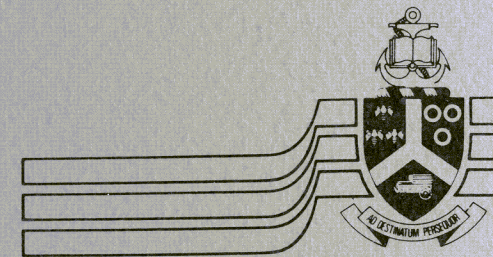


Neens



Universiteit van Pretoria

**OPLEIDING IN ELEKTRONIESE EN REKENAAR-
INGENIEURSWESE : UITDAGINGS VIR DIE 21STE EEU**

Gedruk deur die Reprodusie Afdeling / Universiteit van Pretoria

PROF. C.W.I. PISTORIUS

PROF. C.W.I. PISTORIUS

Intreerede gelewer op 9 Augustus 1990 by die aanvaarding van die Professoraat en Hoofskap van die Departement Elektroniese en Rekenaaringeniërsweese Fakulteit Ingenieursweese aan die Universiteit van Pretoria.

**INTREEREDE: PROF C W I PISTORIUS AS PROFESSOR IN EN HOOF
VAN DIE DEPARTEMENT ELEKTRONIESE EN REKENAAR-
INGENIEURSWESE**

9 AUGUSTUS 1990

Baie hartlik welkom by hierdie intreerede wat tegelyk 'n verjaardagorasie is. Want ons hooggeëerde kollega, Carl Wilhelm Irene Pistorius is naamlik op 9 Augustus 1958 in Pretoria gebore. Aan hom dus ons almal se hartlike gelukwense met sy 32ste geboortedag. Hy matrikuleer in 1975 aan die Hoërskool Menlopark waarna hy in 1976 sy studie aan die Universiteit van Pretoria voortsit en die grade BSc(Ing)(Elektronies) en die BIng(Hons)(Elektronies) in onderskeidelik 1976 en 1981 (albei met lof) behaal. Ook ontvang hy die Associated Electronicsprys vir die beste nagraadse student in die departement.

In Julie 1980 aanvaar professor Pistorius 'n pos as ontwikkelingsingenieur by die Laboratorium vir Gevorderde Ingenieurswese (LGI) (wat destyds as Barlow Lab bekend gestaan het), asook as deeltydse dosent by die Universiteit van Pretoria.

In 1982 is professor Pistorius met Tana Olivier getroud, en vertrek hulle na die VSA waar hy aan die Ohio State University verder studeer. Gedurende 1982/83 was hy dosent by dié universiteit, en vanaf 1983 tot 1986 werk hy as navorsingsgenoot by die Ohio State University se ElectroScience Laboratory. In 1984 behaal hy die graad MS met 'n verhandeling getiteld "An envelope description of the backscattered power patterns of conducting bodies", en in 1986 die PhD-graad met 'n proefskrif getiteld "New main reflector, subreflector and dual chamber concepts for compact range applications". In 1987 ontvang professor Pistorius die ElectroScience Laboratory se toekenning vir die voortreflikste doktorsale proefskrif van die jaar. Van die ontwerpe wat hy gedurende sy doktorsale studie gedoen het word tans deur NASA geïmplementeer.

Professor Pistorius word in Januarie 1987 as medeprofessor in die departement Elektroniese en Rekenaringenieurswese aan die Universiteit van Pretoria aangestel, asook as konsultant vir LGI. In September 1989 word hy tot professor in en hoof van die departement bevorder. Hy is tans ook die Uitvoerende Direkteur: Elektronies van LGI.

Professor Pistorius was die ware dryfkrag agter die ontwerp en oprigting van die kompakte antenne-meetbaan wat onlangs in die departement gevestig is. Hy het verskeie artikels in internasionale tydskrifte gepubliseer, referate by plaaslike en internasionale simposia voorgedra, is die mede-outeur van 'n handboek wat in die VSA gepubliseer word, en het ook verlede jaar 'n nuwe tipe antenne gepatenteer.

Professor Pistorius is 'n professionele ingenieur en lid van sowel die Suid-Afrikaanse Instituut van Elektriese Ingenieurs as die Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), laasgenoemde 'n internasionale organisasie met hoofkantoor in die VSA. Hy is vir 1989/90 verkies as die voorsitter van die plaaslike tak van die Antenne en Voortplanting/Mikrogolf Tegnieketak van die IEEE. Hy word as belowende jong wetenskaplike (Y-klassifikasie) deur die SNO ondersteun.

Dit is vervolgens vir my aangenaam om professor Pistorius te versoek om sy professorale intrede te lewer oor die onderwerp "Opleiding in Elektroniese en Rekenaaringenieurswese: Uitdaging vir die 21ste eeu".

Prof D M Joubert
VICE-KANSELIER EN REKTOR

OPLEIDING IN ELEKTRONIESE EN REKENAAR- INGENIEURSWESE: UITDAGINGS VIR DIE 21^e EEU

Prof CWI Pistorius
Departement Elektroniese en Rekenaaringenieurswese
Universiteit van Pretoria

Professorale intrede gelewer op 9 Augustus 1990

'n Nuweling eerstejaar wat hierdie jaar ingeskryf het, sal gemiddeld ongeveer 5 jaar neem om sy/haar graad te voltooi. Heelwat van hierdie studente sal nog 'n verdere twee jaar aan nagraadse studie wy, en mansstudente nog 'n jaar aan diensplig. 'n Verdere drie jaar se praktykopleiding as ingenieur-in-opleiding is nodig alvorens die gegradueerde as professionele ingenieur kan registreer. Dit is dus nie onrealisties om te verwag dat vandag se eerstejaars eers teen die einde van hierdie eeu as ekonomies aktiewe ingenieurs sal praktiseer nie [1].

Alhoewel ons nou die laaste dekade van hierdie eeu betree, staan ons inderwaarheid dus reeds op die drumpel van die 21^e eeu wat die opleiding van ingenieurs betref, en is dit nodig dat ons die vereistes en uitdagings wat die 21^e eeu gaan bring nou reeds sorgvuldig onder die loep neem. Ek wil graag die kwessie van opleiding in elektroniese en rekenaaringenieurswese bespreek met spesifieke verwysing na die volgende aspekte:

- Die motivering vir 'n akademiese, eerder dan 'n tegnologiese opleiding vir ingenieurs.
- Die gegradueerde ingenieur vis-a-vis die tegnikus.
- Hoeveel elektroniese ingenieurs het ons nodig?
- Tegnologieë van die toekoms.
- 'n Oorsig van die Dept Elektroniese en Rekenaaringenieurswese en sy vermoë om die uitdagings van die 21^e eeu die hoof te bied.

1. Akademiese opleiding

Voor die 19^e eeu was ingenieursopleiding hoofsaaklik ambagsgerig. Formele opleidingsinstansies vir ingenieurs het eers in die 1800's ontstaan. Hierdie instansies was egter meer in die aard van tegniese kolleges en institute as universiteite. Om die waarheid te sê, die aanbieding van natuurwetenskaplike studierigtings aan universiteite is selfs in die middel van die 1800's met ernstige skeptisisme bejeën. Toe Yale uiteindelik wetenskaplike grade ingestel het, is 'n aparte gebou weg van die hoofkampus vir die natuurwetenskaplikes opgerig sodat hulle nie miskien die res van die Universiteit se kurrikula sou vertroebel met hulle wetenskaplike denke nie.

Dit is interessant om te let dat die gedagte van navorsing aan Amerikaanse universiteite tot die 1870's 'n vreemde een was. Die blote konsep van oorspronklike navorsing het die skep van nuwe kennis geïmpliseer, met die wyer implikasie dat bestaande kennis nie alomvattend was nie, maar uitgebrei kon en moes word. Dit sou natuurlik beteken dat kurrikula gedurigdeur aangepas moes word. Universiteite soos Harvard en Princeton het lank verseg om Ph.D-grade toe te ken. Teen die begin van die 20^e eeu het meeste van die groter universiteite in die VSA egter wel Ph.D-grade toegeken - nie net dit nie, hulle het ook vereis dat hulle dosente sulke grade moes hê.

Tot en met 1930 was die kurrikula vir ingenieursopleiding redelik stagnant. Alhoewel daar stemme in die woestyn was wat gepleit het dat daar 'n groter klem op wetenskap en wiskunde moes wees, was die opleiding van ingenieurs streng op die tegnologie afgespits. Die gedagte was om die student toe te rus met 'n stel standaardvaardighede wat hom vir sy hele loopbaan sou dien, en dat graduandi oombliklik na voltooiing van hulle studies hul plek in die praktyk sou kon volstaan [2].

In 1939 het die Tweede Wêreldoorlog uitgebreek, en die hele wêreld op sy kop gedraai. Die ingenieursprofessie, in besonder, is heeltemal onkant gevang - hoofsaaklik 'n gevolg van die filosofie van opleiding wat tot op daardie stadium gevolg is. Die revolusionêre nuwe uitvindings en ontdekkings van die oorlog soos radar, vuurpyle en die atoombom is hoofsaaklik deur natuurwetenskaplikes, veral fisici en wiskundiges, eerder as ingenieurs ontwikkel. Die streng tegnologiese opleiding van ingenieurs wat op daardie stadium die norm was, het duidelik leemtes gehad. Gevolglik is die ingenieurskurrikula na die oorlog radikaal hersien, en het dit 'n baie groter akademiese inslag gehad. Baie meer klem is op wiskunde en wetenskap gelê, en minder op tegniese vaardighede.

Oor die afgelope eeu en 'n half het ingenieursopleiding dus ontwikkel van 'n ambagstelsel waar opleiding geskied het deur die emulasie van die meester, deur 'n periode waar 'n relatief konstante hoeveelheid tegniese kennis deur 'n groep mense wat baie naby aan die professie self gestaan het oorgedra is, tot by die huidige posisie waar 'n wetenskaplik gefundeerde kurrikulum in 'n akademiese omgewing aangebied word. Hierdie kwessie van die aard van opleiding van ingenieurs is iets wat uitgemaak moet word lank voordat 'n mens begin besluit oor watter kursusse ingenieurs moet volg, wat die inhoud van die kursusse moet wees, ens.

Daar word gespekuleer dat daar in die volgende dekade waarskynlik tien keer meer nuwe uitvindings gaan wees as in die vorige tien jaar. Dit is moeilik om te bepaal wat die stand van die tegnologie in die jaar 2000 gaan wees - al wat ons regtig kan sê is dat dit anders gaan wees as wat dit nou is. Die probleme waarmee vandag se eerstejaarstudent oor tien jaar (en daarna) te doen gaan kry, is dus nou nog

nie eers uitgedink nie. Te midde van hierdie onsekerheid en die snelle tempo van tegnologiese verandering, moet ons egter nou ingenieurs oplei wat eers in die begin van die volgende eeu hulle bydraes gaan begin maak en daarna vir 'n lang tyd produktief moet wees. In 'n mate is dit 'n dilemma vir die opstellers van ingenieurskurrikula. Indien die tegnologie so gou verander, hoe verseker ons dat die kennis van die ingenieurs wat ons nou oplei nie oor tien jaar heeltemal irrelevant en verouderd gaan wees nie? Die antwoord is gesetel in die aard van die opleiding wat ingenieurs moet ontvang.

Die betoog wat ek hier lewer is dat die opleiding van ingenieurs *akademies* eerder dan *tegnologies* moet wees. Met 'n akademiese opleiding bedoel ons 'n opleiding waar klem gelê word op 'n begrip van die onderliggende beginsels van die vakgebied, eerder dan 'n kennis van die bedryf van die tegnologie van die dag. 'n Beginsel-georiënteerde benadering is nodig eerder as 'n probleem-georiënteerde een.

Alvorens ons kan spekulêr oor die aard en omvang van ingenieursopleiding is dit nodig dat ons moet bepaal presies wat dit is wat ons wil hê die ingenieur moet kan doen. Woordeboekdefinisies van ingenieurs is totaal onbevredigend in hierdie verband want hulle omskryf gewoonlik ingenieurswese met frases soos "...that branch of human endeavour whereby the forces of nature are brought under human control and the properties of matter made useful in structures and machines" [3], of 'n ingenieur as "iemand wat militêre of siviele strukture ontwerp, bou en onderhou". Sulke definisies kan net sowel van toepassing wees op 'n tegnikus, tegnoloog of bouer. Verder moet 'n mens versigtig wees om 'n ingenieur te definieer as iemand wat 'n ingenieursgraad het - hier dink ons bv aan treindrywers wat (veral in Engels) bekend staan as ingenieurs of vluginjennieurs wat deel van 'n vliegtuig se bemanning uitmaak. In die konteks van hierdie rede bedoel ons egter gegradueerde ingenieurs.

Dit is baie moeilik om 'n werkbare definisie selfs vir 'n gegradueerde ingenieur te gee, bloot vanweë die feit dat ingenieurs hulle in so 'n wye spektrum van werksomstandighede bevind. Afgesien van die verskillende vertakkinge soos elektronies, elektries, meganies, siviel ens, is daar net in elektroniese ingenieurswese 'n legio verdelings. Die *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, wat terloops die grootste professionele verenigings in die wêreld is, verdeel elektronies/elektriese ingenieurswese in 35 rigtings oa. antennes, mikrogolwe, kragstelsels, beheerstelsels, kommunikasie en so meer. In elk van hierdie rigtings is ingenieurs werksaam oa in die gebiede van ontwerp, beplanning, navorsing, ontwikkeling, vervaardiging, bemaking en verkope, die bedryf van stelsels, toets en evaluasie, onderwys en les bes ook bestuur.

In al hierdie omstandighede sou egter van die ingenieur verwag word om probleme te identifiseer, te formuleer en op te los - hoofsaaklik, maar nie noodwendig, binne hulle vakgebied, nie. Daar word van die ingenieur verwag om skeppend op te tree, met nuwe idees vorendag te kom en gedurig te innoveer. Die opleiding van elektroniese ingenieurs moet dus poog om mense met sulke vermoëns te lewer.

Dit is uit die aard van die saak nie moontlik of realisties om 'n elektroniese ingenieur binne die bestek van 4 jaar op te lei sodat hy geskik vir elk van bostaande dissiplines is nie. Daarom is dit noodsaaklik dat die opleiding wat elektroniese ingenieurs ontvang fundamenteel genoeg is om hulle in staat te stel om self in enige van bostaande rigtings te spesialiseer.

Die snelle uitbreiding van kennis het tot gevolg dat die volume kennis wat in vier jaar aan 'n student oorgedra moet word toeneem en die kurrikulum dus maklik heeltemal oorvol word. Hierdie probleem kan ondervang word deur die akademiese benadering te volg waar daar op beginsels gekonsentreer word, eerder as om elke nuwe tegnologie in detail te bestudeer. Gepaardgaande met die vinnige ontwikkeling van tegnologie is natuurlik ook versnelde veroudering. Sou ons die opleiding van studente vandag baseer op die huidige stand van die tegnologie, sou hulle kennis en vermoëns oor 'n paar jaar heeltemal verouderd wees. Die tempo waarmee die onderliggende beginsels irrelevant word is heelwat stadiger as die veroudering van die tegnologie per se, en daarom 'n heelwat beter belegging.

Ten einde te verseker dat die ingenieurs wat ons nou hier oplei nie net in die jaar 2000 nie, maar ook vir die volgende twintig, dertig of veertig jaar as nuttige, skeppende en innoverende ingenieurs kan praktiseer is dit noodsaaklik dat die opleiding wat hulle hier ontvang akademies en wetenskaplik eerder dan tegnologies moet wees. 'n Akademiese opleiding waarin baie klem gelê word op die ingenieur se begrip van beginsels en sy vermoë om dit op 'n innoverende wyse toe te pas eerder dan om tegnologie te bedryf, stel die ingenieur in staat om nie net die huidige tegnologie te bemeester nie, maar ook nuwe tegnologieë en toepassings te skep. Dit verseker ook dat die ingenieurs aanpasbaar bly.

'n Paar jaar nadat die student sy graad gekry het, sal hy waarskynlik baie van die fyner en detail aspekte wat hy geleer het, vergeet. Die dinge wat dan oorbly, die dinge wat 'n dieper indruk gemaak het, is daardie dinge waarop die student moet kan staatmaak om van hom 'n nuttige ingenieur te maak. Daar is al gesê dat 'n opvoeding daardie aspek van jou opleiding is wat oorbly as jy die feite vergeet het.

Die kern van die saak is dat ingenieurs gedurende hulle voorgraadse opleiding die fundamentele beginsels van die vakgebied geleer moet word. Indien die ingenieurstudent die fundamentele begrippe onder die knie het, en weet hoe om

hulle toe te pas, sal hy vir 'n lang tyd as 'n nuttige en innoverende ingenieur kan praktiseer. Die onderliggende beginsels moet gedurende die kursus uitgebrei word na spesifieke toepassings in die verskillende vertakkinge van elektroniese ingenieurswese. In hierdie konteks is verwysings na die huidige tegnologie ideaal, aangesien dit nie net as goeie en relevante voorbeelde dien nie, maar ook verhoed dat nuwe ingenieurs weer van voor af die wiel wil uitvind wanneer hulle op die industrie losgelaat word. Die filosofie is egter om 'n wetenskaplike benadering met 'n goeie begrip van die fundamentele beginsels aan te kweek eerder as 'n ondersoek en begrip van tegnologie - die verskil tussen hoekom en hoe.

Alhoewel dit dus blyk dat 'n akademiese, beginsel-georiënteerde opleiding die manier is om ingenieurs op te lei, moet daar nooit uit gedagte verloor word dat die uiteindelijke doel is om ingenieurs op te lei wat eendag in die praktyk gaan staan nie. 'n Mens kan maklik in die versoeking kom om akademici of navorsers eerder dan praktiserende ingenieurs op te lei. Die pas gegradueerde ingenieur moet die konsep en implikasies-georiënteerde opleiding wat hy ondergaan verstaan. 'n Belangrike komponent hiervan is dat die ingenieur moet beseft dat voortgesette opleiding, hetsy formeel of informeel na sy eerste graad van kardinale belang is, en dat hy vir sy eie opleiding verantwoordelik is. Voortgesette opleiding wat staatmaak op die beginsel-georiënteerde voorgraadse opleiding van die ingenieur kan verseker dat hy aanpasbaar is by nuwe tegnologiese ontwikkelings en sy kennis en vermoëns dus inderwaarheid nooit verouderd raak nie. Die ingenieurstudent moet reeds tydens voorgraadse studie aan selfopleiding blootgestel word. Dit is makliker vir 'n student wat 'n beginsel georiënteerde opleiding ontvang het om die spesifieke toepassings, werkinge en probleme van 'n nuwe tegnologie of ontwikkeling te bemeester as wat dit is vir 'n student wat probleem georiënteerde opleiding ontvang het om die beginsels te leer.

Wat die opleiding van ingenieurs betref blyk dit dus dat die mees praktiese opleiding 'n teoretiese een is [4].

Indien ons aanvaar dat dit nodig is dat ingenieurs 'n akademiese opleiding moet ondergaan, impliseer dit noodwendig dat die opleiding deur akademici moet geskied. 'n Relevante vraag is of 'n mens moet verwag of selfs moet vereis dat die akademici 'n sekere peil van industriële of praktyk ondervinding moet hê en/of handhaaf [5].

Alhoewel daar nie 'n oordrewe klem op praktykondervinding van ingenieursdosente geplaas moet word nie, hou die beoefening van 'n beperkte praktyk deur dosente sekerlik voordele in. Dit is dan ook die Universiteit se beleid dat 'n dosent in die Fakulteit Ingenieurswese 'n beperkte konsultasiepraktyk in sy spesialisgebied kan bedryf. Dit skep 'n meganisme om baie van die probleme in hierdie verband te omvang, nl.

- (a) Dosente in ingenieurswese is gedurigdeur met regte ingenieursprojekte betrokke. Hulle is dus in 'n mindere of meerdere mate ook praktiserende ingenieurs, wat verhoed dat die dosentekorps 'n ivoortoringmentaliteit ontwikkel.
- (b) Die konsultasieprojekte behels realistiese multi-dissiplinêre regte-wêreld probleme wat opgelos moet word. Hierdie probleme kan sinvol as gevallestudies aangewend word. Studente, en veral nagraadse studente, kan by sulke projekte betrokke raak.
- (c) Dit bied die dosent 'n geleentheid om sy inkomste aan te vul. Sodoende kan uitnemende akademici dit finansiële lonend vind om by die Universiteit werksaam te wees.
- (d) Die kundigheid waaroor hierdie groep spesialiste beskik is tot die res van die land se beskikking.

Daar is al heelwat modelle ondersoek om die konsultasievermoëns van dosente te struktureer. Die situasie waar dosente as individue konsulteer is onbevredigend aangesien daar enersyds weinig infra-struktuur of sinergisme geskep word, en dosente andersyds op konsultasievlak met mekaar kan kompeteer. Dit kan tot onnodige spanning lei wat uiteindelik die akademie gaan benadeel. 'n Variasie op hierdie tema is die model waarvolgens dosente hulle konsultasie via die Universiteit bedryf. Wanneer hierdie opsie ondersoek word moet ons duidelik onderskeid tref tussen konsultasiewerk en kontraktnavorsing. Alhoewel lg duidelik binne die universiteit se missie val, is die onderskeid tussen die twee nie altyd maklik nie. In hierdie model sal die universiteit optree as kontrakteur met die kliënt en die dosent dan vir sy dienste betaal. So 'n struktuur kan uit 'n administratiewe oogpunt probleme skep aangesien die universiteit se stelsel van posevaluering en gepaardgaande vergoedingstruktuur gerig is op 'n salarisbasis, en nie voldoende voorsiening maak vir die betaling van konsultasiefooie nie. Verder impliseer hierdie model dat die universiteit betrokke raak by kommersiële projekte wat met die privaatsektor meeding, en die Universiteit regspraaklik gehou word vir moontlike foute van 'n konsultant.

Die model waarvolgens dosente via bestaande firmas wat nie op die kampus gesetel is nie konsulteer skep ook probleme in die sin dat dosente gedurende die tye wat hulle konsulteer nie op die kampus is nie, en dat hulle konsultasiebedrywighede nie bydra om 'n infrastruktuur in die Departement te skep nie.

'n Ander benadering is om 'n onafhanklike firma wat op die kampus gesetel is te bedryf waardeur dosente kan konsulteer. Ek meen dat ons 'n uitstekende en unieke model ontwikkel het in die wese van die Laboratorium vir Gevorderde Ingenieurswese (LGI). Die LGI-model soos hy vandag daar uitsien is deur baie

jare ontwikkel, en is uiters geskik vir akademiese konsultasie. Vanaf sy ontstaan as die destydse Barlow Lab het LGI deur baie veranderinge, wroeginge en formate ontwikkel tot by die hoë tegnologie akademiese konsultasiefirma wat dit vandag is.

Ek meen dat dit noodsaaklik is dat 'n firma soos LGI onafhanklik moet wees en nie aan enige ander maatskappy of belangegroep ander dan die Universiteit gekoppel moet wees nie. Dit sal weer vanaf 1 Oktober 1990 die geval met LGI wees, wanneer Technotron Nywerheidsontwikkelings al LGI se aandele terugverkoop aan die konsultante en volydse personeel wat in LGI werksaam is. Vanaf 1 Oktober 1990 sal LGI dus geen bande aan enige ander instansie of maatskappy hê nie - behalwe sy spesiale verbintenis met die Universiteit van Pretoria. Afgesien van die kantoorruimte wat LGI by die Universiteit huur, word 'n persentasie van LGI se omset ook jaarliks aan die Universiteit oorbetal. Hierdie fondse word deur die Universiteit gebruik om akademiese poste in die Departement te finansier, en geskied via die drie leerstoel wat LGI onlangs ingestel het.

LGI sien homself dus nie in kompetisie met ander maatskappye nie, maar eerder as 'n onafhanklike konsultasielaboratorium waardeur die spesialiskennis wat in die akademiese konsultante gesetel is deur enigiemand benut kan en behoort te word.

Die bestaan van 'n onafhanklike firma op die kampus waardeur akademici kan konsulteer hou dus heelwat voordeel vir die akademie in, te wete:

- (a) Dit bied 'n gestruktureerde meganisme waardeur akademici hulle konsultasie kan verrig. Deur baie konsultante in een firma te akkomodeer beskik die firma oor 'n groot poel van hoogs gespesialiseerde mannekrag en is dit in staat om komplekse projekte te hanteer.
- (b) Die konsultante is deurentyd op die kampus, en meer geredelik beskikbaar vir studente. Die infrastruktuur wat deur die firma opgebou word, word vir alle praktiese doeleindes in die Departement geïntegreer, en is beskikbaar vir opleiding en navorsing.
- (c) Die firma beskik oor sy eie administratiewe personeel wat verhoed dat die konsultasie bedrywighede enigsins 'n las op die Universiteit se administrasie plaas. Die administratiewe en bestuursfunksies maak dit vir die konsultante moontlik om hulle tyd grootliks aan tegniese werk te wei eerder dan om in administratiewe rondslomp betrokke te raak.
- (d) Die firma maak dit moontlik om heelwat addisionele sekretariële personeel tot die akademici se beskikking te plaas. Hierdie personeel word uit die aard van die saak uit die firma vergoed.

- (e) In die geval van LGI word daar jaarliks 'n bedrag van R300 000 beskikbaar gestel vir beurse aan voltydse nagraadse studente. Hierdie studente word dikwels betrek by die akademiese konsultasieprojekte.

Ten einde te verseker dat dosente wat deur die firma konsulteer nie hulle akademiese pligte verwaarloos nie, is die bestuurstruktuur van LGI baie nou aan die akademiese struktuur verwant. Tans is die Dekaan die besturende direkteur van LGI. Hy word bygestaan deur 'n voltydse bestuurder wat aan die hoof van die administrasie staan. Die departementshoofde van die Departemente Elektroniese, Meganiese en Siviele Ingenieurswese tree onderskeidelik op as uitvoerende direkteure in die elektroniese, meganiese en siviele divisies van LGI. Die dekaan en departementshoofde is dus in posisies om die werksaamhede van die akademiese konsultante in LGI te monitor en daardeur te verseker dat hulle ook die nodige akademiese prestasie lewer.

Alhoewel ek meen dat die beproefde model van 'n konsultasiefirma wat op die kampus gesetel is 'n goeie en praktiese een is, moet ons beslis nie LGI in sy huidige vorm as 'n heilige koei beskou nie. Nuwe strukture en formate moet gedurigdeur ondersoek word, inter alia, om die alomteenwoordige probleem van hoë bokoste die hoof te bied en die bestuurslas van die dekaan en departementshoofde te verlig.

2. Die gegradueerde ingenieur vis-a-vis die tegnikus

Ten einde die tegnologiese uitdagings wat op ons pad lê die hoof te bied is daar egter nie net ingenieurs nodig nie, maar ook tegnoloë en tegnici. Dit is belangrik om te besef dat hierdie beroepe aanvullend tot mekaar is, en dat sommige individue uit die aard van die saak meer geskik is vir die een dan vir die ander.

In die afgelope tyd word daar in verskeie kontekste nuwe modelle waarvolgens ingenieurs en tegnici opgelei moet word, bespreek en voorgestel. Sommige van hierdie voorstelle is gebaseer op die vestiging van 'n Institute vir Tegnologie [8] waar die opleiding van ingenieurs en tegnici alles onder dieselfde dak sal geskied.

In teenstelling met die gegradueerde ingenieur en die vereistes wat aan hom gestel word, moet ons ook die posisie van tegnici wat by die teknikons en tegniese kolleges opgelei word, kortliks in oënskou neem. Daar is 'n wesentlike verskil tussen die aard van die werk wat ingenieurs en tegnici verrig en daarom sou 'n mens verwag dat daar ook fundamentele verskille in hulle opleiding moet wees. Alhoewel ingenieurswese te make het met tegnologie, is die opleiding van ingenieurs akademies en wetenskaplik van aard eerder dan tegnologies, vir redes wat hierbo uiteengesit is. In 'n onlangse artikel meld 'n lid van die Komitee van Teknikonhoofde [7] "... is 'n teknikon se primêre taak om opvoeding (by uitstek onderwys)

en opleiding te verskaf om persone wat oor bepaalde vaardighede en voldoende tegnologiese en praktykkennis beskik aan die arbeidsmark te lewer". Hy gaan voort om te meld dat "fundamenteel-wetenskaplike navorsingsresultate word in 'n groot mate deur die technikonnavorsers as gegewe en/of vertrekpunt geneem en aangewend om tot doeltreffende pragmatiese oplossings vir bestaande bedryfsprobleme te kom". Navorsing by die technikon word ook gekenmerk deur "'n spesifieke gerigtheid op beroepspraktykbehoefte en die bevordering van die tegnologie deur die aanwending van bestaande kennis en verkreepte resultate en derhalwe praktykgeoriënteerd en aanwendbaar." So bv sal die student wat beoog om 'n laureatus in tegnologie te behaal 'n navorsingsprojek met tegnologiese grondslag onderneem. Die projek sal by uitstek gerig wees op die oplossing van 'n bepaalde beroepsprobleem. Dit wil dus voorkom asof die tegnikus se opleiding tegnologiegerig is eerder dan streng akademies in die sin wat hierbo vir die opleiding van gegradueerde ingenieurs bepleit is.

Hierdie fundamentele verskil in uitgangspunte by die opleiding van ingenieurs en tegnici maak dit moeilik om intermediêre raakpunte in die opleidings te vind. So bv meen ek dat dit nie moontlik is vir 'n persoon wat 'n diploma by die technikon verwerf het om die vierde studiejaar (of selfs derde en vierde studiejaar) by 'n universiteit te voltooi om sodoende 'n graad in ingenieurswese te verwerf nie. Die grondslag van die gevorderde ingenieurskonsepte wat in die derde en vierde studiejaar behandel word, word immers in die eerste twee studiejaar gelê en daarom is dit nodig om ook die eerste twee jaar te deurloop. Netso ondergaan tegnici 'n groot hoeveelheid praktiese opleiding, waarsonder 'n graduant nie kan verwag om 'n diploma te verwerf nie, al het hy die teoretiese kennis wat vir die diploma vereis word in pag. Dieselfde filosofie kan ook na nagraadse studie deurgevoer word. Ten einde vir 'n nagraadse kwalifikasie by die universiteit, en spesifiek in ingenieurswese te kan inskryf, is dit nodig om oor 'n graad te beskik aangesien nagraadse studie 'n verdere uitbouing is op die akademiese grondslag wat voorgraads gelê is.

Kritiek wat geskoei is op die premis dat tegnici wat pas klaar gestudeer is "nuttiger" is as ingenieurs wat pas klaar gestudeer is, is dus heeltemal ongegrond. Die aard van die tegnikus se opleiding maak hom by uitstek gereed om dadelik wanneer hy sy opleiding voltooi het nuttig in die arbeidsmark opgeneem te word en tegnologie te bedryf. Die ingenieursgraduand, aan die ander kant, verlaat die universiteit met weinig praktiese kennis en ervaring - anders dan die tegnikus wat sy opleiding akademies van aard, en is hy geskool in beginsels en innovasie. Net soos die mediese-, rekenmeesters-, prokureurs- en ander professionele beroepe het ingenieursgraduandi praktykopleiding nodig alvorens hulle werklik as ingenieurs kan funksioneer. Tydens hierdie periode moet hulle in die praktyk blootgestel word aan werklike, multi-dissiplinêre ingenieursprobleme en oplossings.

Die Wet op Professionele Ingenieurs vereis dan ook dat 'n persoon drie jaar as ingenieur-in-opleiding geregistreer moet wees alvorens hy as professionele ingenieur kan registreer. 'n Mens vind ook dikwels dat ingenieurs aangewend word waar tegnici eintlik nodig was, of vice versa. Onder sulke omstandighede waar 'n persoon werk moet verrig waarvoor hy nie aangelê of opgelei is nie, moet 'n mens dus nie verbaas wees indien die sy werkverrigting nie na wense is nie.

In my opinie hoort ingenieursopleiding in hierdie land uitsluitlik by universiteite. Alhoewel daar moontlik ruimte is vir 'n mate van rasionalisasie, dink ek nie inrigtings soos sg Institute vir Tegnologie moet geskep word om 'n gedeelte van ingenieursopleiding oor te neem nie. Soos vroeër gemeld dink ek ingenieurs moet 'n 4-jarige akademiese opleiding aan 'n universiteit ondergaan en daarna praktykverwante opleiding en ondervinding in die praktyk opdoen, soos ander professionele beroepe.

3. Hoeveel elektroniese ingenieurs het ons nodig?

As 'n departement wat elektroniese ingenieurs lewer is dit natuurlik belangrik vir ons om te weet hoeveel elektroniese ingenieurs jaarliks nodig is op baccalaureus, honnores, magister en doktorsvlak. Alhoewel dit 'n ingewikkelde probleem is om die aanvraag na ingenieurs te bepaal, is daar al verskeie modelle ontwikkel om dit te probeer doen.

In heelwat ontwikkelde lande is daar 'n nasionale strategie opgestel waarvolgens die stand van die besondere land se vlak van tegnologie oor 'n gegewe tydperk, sê 10 jaar, vasgestel word. Hiervolgens word dan bereken hoeveel ingenieurs met baccalaureus, magister en doktorsgrade nodig gaan wees om die doel te bereik. Ek meen dat daar nie tans so 'n strategie in die RSA bestaan nie, en derhalwe kan hierdie model nie gebruik word nie. Heelwat ekonomies suksesvolle lande het sulke strategieë, en ek dink dit sal goed wees as ons ook een ontwikkel [9].

Ek gaan nie die verskillende modelle waarvolgens die aanvraag na ingenieurs afgeskaf word hier bespreek nie, maar slegs meld dat die slotsom waartoe ek gekom het die volgende is:

Daar is geen sprake van 'n oorproduksie van ingenieurs, en veral elektroniese of elektroniese ingenieurs in die RSA nie. Uitsprake of publikasies tot hierdie effek wat nie op 'n wetenskaplike ondersoek gegrond is nie, is onverantwoordelik en skadelik.

Daar is inderwaarheid 'n tekort aan ingenieurs, wat baie negatiewe kort, medium en langtermynprobleme kan meebring, indien dit nie gou aangespreek word nie.

Die Departement se beleid moet wees om so veel as moontlik ingenieurs te produseer - uit die aard van die saak binne die begrensings van begrotings en ruimte en met die handhawing van akademiese standaarde.

Daar is soms argumente oor waar die klem vanuit regeringsondersteuning moet val: by universiteite vir die opleiding van ingenieurs, of by die teknikons vir die opleiding van tegnici. Alhoewel daar geen twyfel is dat daar sekerlik 'n groot tekort aan tegnici in hierdie land is en waarskynlik ook 'n wanverhouding tussen ingenieurs en tegnici is nie, bly die feit steeds staan dat daar eweneens ook 'n ernstige tekort aan ingenieurs is. Die tekort aan ingenieurs en tegnici moet nie teen mekaar afgespeel word nie. Om nou 'n beleid te volg waar daar minder klem op die opleiding van ingenieurs geplaas word sal baie verreikende negatiewe effekte hê waarvan ons later moeilik sal herstel.

Die feit dat daar tans 'n ernstige tekort aan ingenieurs is, is natuurlik nie 'n verrassing nie. 'n Baie ernstiger kwessie is waar die ingenieurs vandaan gaan kom. Die tradisionele bron van ingenieurs is blanke manlike skoliere. Demografiese studies toon dat hierdie bron byna sy versadigingspunt bereik het, dws ons kan nie geweldige toename in ingenieurs uit hierdie oord verwag nie. Ander bronne is blanke damesstudente en manlike- sowel as damesstudente vanuit die Kleurling, Indiër en Swart gemeenskappe.

Die probleme wat veral die Swart gemeenskappe in die laaste paar jaar in hulle skole ondervind het, het tot gevolg dat daar waarskynlik baie min matrikulante in die volgende paar jaar geproduseer gaan word wat voldoende skoolopleiding het om tot studie in ingenieurswese toegelaat te word.

Damesstudente lyk na 'n aantreklike opsie. Elektroniese ingenieurswese is 'n baie geskikte beroep vir dames en behoort sterk aangemoedig te word. Van die 520 voorgraadse studente in die Departement is daar tans 35 damesstudente, ongeveer 7.2%. Die Universiteit van Pretoria moet 'n aktiewe poging aanwend om mans en damesstudente van alle bevolkingsgroepe vir ingenieurswese te werf - in hierdie geval spesifiek in elektroniese ingenieurswese. Skoleskaling en werwing by skole is 'n saak wat die Universiteit met erns en toewyding moet benader. Dit is nie iets wat ons maar net aan die toeval kan oorlaat nie. Goeie skoliere moet aktief in die hele land gewerf word. Genoegsame hulpbronne moet beskikbaar gestel word om dit 'n grootse poging te kan maak.

4. Tegnologieë van die toekoms

Daar is vroeër vermeld dat ons op die drumpel van die 21^e eeu staan wat die opleiding van ingenieurs betref. Dit is daarom noodsaaklik dat ons nou al die

tegnologieë van die toekoms moet identifiseer, en die beginsels en toepassings van daardie tegnologieë in vandag se kurrikula inkorporeer. Soos in ander dissiplines kan opleiding in hierdie areas slegs plaasvind indien die dosente wat daarby betrokke is aktief navorsing in daardie velde doen.

Wanneer die byvoeging van kursusse in nuwe rigtings oorweeg word, moet 'n mens die volgende in gedagte hou:

Alhoewel die spesifieke tegnologie of dissipline miskien nie vandag besonder relevant is nie, gaan dit oor tien jaar belangrik wees? Ons het reeds bepaal dat studente vir die toekoms eerder dan die huidige opgelei moet word.

Hierdie vraag kan beantwoord word deur 'n noukeurige ondersoek na die ontwikkeling van nuwe tegnologieë te doen, en te bepaal of dit nuwe basiese tendense is, of eerder variasies op huidige velde wat net normaalweg besig is om te ontwikkel. Deel van die akademiese verantwoordelikheid van dosente is dus om gedurende die stand van die tegnologie dop te hou. Indien dit nie gebeur nie, sal ons opleiding baie gou irrelevant raak, want teen die tyd wat ons dit agterkom sal dit waarskynlik te laat wees om iets daaraan te doen - 'n hele generasie ingenieurs sal toegerus wees met vermoëns om gister se tegnologie te ontwikkel. Dit is nie net nadelig uit die ingenieur se oogpunt nie, maar beteken ook dat daar nie manekrag met die regte opleiding beskikbaar gaan wees wanneer hulle nodig is nie.

Internasionale kontak is hier van die uiterste belang, veral in die lig van Suid-Afrika se geografiese en huidige politieke isolasie. Dit kan verkry word deur die bywoning van internasionale simposia, besoeke aan buitelandse universiteite en nywerhede, maar ook deur buitelandse deskundiges hierheen te nooi. 'n Doelbewuste poging moet aangewend word om meer besoekende akademici hierheen te lok.

In die lig van bostaande blyk dit asof die volgende dissiplines beslis binne die volgende tien jaar belangrik gaan wees, ten minste in so 'n mate dat ons nou reeds in ons opleiding daaraan moet aandag gee:

Fotonika

Fotonika omvat die dissipline waar op fotone eerder dan elektrone gekonsentreer word. Tipiese toepassings is bv optiese golfleiers, infra-rooi tegnologie, lasers, holografie en vertoontegnologie. Ander dissiplines vind aansluiting by fotonika, in die sin dat basiese toepassings wat voorheen met elektronika gedoen is nou opties geïmplimenteer kan word, oa. seinverwerking en berekeninge. Die LGI Leerstoel in Fotonika is onlangs ingestel om beslag te gee aan die Departement se poging in fotonika.

Bio-ingenieurswese

Bio-ingenieurswese is 'n multi-dissiplinêre veld wat 'n wye verskeidenheid van aktiwiteite omvat. Dit is hoofsaaklik gefokus op die ingenieursbenadering tot biostelsels, en sluit bv die ontwikkeling van mediese instrumentasie, modellering van biosisteme soos menslike organe, ergonomie ens. in. 'n Interessante navorsingsprojek wat tans deur die navorsingsgroepe in seinverwerking en bio-ingenieurswese in die Departement onderneem word is die ontwikkeling van 'n bioniese oor.

Bio-ingenieurswese bestaan ook as 'n nagraadse spesialisrigting in die Departement en die grade B.Ing(Hons)(Bio-ingenieurswese) en M.Ing(Bio-ingenieurswese) word dan ook in die Departement aangebied. Ten einde vir hierdie grade te kan inskryf is dit nodig dat 'n kandidaat oor 'n B.Ing-graad of soortgelyke kwalifikasie beskik. Vanweë die multi-dissiplinêre aard van bio-ingenieurswese en ook die ooglopende raakvlakke wat dit met die mediese wetenskappe het, is daar heelwat belangstelling in bio-ingenieurswese van persone wat nie 'n voorgraadse ingenieursopleiding het nie, hoofsaaklik medici en natuurwetenskaplikes. 'n Program word dan ook tans in die Departement Elektroniese en Rekenaaringenieurswese ontwikkel waarvolgens studente wat nie oor B.Ing-grade beskik nie, maar wel ander toepaslike grade het, nagraadse studie in bio-ingenieurswese kan onderneem. Sulke studente skryf in vir die grade B.Sc(Hons)(Biostelsels) en M.Sc(Biostelsels) wat in die Departement aangebied word.

Daar word beoog om veral persone in die mediese professie wat in bio-ingenieurswese belangstel by hierdie program betrokke te kry. Wanneer so 'n persoon kwalifiseer sal hy nie noodwendig 'n bio-ingenieur wees nie, maar eerder bv 'n dokter wat sy kennis van bio-ingenieurswese kan aanwend om sy mediese vermoëns uit te brei. Afgesien van die opleidingsaspekte is daar baie sinvolle navorsingsprojekte wat kan volg uit 'n georganiseerde sinergisme tussen bio-ingenieurs en medici.

By UP word bio-ingenieurswese oa deur die Goldbergskenking befonds.

Materiale

In die geval van elektroniese ingenieurswese speel materiale 'n belangrike rol, veral op die komponentvlak. Ten einde voorpuntnavorsing in mikroëlektronika te kan doen sal heelwat aandag aan materiale per se gegee moet word. In hierdie konteks behoort navorsing in materiale dus binne die Carl en Emily Fuchs Instituut vir Mikroëlektronika tuis. Daar word gepoog om noue samewerking met ander departemente wat by navorsing op materiale betrokke is, veral die Departemente Chemie, Fisika en Materiaalkunde en Metallurgiese Ingenieurswese asook die nywerheid.

Rekenaaringenieurswese

Alhoewel die gebruik van rekenaars in alle dissiplines van ingenieurswese onontbeerlik geword het, is dit 'n integrale deel van elektroniese ingenieurswese. Hier gaan dit om baie meer as net die gebruik van rekenaars (wat dikwels eerder neerkom op die gebruik van sekere programmatuurpakette) maar ook omtrent die ontwerp van rekenaars, rekenaar gebaseerde stelsels en die ontwikkeling van programmatuur.

Afgesien van die ooglopende en tradisionele aspekte van rekenaars soos syferstelsels, rekenaarargitektuur, netwerke, kommunikasie en die skryf van programme, omvat opleiding in rekenaaringenieurswese soos wat ek dit hier voorsien 'n baie wyer spektrum van aktiwiteite.

Tot nog toe is opleiding van ingenieurs in die programmering van rekenaars hanteer vanuit die oogpunt waar programmering 'n vaardigheid is wat nodig is om probleme in ander kursusse te kan oplos. In elektroniese ingenieurswese word wel aandag geskenk aan die meer basiese elemente van programmering van mikroverwerkers op 'n saamstelvlak. Die vertrekpunt is die uiteindelijke integrasie van mikroverwerkers in die ontwerp van elektroniese stelsels en daarom word baie klem gelê op die apparatuur aspekte. In die Dept Rekenaarwetenskap, daarenteen, word rekenaars meer uit 'n stelsel en programmatuur oogpunt benader.

Daar word soms gespekuleer dat daar moontlik oorvleueling tussen die aktiwiteite van die Dept Elektroniese en Rekenaaringenieurswese en die Dept Rekenaarwetenskap is. Dit is inderwaarheid so, maar ons moet dadelik 'n onderskeid tref tussen oorvleueling en duplisering. Oorvleueling in die sin dat beide dissiplines ten nouste met die ontwikkeling en toepassings van rekenaars gemoeid is. Ek meen egter nie dat daar 'n duplisering is nie, maar eerder 'n gaping. Ingenieurs wat hulle rekenaaropleiding in die Departement Elektroniese en Rekenaaringenieurswese ondergaan het, het nie die diepgewortelde filosofie van programmatuurontwerp met gepaardgaande agtergrond van kwaliteitsversekering, ontfooting, datastrukture en so meer in pag nie. Sulke vermoëns gaan in die toekoms vir elektroniese ingenieurs van toenemende belang word.

Alhoewel daar reeds uitstekende samewerking tussen die twee departemente bestaan, meen ek dat ons nou steeds nader aan mekaar moet beweeg. Daar word tans B.Ing(Hons)(Rekenaaringenieurswese) en M.Ing(Rekenaaringenieurswese)-grade in die Departement Elektroniese en Rekenaaringenieurswese aangebied. In sommige gevalle volg studente die helfte van die kursusse vir hierdie twee nagraadse kwalifikasies in die Dept Rekenaarwetenskap. Alhoewel ek meen dat die tyd vir 'n voorgraadse B.Ing(Rekenaaringenieurswese)-graad nog nie aangebreek het nie, meen ek tog dat ons baie sal baat deur kursusse wat deur die Dept Rekenaar-

wetenskap aangebied word by ons huidige voorgraadse kursus te integreer. Afgesien van die toenadering op opleidingsvlak sal nouer samewerking ook groot dividende afwerp op die navorsingsterrein.

5. Die Departement vandag en sy vermoë om die uitdagings van die toekoms die hoof te bied

Noudat die filosofie van opleiding bespreek is, ons 'n blik op die toekoms gehad het en kennis geneem het van die feit dat daar wel 'n dringende behoefte aan elektroniese ingenieurs bestaan moet die vermoë van die Departement Elektroniese en Rekenaaringenieurswese om die uitdagings van die toekoms die hoof te bied, ondersoek word.

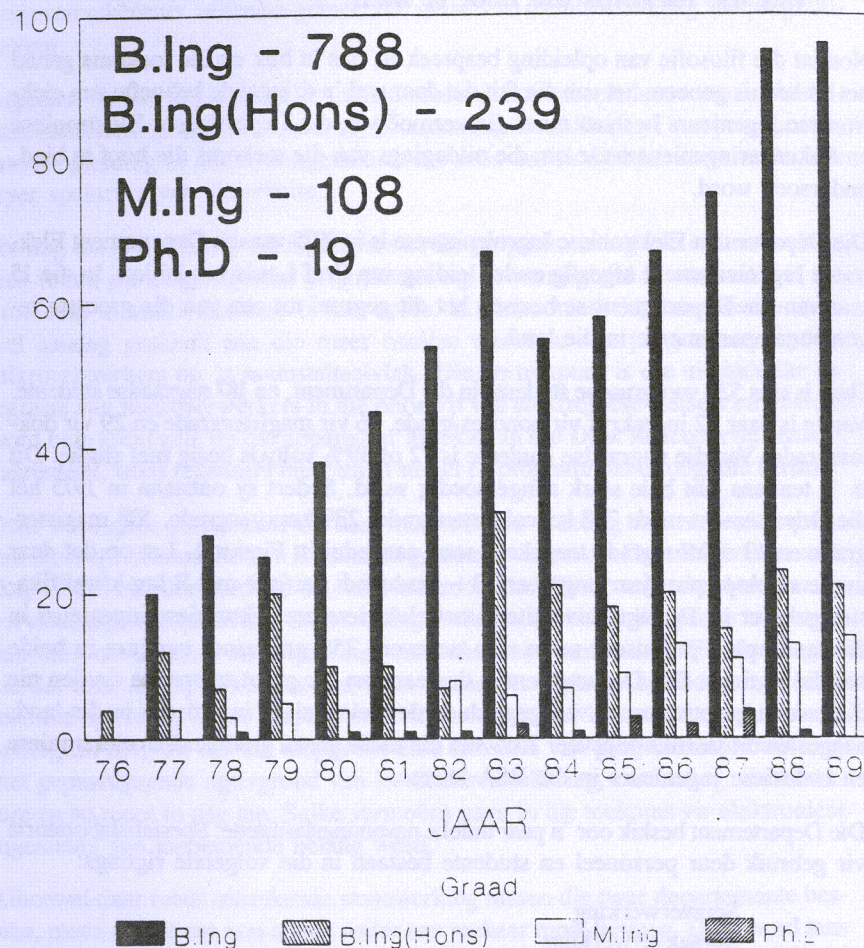
Die Departement Elektroniese Ingenieurswese is in 1975 van die Departement Elektroniese Ingenieurswese afgestig onder leiding van Prof Louis van Biljon. In die 15 jaar van die Departement se bestaan het dit gegroei tot een van die grootste ingenieursdepartemente in die land.

Daar is tans 520 voorgraadse studente in die Department, en 187 nagraadse studente. Van 1g is daar 82 ingeskrif vir honores-grade, 76 vir magistergrade en 29 vir doktorsgrade. Van die nagraadse studente is 72 of 39% voltyds besig met studie. Dit is 'n tendens wat baie sterk aangemoedig word. Sedert sy ontstaan in 1975 het die Departement reeds 788 baccalaureusgrade, 239 honoresgrade, 108 magistergrade en 19 doktorsgrade toegeken, soos aangedui in Figuur 1. Let op dat daar in die afgelope paar jaar ongeveer 90+ graduandi per jaar met B.Ing kwalifikasies gelewer is. Die agt universiteite wat elektriese en elektroniese ingenieurs in die land oplei, produseer saam tans ongeveer 350 graduandi per jaar in beide hierdie rigtings. Die Departement is dus een van die grootste bronne (indien nie die enkele grootste bron) van gegradueerde elektroniese ingenieurs in die land, aangesien dit jaarliks ongeveer 25% van die totale aantal graduandi in elektroniese en elektriese ingenieurs in die RSA lewer.

Die Departement beskik oor 'n paar unieke navorsingsfasiliteite. Spesialislaboratoria vir gebruik deur personeel en studente bestaan in die volgende rigtings:

- Seinverwerking
- Spraakverwerking
- Beeldverwerking
- Mikrogolfnetwerke
- Beheerstelsels
- Bio-ingenieurswese
- Fotonika
- Rekenaaringenieurswese

DEPT ELEKTRONIESE ING AANTAL GRADE TOEGEKEN



Figuur 1: Aantal grade wat in die Dept Elektroniese en Rekenaaringenieurswese toegeken is.

Afgesien van hierdie laboratoria, wat in die JG Strijdomgebou gehuisves word, is daar ook twee ander unieke fasiliteite in die Departement wat elk in sy eie gebou gesetel is, nl. die Carl en Emily Fuchs Instituut vir Mikroëlektronika (CEFIM) en die Antennemeetbaan.

CEFIM

Die Carl en Emily Fuchs Instituut vir Mikroëlektronika (CEFIM) is 'n navorsingsinstituut wat spesifiek met navorsing in mikroëlektronika en aanverwante dissiplines besig is. CEFIM funksioneer binne die Departement, maar word bestuur deur 'n hoofbestuurder. Die omset is tans in die orde van R6 miljoen per annum.

In CEFIM bestaan daar navorsingsgroepe in silikontegnologie, infrarooi-stelsels, die ontwerp van mikroëlektroniese bane asook GaAs. CEFIM beskik oor baie gesofistikeerde apparatuur wat uniek in die land is o.a. 'n elektronpatroongenerator. Aangesien die Departement se mikroëlektronikavermoe in CEFIM gesetel is, het CEFIM uit die aard van die saak ook 'n sterk direkte akademiese aktiwiteit, beide in soverre dit opleiding en navorsing aangaan. Die opleiding in CEFIM is hoofsaaklik op nagraadse studente gerig, maar daar is jaarliks 'n hele paar voorgraadse studente wat hulle finalejaar skripsies onder navorsers in CEFIM doen. CEFIM stel jaarliks 'n bedrag in die orde van R60 000 beskikbaar as genootskappe wat voltydse nagraadse studente in staat stel om hulle magister en doktorsale studies in mikroëlektronika en die ander dissiplines waarin CEFIM aktief is te onderneem.

Verder gebruik die dosente in die Departement CEFIM se fasiliteite om navorsing in mikroëlektronika te doen. 'n Gedeelte van die fondse wat CEFIM uit kontraknavorsing genereer word dan ook aangewend om die akademiese navorsing te befonds.

Antennemeetbaan

Die Departement het onlangs 'n kompakte antennemeetbaan op die kampus opgerig. Daar is slegs enkele universiteite in die wêreld wat oor so 'n baan beskik. UP se baan is die enigste een in die land, inderdaad in die suidelike halfrond.

Die Departement se baan word gehuisves in 'n nuwe gebou wat spesiaal daarvoor op die suid-kampus opgerig is. Die baan sal hoofsaaklik deur die navorsingsgroep in elektro-magnetisme gebruik word, hoofsaaklik vir navorsing oor antennes en verstrooiing. Hierdie groep is deur die SNO as 'n Sentrum van Uitnemendheid aangewys. Die baan is dan ook gedeeltelik gefinansier deur fondse wat die SNO langs hierdie weg beskikbaar gestel het. Vier van die navorsers in die groep word ook individueel deur die SNO as geëvalueerde wetenskaplikes ondersteun, een wie onlangs 'n Presidentiële toekenning ontvang het.

Die totale waarde van opleidings en navorsingsapparaat in die Departement (CEFIM ingesluit) beloop tans heelwat meer as R30 miljoen. Alhoewel dit 'n asemrowende bedrag is, moet daar ingedagte ghou word dat die apparaat instand gehou moet word, en ook mettertyd vervang moet word.

Die krag van die Departement lê egter nie in die apparaat of fasiliteite nie, maar in die dosente. Daar is tans 28 doserende personeellede in die Departement, meer as die helfte waarvan professore of mede-professore met doktorsgrade is. Die doserende personeel word ondersteun deur 'n aantal sekretariële en tegniese personeel. Afgesien van die doserende personeel is daar 'n verdere 40 navorsingspersoneellede in die Carl en Emily Fuchs Instituut vir Mikroëlektronika werk-saam.

In die Departement Elektroniese en Rekenaaringenieurswese by die Universiteit van Pretoria is daar tans sekerlik die grootste groep hoogs kwalifiseerde spesialiste in elektroniese ingenieurswese in die land op een plek bymekaar. Alhoewel daar 'n groot aantal vakkursusse in verskillende dissiplines van elektroniese ingenieurswese aangebied word, het die groot aantal dosente in die Departement tot gevolg dat individue steeds kan spesialiseer.

Die Departement is 'n organisasie met 'n groot infrastruktuur en omvang van aktiwiteite. Indien CEFIM en die elektroniese divisie van LGI bygereken word is die omset van die aktiwiteite wat direk met die Departement verband hou tans ongeveer R14 miljoen per annum en die waarde van die kapitaalbates meer as R30 miljoen. Die bestuur van so 'n organisasie kan nie op 'n lukraak manier geskied nie, maar verg baie intensiewe daaglikse bestuur en langer termyn beplanning. Voldoende administrasie steun, beide vanaf die sentrale administrasie asook binne die Departement is noodsaaklik om dit te kan doen.

Daar is baie individue met groot visie wat bygedra het om die Departement te ontwikkel tot waar dit vandag is. Ek wil graag die bydraes van die privaat en openbare instansies wat deur middel van skenkings bydra om die Universiteit in staat stel om dosente met die postuur, kwalifikasies en kwaliteite wat tans aan die Departement verbonde is, vir die akademie te werf en ook te behou, vermeld:

- . Grinaker Elektronika Leerstoel in Elektromagnetisme
- . Poskantoor Leerstoel in Telekommunikasie
- . Goldberg Leerstoel in Bio-ingenieurswese
- . Carl en Emily Fuchs Leerstoel in Mikroëlektronika
- . LGI Leerstoel in Fotonika
- . LGI Leerstoel in Mikro- en Millimetergolfstudies
- . LGI Leerstoel in Seinverwerking

Afgesien van verskeie firmas wat pryse aan studente skenk, skenk Grinaker Elektronika verder jaarliks 'n vliegtuigkaartjie aan die Departement wat deur 'n dosent gebruik kan word om 'n internasionale simposium by te woon. Die Stigting vir Navorsingsontwikkeling stel ook heelwat fondse vir navorsing in die Departement beskikbaar via die geëvalueerde wetenskaplikes en die Sentrum van Uitnemendheid in Elektromagnetisme.

Die versiendheid van die skenkers van die leerstoel en die SNO is sekerlik 'n belegging in die toekoms waarsonder die Departement moeilik die omvang en uitnemendheid van sy huidige aktiwiteite sal kan handhaaf.

Ek wil afsluit deur te sê dat die Departement Elektroniese en Rekenaaringenieurswese by Universiteit van Pretoria, as een van grootste bronne van gegradueerde elektroniese ingenieurs in die land, deeglik bewus is van sy groot verantwoordelikheid en sorg dra dat die ingenieurs wat gelewer word die uitdagings wat die 21^e gaan meebring, suksesvol die hoof gaan bied.

VERWYSINGS

1. JD van Wyk, "The challenges of developing technology and the approaching 21st century to engineering and electrical engineering education", *Elektron*, Nov/Des 1989, pp. 12-14.
2. Steven S Sample, "Engineering Education and the Liberal Arts Tradition", *IEEE Transactions on Education*, Vol 31, No 2, May 1988, pp. 54-57.
3. **Chambers Encyclopaedia**. New Revised Edition, Pergamon Press, 1966.
4. RM Hutchins, **The Learning Society**, Praeger, New York, 1968.
5. M.S. Gupta, "Is Industrial Experience Necessary for Teaching Engineering?", *IEEE Transactions on Education*, Vol 31, No 1, February 1988, pp. 9-20.
6. H.A. Simon, **The Sciences of the Artificial**, MIT Press, Cambridge, 1969.
7. A.E. Strydom, "Die bydrae wat teknikons kan lewer", *RGN Bulletin*, 1990, 2(2).
8. **The Crisis in Engineering Education**, Report arising from a Workshop arranged by The Engineering Education, Training & Recruitment Committee on 12 October 1989.
9. A Pouris, **The Hidden Crisis, S & T Manpower development in South Africa**, SNO verslag, Maart 1989.
10. A van Vuuren, SNO, private gesprek.
11. Piet Badenhorst, "Belangrike nuus vir ouers", *Finansies & Tegniek*, 18 Mei 1990, p. 22.

TRAINING ELECTRONICS AND COMPUTER ENGINEERS: CHALLENGES FOR THE 21st CENTURY

Prof CWI Pistorius
Department of Electronics and Computer Engineering
University of Pretoria

Summary of professoral inaugural lecture delivered on 9 August 1990

It can be argued that a new first year student that enrolled in 1990 will only be a productive engineer in the year 2000. Although we are now entering the last decade of this century, we are thus actually on the brink of the 21st century as far as the education of electronics engineers are concerned. The new century will bring with it new challenges and requirements that have to be examined now.

It is speculated that there will be an order or more new inventions and advances in technology in the next ten years than in the previous ten years. All that we can thus really say about the state of technology in the year 2000, is that it will be different from it is now. Yet the engineers that we train now, will only be really productive in the year 2000. This poses a dilemma for engineering educators.

The solution is surprisingly simple, viz engineers have to receive an academic education rather than a technological one. In an academic education fundamental principles and how to apply them are stressed, whereas in a technological training the student is taught how to operate the technology of the day.

Since there is a fundamental difference between the types of work that engineers and technicians do, one would expect that there is also a difference between the educations that they receive.

It is argued that there are many advantages to engineering teachers who perform limited consulting work. This work should preferably be done through a company that is seated on the campus.

Different models whereby the number of engineers required can be estimated, exist. Since engineers are creators of wealth, one should accept the norm that as many engineers as possible should be produced. Recruitment from schools should be a high priority.

Photonics, bio-engineering, materials and computer engineering are identified as technologies that will become very prominent in the future. Subsequently, they should receive attention in current curricula.

The Department of Electronics and Computer Engineering at the University of Pretoria is currently one of the largest engineering departments in the country, producing almost 25% of all the graduates in electrical and electronics engineers. It has very modern laboratories, including the Carl and Emily Fuchs Institute for Microelectronics and the Antenna Measurement Range. There are currently 28 teaching staff in the Department, more than half of which are professors with doctoral degrees. The seven endowed chairs in the Department help create an atmosphere where top academics can be recruited and retained.

The Department is prepared and able to accept the challenges that the 21st century will bring.