benut.

Die gevolg is dat meer, en beter opgeleide, persone met verloop van tyd nodig is om dieselfde eindresultate te behaal. As die toekomstige vraag na die bogenoemde hulpbronne in ag geneem word, is dit duidelik dat daar 'n toenemende vraag na geofisiese dienste sal wees en dat die ekonomiese en sosiale belang van die beroep daardeur moet baat.¹ In die geval van 'n gespesialiseerde, toegepaste beroep soos dié van die geofisikus, waarvan die vak nie op skool nie en ook aan betreklik min universiteite en kolleges (tegnikons) plaaslik en oorsee gedoseer word, is die toekomstige krag en groei van die beroep afhanklik van die kweek van prikkende opvoedkundige programme van hoë gehalte vanaf die vroegste moontlike stadium.

Benewens aanmoediging aan jong mense om 'n loopbaan in Geofisika te volg, is dit nodig om geofisikadepartemente waar hulle opgelei word, soveel moontlik te ondersteun, veral op maniere wat die loopbaan aantrekliker maak, die kursusaanbieding vergemaklik en die gehalte daarvan verhoog.²

Verder, omdat die uiteindelijke doel van alle geofi-

siese ondersoeke 'n verbeterde insig in die struktuur van die aarde is ongeag die betrokke toepassingsgebied waarvoor die kennis op daardie tydstip nodig is, is 'n noue samewerking met en wedersydse kontrole tussen geoloë en geofisici (gesamentlik is hulle aardwetenskaplikes) baie nodig en belangrik. Die opleiding van geofisici moet dus van so 'n aard en gehalte wees dat 'n verstaanbare en betroubare boodskap oorgedra sal word. Die beperkings wat mag geld as gevolg van toerusting, dataverwerking, dubbelsinnige interpretasies, ens. moet behoorlik uiteengesit word, sodat daar nie meer verwag word as wat werklik bereik kan word nie.

2. UITEENSETTING VAN GEOFISIKA

Voordat die opleiding van geofisici ondersoek word, sal die vakgebied beskou word asook wat daar in die praktyk van die geofisikus verwag word.

Uit die woord *geofisika* kan afgelei word dat dit die bestudering van die aarde deur middel van die fisika is. Elke geofisiese ondersoek is in der waarheid 'n fisika-eksperiment wat in die natuur uitgevoer word. Geofisiese metings word in die lug, op die grond, ter see en in boorgate gemaak. Die omstandighede wat daar aangetref word, is meesal baie swakker as dié wat in 'n laboratorium geld en afwykings van teoretiese aannames, is algemeen. Klassieke fisiese metodes word toegepas en in instrumente word gebruik gemaak van die nuutste tegnologie om die kleinste seine te meet, terwyl waarnemings en verwerkingstegnieke daarop ingestel is om die grootste sein-

tot-ruisverhouding te verkry. Die geofisikus gebruik in werklikheid alle hulpmiddels tot sy beskikking – behalwe die mikstokkie – om meer inligting oor die aarde en veral die dieptedimensie daarvan te verkry. Korreksies word vir bekende of berekenbare afwykings aangebring, waarna die gegewens in fisiese modelle omgesit word (inversieproses), met algoritmes wat dikwels afhanklik is van kragtige rekenars. Die finale stap verg die vertolking van die fisiese modelle in terme van waarskynlike geologiese omstandighede.

2.1 Onderverdeling van geofisika

Die vakgebied kan in twee verdeel word, nl.:

(1) *Aardfisika*, wat daarop ingestel is om die fisiese struktuur van die hele aarde, die interne samestelling daarvan, asook prosesse wat daarin plaasvind, te ontrafel deur 'n studie te maak van die fisiese verskynsels wat daarmee geassosieer word. Oor hierdie groep word daar nie verder uitgewei nie, alhoewel die opleidingsbehoefte daarvan in enige land wel deeglik aandag moet kry; en

(2) *Toegepaste Geofisika*, wat op sy beurt daarop ingestel is om bepaalde, relatief vlakliggende geologiese omstandighede na te spoor.

2.2 Fisiese parameters wat in geofisiese prospektering gebruik word

Die belangrikste fisiese parameters, en aanpassings daarvan, wat direk of indirek gebruik word, is:

1. digtheid (gravitasie metode);
2. elastiese eienskappe (seismiese metodes);
3. elektriese eienskappe (elektriese en elektromagnetiese metodes);
4. magnetiese eienskappe (magnetiese metode);
5. elektrochemiese reaksies (selfpotensiaal- en geïnduseerde polarisasie metodes);
6. natuurlike radioaktiewe verval van sekere elemente;
7. hittegeleidingsvermoë van gesteentes.

Die geofisiese metodes kan ook in vier groepe verdeel word op grond van die aard van die fisiese velde wat ondersoek word. Hulle is:

- (1) Die statiese metodes, waarin verwringings van 'n statiese fisiese veld gemeet word met die doel om anormale strukture wat daarvoor verantwoordelik is, te ondersoek. Fisiese parameters wat hierby betrokke is, is geomagnetiese, gravitasie- en geotermiese velde.
- (2) Die dinamiese metodes, wat gebruik maak van elektriese, seismiese en elektromagnetiese seine wat doelbewus in die aarde opgewek word om die onderliggende struktuur te help vasstel.
- (3) Die verslappingsmetodes (ontspanningsmetodes). Hier is die gemete eienskap die tyd waarin 'n versteurde medium na sy onversteurde toestand terugkeer. Die geïnduseerde polarisasie metode is 'n voorbeeld hiervan.
- (4) Die geïntegreerde effekmetodes, waarin die seine wat gemeet word, statistiese gemiddeldes oor 'n gegewe oppervlak of volume is. Metodes waarin

radioaktiwiteit gebruik word, behoort tot dié groep.

2.3 Indeling van geofisika volgens toepassingsveld

Geofisici mag in die tegniese spesialiseer wat voortvloei uit een of meer van die basiese fisiese parameters wat gebruik word, of hulle mag volgens toepassingsveld spesialiseer in mynbougeofisika, grondwatergeofisika, ingenieursgeofisika, olie-eksplorasiageofisika, en algemene geofisika.

2.4 Verwantskap van geofisika met ander vakgebiede

In Geofisika is daar reeds 'n uitgebreide differensiasie vanweë spesialisasie volgens metode of toepassingsveld. As in ag geneem word dat elkeen van die toegepaste groepe op sy beurt 'n spektrum van vermoëns verg, byvoorbeeld van grondwaterdeskundiges oor grondwatergeofisici tot by suiwer geofisici, en almal gerangskik is soos 'n spinnerak met geofisika in die fokus, is dit duidelik dat die behoeftes aan opleiding in die breë sin wyd uiteenlopend is. 'n Verdere aspek wat in hierdie stadium beklemtoon moet word, is dat toegepaste geofisika 'n hoogs praktiese vakgebied is. Dit kan in dié opsig met onder andere die mediese en ingenieursberoep vergelyk word. Om dieselfde goeie resultate te behaal, behoort die opleiding van geofisici dus ooreen te stem met dié van medici en ingenieurs – met ander woorde, nie net sterk teoreties nie maar ook deeglik op praktiese gebied. Die ander aspek wat in hierdie stadium ook beklemtoon moet word, is die opleiding van geotegnici wat die praktiese uitvoering van opnames behartig. Goed opgeleide geotegnici is onontbeerlik vir 'n doeltreffende span en hul opleiding moet baie nou by dié van geofisici aansluit. Behalwe om daarop te wys dat die skakeling tussen die tegnicon en die universiteite vir die geofisikaberoep as geheel baie nou moet wees, wil ek nie verder daarvoor uitwei nie.

Benewens die geotegniese hulp, is ook hulp van instrumentasie- en syferdataverwerkingsdeskundiges nodig.

3. OPLEIDING

3.1 Algemeen

Opleiding kan in die volgende fases ingedeel word:

1. Bekendstellingsfase.
2. Formele opleidingfase.
3. Voortgesette opleiding- en ontwikkelingsfase.

3.2 Bekendstellingsfase

Hiervoor is dit nodig dat die aardwetenskappe by hoërskole in die breë bekend gestel word. Die toepassingsmoontlikhede van Fisika, Chemie, Wiskunde en Rekenaarwetenskap in die aardwetenskappe kan by wyse van illustrasie aan leerlinge oorgedra word. Leerlinge sal hierdeur hopelik gouer loopbaanbelangstellings kan identifiseer en gouer, en makliker, navraag kan doen oor bepaalde loopbane in dié toegepaste rigtings. Dit is nie nodig, of selfs wenslik, om die vol program wat leerlinge reeds het, met verdere kursusse aan te vul nie. Dit blyk uit navrae by plaaslike geoloë en geofisici, en dit is vir die V.S.A. beves-

tig,³ dat die meeste jong mense 'n loopbaan kies sonder dat hulle van die moontlikhede van hierdie twee rigtings bewus is.

3.3 Formele opleidingsfase

3.3.1 Behoeftes aan en tuisse van opleiding

Daar is reeds aangedui dat Geofisika 'n breë veld dek en elke universiteit of departement behoort die behoefte waarvoor daar voorsiening gemaak moet word, te bepaal, asook die wyse waarop dit bereik gaan word. Is die behoefte byvoorbeeld aan 'n geoloog wat 'n voorgraadse kursus, of twee, in Geofisika, gehad het, of aan 'n fisikus wat 'n kursus, of twee, in Geologie in sy leerplan ingesluit het, of aan 'n selfstandige geofisikus? Alhoewel geofisici reeds tot 'n selfstandige groep ontwikkel het, is persone oor die hele spektrum van Geologie tot by Fisika nodig en daar moet 'n baie noue samewerking tussen hulle bestaan en ontwikkel word om die vakgebied behoorlik uit te bou.

Oorsee vind ons dat Geofisika in Fisika-, Geologie- en selfs volwaardige Geofisikadepartemente aangebied word. Elke een het sy eie doel en vervul 'n waardevolle rol. Die twee en derde groepe is dié wat meer op Toegepaste Geofisika ingestel is en die eerste op die Aardfisika. Dit sou goed wees indien die velde van al drie dié tipes kursusse behoorlik gedek kan word. Dit is in 'n mate bereik deur die somtotaal van die kursusse aan die Universiteite van Stellenbosch (wat intussen gestaak is), Pretoria en die Witwatersrand.

Met die beperkte leerkrigte en gebrek aan voldoende hulpmiddels, is 'n prysenswaardige poging tot dusver aangewend. Trouens, van die geofisici wat opgelei is, het reeds uitstaande prestasies gelewer – waarskynlik vanweë die groter geleenthede wat daar in ons land bestaan vir persone met inisiatief, maar dan slegs deur bykomende studie wat dié toegewyde persone noodgedwonge moes onderneem om bo uit te kom. So iets plaas natuurlik 'n groot las op 'n persoon en dit neem miskien 'n dekade, of langer, om die agterstand teenoor goed opgeleide persone van oorsee uit te wis. Met goed georganiseerde kursusse behoort dit nie die geval te wees nie en die behoefte vir doelgerigte kursusse is vanselfsprekend.

3.3.2 Kursusse vir die opleiding van toegepaste geofisici

Die noodsaaklike byvakke vir die Toegepaste Geofisikarigtings wat in Geologie- of Geofisikadepartemente gedoseer word, moet die drie fundamentele vakrigtings Fisika, Wiskunde (en Toegepaste Wiskunde of teoretiese Fisika) en Geologie in hierdie volgorde as grondslag hê. Die rede vir dié volgorde is dat die geofisikus sy kundigheid ten opsigte van die Fisika en Wiskunde gebruik in diens van Geologie, of nog breër die Aardwetenskap. Om sy werk behoorlik te doen, moet hy eerstens 'n bekwame fisikus wees en die Geologie wat hy nodig het, moet van hom 'n goeie geofisikus maak. Die byvakke moet dus in die voorgraadse studietydperk voorkeur kry om die nodige grondslag te bied vir die intensiewe opleiding in

Geofisika wat daarna nagraads onderneem moet word.

3.3.2.1 Voorgraadse opleiding

Die voorgraadse sillabusse moet 'n deeglike grondslag in die volgende onderverdelings van die betrokke vakke voorsien:⁴

- (1) Grondbeginsels van Fisika as inleiding en redelik gevorderde werk in Elektrisiteit, Elektronika, Magnetisme, Optika, Voortplanting van Golwe (elektromagneties, sonies, ens.), en instrumentasietegniese (meganies en elektronies).
- (2) Grondbeginsels van Wiskunde as inleiding en redelik gevorderde werk in Rekening (Kalkulus), differensiaalvergelykings, Potensiaalteorie, Vektoranalise, Matriksalgebra en reekse.

Die klem in latere kursusse moet al meer op die Toegepaste Wiskunde of Teoretiese Fisika vir ingenieurs en fisici val, en veral op die praktiese gebruik van die tegniese.

- (3) Grondbeginsels van Geologie as inleiding en redelike klem op Stratigrafie, Struktuurgeologie en Plaattektoniek, mineraalafsettings en 'n sekere hoeveelheid Petrologie.

Benewens dié vakke en ander verpligte byvakke sal kursusse in statistiese metodes, rekenaarprogrammering, Inligtingsteorie en die daarmee gepaardgaande syferdataverwerking onontbeerlik wees. Dit is ook uiters noodsaaklik dat die toepassingsmoontlikhede van al die kursusse behandel en ingeoefen moet word.

Op voorgraadse vlak sal daar nie vir meer as inleidende kursusse in Geofisika tyd wees nie. Die doel sal slegs wees om die nodige basiese kennis van die vakgebied aan aspirant-geofisici te verskaf om hulle vir intensiewe nagraadse opleiding voor te berei, of om 'n algemene praktisyn as geoloog/geofisikus so op te lei dat hy kennis van die geofisiese metodes, hul toepassingsmoontlikhede en leemtes, dra, sodat hy in staat sal wees om te besluit of deskundige hulp ingeroep moet word, of nie.

Bogenoemde vereistes is 'n swaar lading vir 'n gewone B.Sc.-graad en as verder in ag geneem word dat die meeste studente in Geofisika heel moontlik nie by die aanvang van hul studies noodwendig weet dat hulle graag geofisici wil word nie, is dit duidelik dat sekere studente 'n bykomende voorgraadse studiejaar sal nodig hê. Indien hulle egter daardeur 'n wyer reeks vakke en kursusse voltooi, sal dié bykomende kennis beslis nuttig wees. Dit is egter duidelik dat studente verkieslik so gou moontlik geskikte vakkeuses moet maak en in die regte opleidingstroom moet kom. Een manier om beskikbare tyd beter te benut, sal wees om semesterkursusse, wat spesiaal vir die behoeftes van geofisikastudente opgestel is, in te stel. Samewerking sal hiervoor natuurlik van ander departemente verkry moet word. Op 'n groter skaal sou 'n Aardwetenskapskool, waarin doelgerigte opleiding plaasvind, maar waar vakkursusse in korter geskikte semesterkursusse ingedeel is, miskien in 'n vroeër stadium oorweeg kon word.

3.3.2.2 Nagraadse opleiding

Vir die nagraadse opleiding van aspirant-geofisici, en dit behels die werklik doelgerigte opleiding, is dit nodig dat die ondersteunende kursusse so gou moontlik afgehandel moet word, sodat die intensiewe opleiding ten opsigte van die geofisiese metodes kan plaasvind, asook verdere klem op sekere van die byvakke. Die instelling van 'n stelsel soortgelyk aan dié van minstens een oorsese universiteit, waarin daar in beide die magister- en dokterskursusse voortgegaan word met formele studies, en waar 'n verhandeling verlang word wat nie meer as een kwart van die vereiste tyd in beslag neem nie, is eintlik noodsaaklik. Albei kursusse waarna verwys word, strek oor minstens 2 jaar. Op hierdie wyse word daar verseker dat elke student die maksimum moontlike basiese opleiding ontvang en word daar nie te veel klem op lang navorsingsprojekte gelê nie, maar eerder op die vermoë om die basiese teoretiese en vakkundige vaardighede te bemeester soos van 'n toegepaste studierigting verwag word.

3.3.2.3 Praktiese opleiding

'n Verdere aspek wat vanweë die toegepaste aard van die vakgebied nodig is, is 'n deeglike opleiding in praktiese aspekte, soos die veldprosedures, die basiese werking en gedrag van die geofisiese toerusting, die insameling van data en die verwerking, interpretasie en vertolking daarvan. Daar mag geredeneer word dat die eerste aspekte die veld van die geotegnikus is, maar dit is noodsaaklik dat die geofisikus 'n grondige begrip daarvan sal hê. So sal hy 'n vollediger beeld van die vakgebied hê wanneer hy sy loopbaan begin en sal hy ook in staat wees om nuwe ontwikkelings in sy werksituasie te evalueer en toe te pas.

3.3.3 Aanbieding van die nodige kursusse deur universiteite

Die vereistes wat hierbo aan universiteite gestel word, is voorwaar gedug. Indien daar nie aan dié vereistes voldoen word nie, word 'n baie swaar las op die persoon wat hom werklik deeglik wil bekwaam, geplaas. Tot dusver was die neiging om na die plaaslike opleiding oorsee te gaan, sodat die studente hulle daar verder kan bekwaam. Sover dit heel gespesialiseerde studies betref, skort daar met dié uitgangspunt niks nie, maar die voorgaande en laer vlakke van intensiewe nagraadse opleiding (M.Sc.) behoort reeds in Suid-Afrika plaas te vind.

Vir nagraadse opleiding sal dit tans nie geregverdig wees om opleiding by meer as twee universiteite aan te bied nie. Om aan die behoefte van 'n deeglike voor- en nagraadse opleiding te voldoen, het 'n universiteit seker minstens vier spesialisgeofisici en nog 'n paar junior lede nodig, wat ook gebruik kan word om inleidingskursusse aan ander departemente, byvoorbeeld aan ingenieurs- en fisikastudente, te gee. Omdat die personeelsterkte waarskynlik nie onmiddellik tot die benodigde sterkte aangevul sal kan word nie, sal bykomende hulp van buite-instansies, asook deur skakeling met ander interne departemen-

te, verkry moet word. As interimmaatreël sal 'n gesamentlike aanbieding van sekere kursusse deur die universiteite wat geofisika aanbied, 'n mate van verligting bring. Dit sal samewerking tussen die betrokke instansies terselfdertyd bevorder. Die instelling van meer doelgerigte semesterkursusse, veral vir die byvakke, sal ook bevorderlik wees vir die beter benutting van die student se beskikbare tyd. Benevens die vereistes ten opsigte van teoretiese onderrig, moet voldoende geofisiese toerusting beskikbaar wees om die behoorlike praktiese opleiding van die studente te verseker. Om die spesialisbetrekkings aantreklik te hou, moet daar aan die bekleder middelgebied word om navorsing te doen. Om aan al hierdie behoeftes te voldoen, sal die universiteite vanselfsprekend vereis dat die studentegetalle die finansiële las regverdig.

Uit die lidmaatskap van die Suid-Afrikaanse geofisiese Assosiasie (SAGA) word daar beraam dat daar tussen 70 en 100 geofisici in die Republiek en aangrensende state werkzaam is; hiervan is omtrent 30-40 persent buitelanders. Die jaarlikse behoefte aan nuwe geofisici is ongelukkig nog meesal van ekonomiese omstandighede afhanklik en wissel waarskynlik tussen 0 en 15. Vanuit die voornemende student se oogpunt gesien, is dié toestand nie baie bevredigend nie, en as daar verder in aanmerking geneem word dat die beroep hoë eise stel, veral ten opsigte van vakke soos Wiskunde en Fisika, en weens die feit dat studente met die regte aanleg eintlik 'n keuse moet maak tussen Geofisika en Ingenieurswese, is die situasie vir Geofisika nie so rooskleurig nie. Tans word Ingenieurswese verkies, waarskynlik vanweë die gevestigde status van die beroep en die groter sekuriteit wat die beroep bied. Dit sal 'n doelgerigte poging verg om Geofisika vir studente aantreklik te maak. 'n Beklemtoning van die deeglike opleiding wat gebied word as dit eers ingestel is, en die onmisbaarheid van die geofisikus se diens, is hoekstene van dié poging om studente se belangstelling verder te stimuleer. Dié belangstelling sal daarna sigbaar gestimuleer moet word deur projekte wat die verbeelding aangryp, asook deur die geleenthede wat gebied word om hulle behoorlik af te handel.

Tans is die lae studentegetalle daarvoor verantwoordelik dat die nodige aandag nie aan opleiding gegee kan word nie.

3.3.4 Noodsaaklikheid van opleiding in Geofisika in Suid-Afrika

Dit is onverstaanbaar dat daar in ons land, met sy afhanklikheid van 'n dinamiese mynboubedryf, sy tekort aan grondwater- en oliebronne en sy ander ontwikkelingsbehoefte, so min belangstelling is vir 'n rigting wat so 'n direkte bydrae tot ons voorspoed gelewer het deur onder andere die aanvanklike vasstelling van die bedekte geologie van die Verre Wes-Randse en Vrystaatse goudvelde.

Daar kan in werklikheid geen sinvolle prospektering na aardolie of die meeste ander delfstowwe wees sonder geofisiese opnames nie. Omdat die blootge-

stelde of ooglopende mineraalafsettings waarskynlik reeds ontdek is, sal daar in die toekoms in 'n groter mate op Geofisika gesteun word om nuwe, verborge afsettings te ontdek. Dieselfde omstandighede is op grondwaterprospektering, ingenieursterreine en geologiese kartering van toepassing. Dit is duidelik dat daar nie langer getalm kan word met die implementering van 'n dinamiese program van opleiding om vir die uitdaging van die toekoms voor te berei nie.

3.3.5 Voorsiening van die finansiële middele vir die opleiding van geofisici

Om die opleidingsfasiliteite vir Geofisika in Suid-Afrika op 'n gesonde vlak te plaas, sal finansiële steun beskikbaar moet wees om in dié behoeftes te voorsien. Daar is verskeie oplossings, byvoorbeeld dat

1. een of meer universiteite dit self ondersteun;
2. daar, soos in sekere ander gevalle, 'n groter samewerking tussen staatsdepartemente en universiteite (en tegnicons) moet wees;
3. die mynbou self, of deur 'n spesiale lae heffing op produksie, soos in die geval van die finansiering van 'n ander navorsingsorganisasie, sal bydra tot 'n gesonde groei in alle verwante rigtings (Geofisika ingesluit), wat vir die stimulering van die mynboubedryf nodig is; en
4. dat dit bereik word deur 'n kombinasie van een of meer van die bogenoemde moontlikhede.

3.4 Voortgesette opleiding en ontwikkelingsfase

Voortgesette ontwikkeling is in werklikheid die tweede groot, onmisbare deel van 'n persoon se opleiding. Dit duur ook die langste.

3.4.1 Ondervinding

Breed gesien, sluit dit 'n persoon se eie ondervinding in geofisiese ondersoeke in, asook dié wat onder leiding opgedoen word tesame met dié wat uit besprekings met ander geofisici oor hul projekte, ervarings en oplossings, ingewin is. Die Suid-Afrikaanse Geofisiese Assosiasie (SAGA), wat in 1976 gestig is, dra in baie opsigte reeds by tot die uitruiling van gegewens en idees.

3.4.2 Tydskrifte en verenigings

Die bestudering van geofisiese tydskrifte is 'n verdere noodsaaklike manier om kennis te verbreed. Die verhandelinge van die Geologiese Vereniging van Suid-Afrika en die verskillende publikasies van die Geologiese Opname en sekere universiteite is bekende media waardeur hoofsaaklik die plaaslike Geologie en Geofisika bekend gemaak word. Daar is minstens 'n tiental bekende buitelandse tydskrifte waarvan dié van die Society of Exploration Geophysicists, die European Association of Exploration Geophysicists en die Society of Exploration Geophysicists of Australia, van die belangrikste bronne van toegepaste geofisiese inligting is. Vir die meer akademies georiënteerde aardfisici is die Journal of Geophysical Research, Geophysical Journal, Earth and Planetary

Science Letters en verskeie ander tydskrifte van belang.

3.4.3 Kongresse, simposia en spesiale kursusse

'n Verdere opleidingsbron is die talle kongresse, simposia en kursusse wat die bogenoemde verenigings en selfs kommersiële organisasies aanbied.

In Suid-Afrika het SAGA reeds drie kursusse in aspekte van Geofisika gereël en nog meer word beplan. Vir Suid-Afrikaanse geofisici wat weens die groot afstande na Noord-Amerika en Europa in isolasie verkeer, is dié soort aanvullende opleiding onontbeerlik om hulle te stimuleer en in kontak te bring met die nuutste ontwikkelinge.

4. SAMEVATTING

Opsommend kan gesê word dat

- (1) die behoefte aan beter opgeleide geofisici steeds toeneem; omdat Suid-Afrika 'n sterk ontwikkelende land is, kan daar nie getalm word met die instelling van doelgerigte opleidingsfasiliteite vir geofisici nie;
- (2) die nodige opleidingsfasiliteite voorlopig hoofsaaklik aan een of twee universiteite aangebied behoort te word;
- (3) voldoende gekwalifiseerde personeel beskikbaar gestel sal moet word om die opleiding te behartig;
- (4) die opleiding aanvanklik nie noodwendig verder as die magistervlak hoef te strek nie – in ieder geval nie voordat die personeelsterkte in gespesialiseerde rigtings opleiding tot die Ph.D.-vlak regverdig nie;
- (5) universiteite as gevolg van die huidige beperkte belangstelling van studente ten minste aanvanklik finansiële steun van die staat en/of die privaatsektor sal moet ontvang om die opleiding te voorsien; en
- (6) dat 'n verhoogde status en beloning vir sowel doserende as praktiserende geofisici ontwikkel sal moet word, sodat studente gelok kan word om aan die toekomstige behoefte te voldoen.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Backus, M.M. (1980). Education in exploration geophysics, President's Page, *Geophysics*, 45(9).
2. Rice, R.B. (1976). The education of tomorrow's geophysicist, President's Page, *Geophysics*, 40(6).
3. Mabey, D. (1967). Discussion panel on human resources and geophysical exploration, mining and groundwater geophysics, *Econ. Geol. Report* 26, Geol. Surv. Canada.
4. Woollard, G.P. (1955). An educational program in geophysics, *Geophysics*, 20(3).