

"INCEPTION"

Tussen 1170 en 1200 het die universiteite van Bologna en Parys tot stand gekom. Die karakter van die universiteite is deur eietydse invloede gevorm. So was die onderrig van destyds, veral in Parys, intiem met die kerk verweef, in so 'n mate dat die sanksie van die kanselier van die katedraal om te mag onderrig as vanselfsprekend aanvaar is. Die sanksie het beslag gekry in die toekenning van die "licentia docendi". Dit was ook die tydperk van die gildestelsel. Die stelsel het vereis dat 'n vakleerling hom onder leiding van 'n meester moes bekwaam om in die gilde opgeneem te word.

Hierdie twee gedagtes, te wete "leiding deur 'n leermeester" en "sanksionering van leermeesterskap", het ook by die vroeë universiteite ingang gevind. Dit het gestalte gekry in die "inceptio" - 'n publieke eksamen, 'n toetredingsseremonie waartydens die kandidaat 'n rede moes lewer en dit teen opponente vanuit die studentegemeenskap moes verdedig. Indien suksesvol, was die kandidaat se beloning dat sy promotor hom aan die aartsbiskop voorgestel het wat die "licentia docendi" aan hom toegeken het. Daarna het hy in die leerstoel (cathedra) gaan sit sodat sy promotor aan hom die insignia van sy pasverworwe amp - die goue ring, die boek en die "biretta" - kon oorhandig. Hierna het die seremonie onder trompetgeskalm verskuif na 'n banket waar luisterryk onthaal en geskenke uitgedeel is.

In wese was die "inceptio" dus 'n demonstrasie van die reg van die kandidaat om die funksies van sy amp te mag uitvoer en is hy so as nuweling tot die gemeenskap van leermeesters toegelaat.

Die kort uiteensetting bied 'n verklaring vir die oorsprong van die intreerede, die leerstoel, die hoofdeksel, die toga, die akademiese diskoers en die gedagte van akademiese vryheid en onafhanklikheid wat u vanaand saam met die "nuweling" deel.

"If universities did not adhere strictly to the main tradition of the academic ethos in the critical assessment of candidates for incorporation into their substantive traditions, they would not have lasted as long as they have" (Shils, E. 1981. Tradition. London: Faber and Faber).

INGENIEURS- EN TEGNOLOGIEBESTUUR: 'N NUWE DIMENSIE IN INGENIEURSWESE

Prof Antonie M de Klerk
Departement Ingenieurs- en Tegnologiebestuur

Professorale intreerede gelewer op 6 Julie 1995

Dit is vanaand my aangename voorreg om die eerste intreerede in die Departement Ingenieurs- en Tegnologiebestuur te lewer. So 'n voorreg bring egter ook verantwoordelikhede mee. Wanneer 'n nuwe departement ingestel word, moet daar goeie redes voor wees. Dit is bykans 20 jaar sedert die laaste nuwe departement in die Fakulteit Ingenieurswese gestig is, en u kan dus met reg vra waar hierdie nuwe dissipline nou vandaan kom, wat dit inhou, en wat die rol en doelwitte van hierdie nuwe departement is. Waarom moet dit dan ook 'n aparte departement wees? Ek wil vanaand poog om antwoorde op hierdie vrae te verskaf, en wel aan die hand van die volgende hoofpunte:

- Die Rol van Ingenieurs in Bestuur
- Die Nuwe Dimensie in Ingenieurswese
- Internasionale Akademiese Ontwikkeling
- Wat is Ingenieurs- en Tegnologiebestuur?
- Geskiedenis van Departement
- Behoeftes aan Ingenieurs- en Tegnologiebestuur in Suid-Afrika
- Die Ingenieursvoorsprong
- Prioriteite vir die Nuwe Departement

Dit is ooglopend dat die tyd ons slegs toelaat om die kernaspekte onder elk van hierdie punte aan te raak. Ek meen egter dat dit by 'n eerste intreerede soos hierdie wenslik is om 'n relatief breë perspektief te skets eerder as om enkele sake in diepte te behandel.

1. DIE ROL VAN INGENIEURS IN BESTUUR

Dit is vandag 'n aanvaarde feit dat tegnologiese innovasie noodsaaklik is vir die behaling van ekonomiese sukses. 'n Verskeidenheid gesaghebbende studies het bevind dat tegnologie 'n sentrale rol speel in die produktiwiteit, groei en internasionale mededingendheid van lande. Tegnologie word geskep en aangewend deur ingenieurs vir die daarstelling van produkte en dienste. Hiervoor word ondernemings gebruik, wat op hulle beurt weer bestuur moet word. Ons kan dus die stelling maak dat ingenieurs en bestuur sleutelrolle vervul in die behaling van ekonomiese sukses en dus ook die skepping van welvaart. Wat egter nie duidelik is nie, is die verwantskap tussen ingenieurs en bestuur. In hierdie hoofstuk wil ons hierdie saak verder ondersoek.

Tegnologie is 'n nuwerwetse woord, maar die konsep bestaan natuurlik al implisiet sedert die vroegste tye. Die wyse waarop vuur met twee stokkies gemaak word of pypunte vervaardig word, was sonder twyfel belangrike tegnologieë op hulle dag.

Die ontwikkeling van tegnologie het 'n kernrol gespeel het in die nywerheidsomwenteling in Engeland aan die begin van die 19e eeu. Dink byvoorbeeld maar aan stoomwerktuie. Dit het gelei tot die ontstaan van 'n groot aantal tegnologie-gebaseerde ondernemings. Met 'n tegnologie-gebaseerde onderneming bedoel ons 'n ekonomiese aktiwiteit waar tegnologie 'n sleutelrol vervul in die lewering van produkte of dienste, en in effek die rede vir die bestaan van so 'n organisasie is. Die ontstaan van so 'n firma was juis meestal te danke aan een of ander tegnologiese innovasie. 'n Goeie voorbeeld hiervan is George Stephenson wat verantwoordelik was vir die eerste stoomlokomotief en ook later sy eie lokomotiefwerke opgerig het.

Dit is dan ook te verstane dat die ingenieur verantwoordelik vir hierdie innovasie outomaties 'n leidende rol geneem het in die bedryf en verdere ontwikkeling van die onderneming. Wie anders het die tegnologie van die besigheid so goed verstaan of was in beter posisie om belangrike besluite te neem? Vanweë hulle tegniese kennis van produkte en vervaardigingsprosesse het ingenieurs na vore getree as natuurlike bedryfsleiers.

Bestuursdenke het egter eers laat in die 19e eeu begin ontwikkel. Twee persone wat vandag aan meeste van ons bekend is as die vaders van die moderne bestuursteorie, is Frederick Winslow Taylor van die VSA en Henri Fayol van Frankryk. Taylor is in 1856 gebore en het in 1911 sy bekende referaat "The Principles of Scientific Management" gepubliseer [1]. Fayol is in 1841 gebore en het in 1916 sy werk onder die titel "General and Industrial Management" die lig laat sien [2]. Wat egter minder bekend is, is dat beide Taylor en Fayol ingenieurs was! Taylor het byvoorbeeld sy bekende referaat die eerste keer voor die Amerikaanse Vereniging vir Meganiese Ingenieurs gelewer. Fayol was 'n bekende myningenieur wat ook verskeie tegniese publikasies agter sy naam het. Ingenieurs het dus 'n sleutelrol gespeel het in die ontwikkeling van sistematiese bestuur. Noble [3] stel dit as volg:

"Modern management was thus not simply the creation of engineers; it was the product of engineers functioning as managers. As the Director of the Taylor Society later recalled, the first coherent public expression of concern with management problems came from the engineers. They were the initiators of the "management movement" and it was they who continued to give it vigour. The first highly trained minds to go into industry were products of the engineering schools. They were trained as technicians and went into industry as technicians, but many of them speedily became operating executives and focused their trained minds on managerial problems; the management movement arose out of the impact of a group of highly trained engineering minds on an industrial situation of engineering complexity.

The engineers were the first people in industry to attempt to apply systematically the intellectual methods of science to questions of business management."

Tegnologie speel vandag natuurlik 'n baie groter rol as in die 19e eeu en die belangrikheid daarvan neem selfs nog daagliks toe. Dit sou dus logies wees om te verwag dat die rol van ingenieurs in bestuur ook nog verder toegeneem het. Die verrassing is egter dat die teenoorgestelde waar is: ingenieurs is vandag heeltemal onderverteenwoordig in bestuur! Opnames in die tagtigs het byvoorbeeld getoon dat ingenieurs slegs 8% van die topbestuur van die Amerikaanse maatskappye uitmaak [4]. Hoe klop hierdie dan met die aanvaarde wysheid dat tegnologie (en derhalwe ook ingenieurs) die sleutel is tot ekonomiese prestasie en die skepping van welvaart?

Die antwoord op hierdie vraag is te vinde in die wyse waarop bestuur ontwikkel het oor die afgelope aantal dekades¹. Taylor het in 1911 aangevoer dat kennis van bedryfsprosesse sentraal is tot die kundigheid waarvoor 'n bestuurder moet beskik [1]. Slegs hierdeur sou hy in staat wêes om die prosesse te herontwerp en produktiwiteit te verhoog. Fayol het byvoorbeeld 'n relatiewe belangrikheid van 25% toegeken aan die tegniese vermoë waarvoor die hoof van 'n medium-grootte onderneming moet beskik [2]. Ten spyte hiervan het bestuursdenke sistematies die taak van die bestuurder begin ontkoppel van kennis van die onderliggende tegnologie waaruit 'n firma sy bestaan maak. Bestuur het begin ontwikkel as 'n onafhanklike en aparte dissipline. Koontz & O'Donnell [5], twee bekendes in die bestuurswêreld, skryf byvoorbeeld in 1968:

"...managers perform the same function regardless of their place in the organizational structure or the type of the enterprise in which they are engaged.... The implications of this principle are several. In the first place, it means that anything significant that is said about the functions of one manager applies to all managers... In the second place, the principle implies that managerial knowledge and experience are transferable from department to department and from enterprise to enterprise."

en 'n bietjie verder in dieselfde verwysing:

"...if he (the manager) can rely upon, and successfully use, the technical skills of others, he need not possess a nonmanagerial skill at all."

By implikasie word hier dus aangevoer dat bestuur 'n generiese kundigheid is en dat 'n bestuurder geen kennis nodig het van die tegnologie van die firma of die funksie wat hy of sy bestuur nie. 'n Opgeleide bestuurder sou dus met dieselfde gemak 'n kettingwinkel of 'n hoë-tegnologie vervaardigingsmaatskappy kon bestuur.

Inderdaad is dit dan ook die gesigspunt wat in die industrie posgevat het. Senior bestuursaanstellings is toenemend gemaak uit nie-tegniese geleedere. Die dramatiese toename in bestuursopleiding gedurende die sestigs het hierdie tendens verder aangehelp. Topbesture van maatskappye het hulle al meer en meer begin bemoei met finansies, bemaking en strategiese besluitneming, en stelselmatig alle tegniese en bedryfsaspekte na laer vlakke begin relegaer. Korttermyn finansiële

¹ Sien ook Lee & Smith [8] vir 'n bespreking hiervan.

prestasie is nagestreef, dikwels ten koste van die langertermyn perspektief wat die produkte en tegnologieë vereis het [6]. Aanstellings op direksies is gemaak om die finansiële belange van aandeelhouers te dien, sonder die begrip dat tegnologie die sleutel is tot langtermynprestasie en deeglike insig hierin tot op die hoogste vlak benodig word. Hierdie tendens was en is veral sigbaar in die VSA, Brittanje, en lande met Britse afkoms (soos Suid-Afrika), maar minder so in Europa en die Ooste.

'n Belangrike uitsondering op hierdie tendens is Japan. 'n Opname gedurende die tagtigs het getoon dat ongeveer 37% van die industrie se topbestuur oor 'n tegniese agtergrond beskik (gekwoeteer in [4]). Dit is sekerlik onnodig om Japan se industriële en ekonomiese prestasie aan u uit te wys. Hulle produkte en tegnologie is wêreldbekend. Die westerse gebruik om rekenmeesters en regsgeleerdes in die topbestuur van tegnologie-gebaseerde ondernemings aan te stel, is vir hulle vreemd. Akio Morita, op daardie stadium die voorsitter van Sony, verwoord Japan se siening hieroor in 'n voordrag aan die Royal Society in Londen in 1992 as volg [7]:

"In Japan, you will notice that almost every major manufacturer is run by an engineer or technologist. However, here in the UK, I am told, some manufacturers are led by chief executives who do not understand the engineering that goes into their own products. Someone once mentioned to me that many UK operations are headed by chartered accountants. This strikes me as very curious. Though I have a great deal of respect for accountants and financial professionals, I do not believe they should be at the helm of industry. For an accountant, the central concern is statistics and figures - of past performance. So how can an accountant reach out and grab the future if he is always looking at last quarter's results.?"

en verder

"Manufacturing and high technology corporations must be led by those who understand not just the business but technology as well. Just as you wouldn't have a rugby coach who never played the game, how can someone who doesn't understand the workings of technology take the reins of a manufacturing operation?"

Japan se ekonomiese opgang het die VSA reeds in die sewentigs genoop om deeglike selfondersoek te doen. 'n Verklaring moes gevind word waarom 'n land wat bekend is vir sy top sakekole en hoë vlak van bestuursopleiding, besig was om stelselmatig veld te verloor teen 'n land met heelwat minder hulpbronne en ook 'n relatiewe nuweling op die gebied van bestuur. Verder was die VSA op daardie stadium ook die onomstrede tegnologie-leier in die wêreld.

Hayes en Abernathy, beide van die gerespekteerde Harvard Business School, steek in 1980 die hand in eie boesem met hulle bekende artikel *"Managing Our Way to Economic Decline"* [6]. Hulle probeer verklarings vind vir die afname in produktiwiteit in die VSA en die feit dat verskeie maatskappye hulle leierskapposities in internasionale markte begin verloor het. Die onderliggende probleem wat hulle identifiseer is die opgang van 'n bestuursdogma wat klem plaas op finansiële

beheer, konserwatisme in portefeuljebestuur, en markgedrewenheid. Hierdie dogma het gelei tot die beklemtoning van korttermynwins ten koste van innovasie en langtermyn investering in nuwe tegnologieë en produkte. Die rede waarom hierdie dogma ontwikkel het en aangehang word, beskryf Hayes en Abernathy as volg:

"What has developed, in the business community as in academia, is a preoccupation with a false and shallow concept of the professional manager, a "pseudo-professional" really - an individual having no special expertise in any particular industry or technology who nevertheless can step into an unfamiliar company and run it successfully through strict application of financial controls, portfolio concepts, and a market-driven strategy."

Verder skryf hulle ook

"Complex modern technology has its own inner logic and development imperatives. To treat it as if it were something else - no matter how comfortable one is with that other kind of data - is to base competitive business on a two-legged stool, which must, no matter how excellent the balancing act, inevitably fall to the ground."

Die skrywers betoog dus teen die konsep van 'n generiese bestuurder en bepleit 'n deeglike onderleg by topbestuur in die tegnologie en bedryfsprosesse van die onderneming. Hulle slotopmerking is

"In our preoccupation with the braking systems and exterior trim, we may have neglected the drive trains of our organizations."

Alhoewel dit nie duidelik is of die Amerikaanse industrie hierdie boodskap ter harte geneem het nie, het bestuurskole wel probeer aanpas om die probleem die hoof te bied. Die aanpassing het gekom in die vorm van meer kursusse in die veld van vervaardiging en operasionele bestuur en het, meer onlangs, gelei tot 'n bewuswording van tegnologie en gepaardgaande instelling van vakke en rigtings in die sogenaamde bestuur van tegnologie ("management of technology").

Op hierdie stadium kan ons dus die stelling maak dat ingenieurs 'n belangrike rol moet speel in die topbestuur van tegnologie-gebaseerde ondernemings. Beteken hierdie egter nie maar net dat ingenieurs ook algemene bestuursopleiding moet ondergaan om hulle tegniese kundigheid aan te vul nie en dat hulle aangemoedig moet word om ook 'n bestuursloopbaan te volg nie? Waarom het ons 'n aparte departement hiervoor nodig? Kan ingenieurs dan nie ook maar net 'n MBA gaan studeer nie. Daar is tog 'n hele aantal uitstekende bestuurskole in ons land, waarvan een hier by ons eie universiteit.

Die antwoord hierop is dat die ingenieur wel ongetwyfeld moet onderlê wees in die algemene (of generiese) bestuur, maar dat sy bestuurstaak heelwat meer as dit behels. Die koördinasie en integrasie van ingenieurs-aktiwiteite op sigself en die bestuur van tegnologie as 'n sleutelhulpbron vorm 'n groot deel van ingenieurs se bestuurswerk. Hierdie deel kan beskryf word as tegniese bestuur. 'n Aantal faktore

het daartoe bygedra dat tegniese bestuur aansienlik gegroei het in belangrikheid en omvang oor die afgelope aantal dekades.

Die eerste faktor hierin was die toename in die kompleksiteit van ingenieursstelsels en prosesse. Waar 'n enkelpersoon vroeër deurslaggewende bydraes kon maak tot die daarstelling van stelsels en produkte, het die tegniese omvang sodanig toegeneem dat feitlik alles nou in spanverband gedoen moet word. Werk vir die daarstelling van 'n telefoonstelsel vir die VSA deur Bell Laboratories in 1948 het byvoorbeeld gelei tot die ontwikkeling van die konsep van stelselingenieurswese. Hierdeur is gestalte gegee aan die feit dat 'n groot hoeveelheid tegniese koördinasie nodig is om die werk van individuele spesialiste te integreer tot 'n koste-effektiewe stelsel. Hierdie is bo en behalwe die projekbestuur wat met so 'n poging gepaard gaan. As u byvoorbeeld dink aan iets soos die Amerikaanse ruimtepoging sal u begrip hê vir die enorme tegniese bestuurspoging wat hierby betrokke is. Die werk van letterlik duisende ingenieurs moet geïntegreer word ten einde 'n spesifieke doelwit te behaal.

'n Tweede faktor, wat tot 'n mate saamhang met die vorige punt, is die toename in hulpbronne betrokke by ingenieurs-aktiwiteite. Wanneer u hier byvoorbeeld dink aan die koste van oprigting van 'n Sasol-aanleg, die bou van dam of die ontwikkeling van 'n nuwe myn, sal u begryp dat dit kardinaal belangrik is dat alles moontlik gedoen moet word om die doeltreffende besteding van hierdie geld te verseker. Arbeid, materiaal en kapitaaltoerusting in 'n vervaardigings-onderneming vorm 'n baie groot komponent van die koste van verkope. Die produktiewe aanwending hiervan in die ingenieursprosesse waardeur waarde toegevoeg word, is sentraal tot die oorlewing en winsgewendheid van die onderneming. Hiervoor is weereens tegniese bestuur nodig.

'n Derde faktor, waarna ook reeds vroeër verwys is, is die snelle ontwikkeling in tegnologie waarvan ons almal so terdeë bewus is. Die onderliggende tegnologie van produkte en vervaardigingsprosesse is nie meer 'n konstante nie. Volledige industrieë het oornag ondergegaan as gevolg van veranderings in die tegnologie. Deurlopende aandag en bestuur van die tegnologiese dimensie is nodig om 'n langtermyn kompeterende voordeel te verseker, en ingenieurs moet die leiding hierin neem.

Teen bostaande agtergrond is dit duidelik dat ingenieurs 'n bestuursrol op al die vlakke van die tegnologie-gebaseerde onderneming moet speel: die operasionele, taktiese sowel as die strategiese [9]. Hierdie rolle sluit in die

- bestuur van tegniese prosesse/aktiwiteite (vervaardiging, instandhouding, ...)
- bestuur van tegnologie op sigself (vooruitskatting, navorsing, aanskaffing, ...)
- bestuur van projekte (stelselontwikkeling, konstruksieprojekte, ...)
- algemene en strategiese bestuur (insluitende die bestuur van tegniese personeel)

Opsommend sien ons dus dat daar 'n belangrike verwantskap bestaan tussen ingenieurs en bestuur. Ingenieurs speel 'n rol in beide tegniese en algemene bestuur. Bevestiging hiervan kan ook gesien word in die feit dat ongeveer 80% van

alle ingenieurs een of ander bestuursposisie bereik gedurende hulle loopbane [10][11]. Hierdie is 'n beduidende syfer en, gesien die groot getalle ingenieurs, is dit duidelik dat daar 'n groot behoefte aan opleiding bestaan. Dit het dan ook aanleiding gegee tot die akademiese ontwikkeling van sulke opleiding.

As versamelnaam vir die bestuurstaak van ingenieurs (soos hierbo beskryf) en die opleiding wat hiervoor benodig word, gebruik ons die selfstandig naamwoord "ingenieursbestuur". Let op dat hierdie begrip dan alle aspekte van die ingenieurswese insluit wat handel oor die aanwending van tegnologie. Deeglike kennis van die prosesse self (byvoorbeeld tegnologiese innovasie, stelselingenieurswese, instandhouding) is natuurlik nodig voordat die (tegniese) bestuur daarvan onderneem kan word. In 'n nou sin is die woord "bestuur" in "ingenieursbestuur" dus nie in alle opsigte korrek nie, want ons sluit ook heelwat tegniese kennis onder ingenieursbestuur in.

2. DIE NUWE DIMENSIE IN INGENIEURSWESE

In hierdie hoofstuk wil ons nou die verwantskap tussen die begrippe "ingenieurswese" en "ingenieursbestuur" ondersoek. Insig hierin sal ons onder andere help om te bepaal waaruit opleiding in ingenieursbestuur behoort te bestaan, wanneer dit moet plaasvind en ook waar sulke opleiding in die Universiteit geplaas behoort te word.

As vertrekpunt is dit nodig om te weet wat ingenieurswese behels. Daar bestaan talle definisies van ingenieurswese en ek sal u uiteraard nie daarmee verveel nie. Laat my egter toe om wel twee aan u voor te hou. Die eerste is die tradisionele definisie van ingenieurswese wat tipies as volg lui

Die benutting van die natuur se kragte en hulpbronne tot voordeel van die mens

'n Meer pittige (en vir sommige mense miskien ook meer omstrede) definisie het onlangs in die maandelikse nuusblad van die IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) verskyn [12]:

"Engineering is the exploitation of technology for profit."

Hierdie twee definisies is egter genoeg om die kernbegrip oor te dra: ingenieurswese gaan daaroor om die wetenskap en tegnologie aan te wend om voordeel te behaal. In vandag se samelewing kan 'n voordeel egter nie werklik as "geldig" beskou word as dit nie finansiële voordelig is nie. Iemand moet bereid wees om vir die voordeel te betaal. Ons kan dus ook sê dat ingenieurswese daarvoor gaan om die wetenskap en tegnologie aan te wend vir die behaling van ekonomiese voordeel. Ter verdere staving van die argument meld ek ook weer die sterk verwantskap tussen tegnologie en nasionale ekonomiese welvaart waarna ons vroeër verwys het. Ingenieurswese moet in die finale analise vertaal in rand en sent om vir die individu, die gemeenskap en die land iets te beteken.

Uit die definisie hierbo is dit nou duidelik dat die taak van die ingenieursbestuurder vierkantig binne die definisie van ingenieurswese val. Ingenieursbestuur is dus deel van ingenieurswese. Is dit dan ook nie juis die doel van 'n tegnologie-gebaseerde onderneming om ekonomiese voordeel te behaal deur die aanwending van tegnologie nie? En dit is tog waartoe die ingenieursbestuurder in die onderneming bydra. Kan ons dan ook hieruit aflei dat alle ingenieurs per implikasie hiervoor opgelei is? Die antwoord hierop is ongelukkig "nee".

Voorgraadse opleiding is daarop afgestem om persone voor te berei vir 'n loopbaan in die ingenieurswese. Waarom is hierdie persone dan nie ook terselfdertyd voorberei vir die taak van ingenieursbestuur nie? Ons het immers gehoor dat 80% van alle ingenieurs betrokke is by bestuur in een of ander vorm. Die antwoord hierop lê grootliks in die aard van ingenieurswese en die filosofie van voorgraadse opleiding.

Voorgraadse opleiding in die ingenieurswese beloop tans 4 jaar. Die dissipline is moeilik om te bemeester; ek hoef sekerlik nie slaagsyfers hiervoor te kwoteer nie. Breedweg kan die opleiding verdeel word in onderleg in die wiskundige en toepaslike fisiese wetenskappe en dan die ingenieurswetenskappe en -tegnologie wat daarop voortbou. Die klem is op die onderliggende beginsels en die kweek van insig en konseptuele vermoëns. Die perspektief is ook grootliks analities van aard. Die "toepassing-ter-behaling-van-voordeel"-deel van die ingenieurswese word feitlik nie aangespreek nie, met moontlike uitsondering van ontwerp- en projekwerk in die finale jare. Die ingenieur verlaat dus die universiteit grootliks as 'n tegniese spesialis, met feitlik geen opleiding in wat ons nou "ingenieursbestuur" noem nie.

Is dit dan verkeerd? Moet ons dan nie ingenieurs ook voorgraads oplei vir die bestuurstaak nie? Die antwoord hierop is volgens my 'n gekwalifiseerde "ja". 'n Beperkte mate van opleiding is voorgraads nodig en raadsaam, alhoewel die groter komponent van opleiding nog steeds nagraads gedoen moet word. Dit is egter noodsaaklik dat die ingenieur oor basiese opleiding in sekere elemente van die ingenieursbestuur beskik wanneer hy of sy die praktyk betree. Aspekte soos innovasie en entrepreneurskap behoort byvoorbeeld voorgraads aandag te geniet. 'n Welvaartskeppende uitkyk is nodig, veral waar werksgeleenthede moeilik is om te bekom en ingenieurs toenemend op hulleself aangewese is om 'n inkomste te genereer. Aangesien opleiding in ingenieursbestuur op voorgraadse vlak slegs tans baie gebrekkig aangespreek word, beveel ek aan dat hierdie situasie so gou doenlik reggestel word. Hier is ek in goeie geselskap, nie alleen van my kollegas in die Fakulteit nie, maar ook van 'n wêreldbekende ingenieur en leier in die bestuurswese wat die saak as volg stel:

"I consider that four years are largely adequate to turn a good post-primary school pupil into an engineering college graduate. The young engineer can be ready to enter industry at twenty-one of twenty-two, and at such an age can be useful. This result should be achieved even whilst devoting six months to classes in management, commerce, finance, security, accounting, subjects which are lacking today in our important schools."

Dit mag u verbaas dat hierdie woorde reeds in 1916 geskryf, en wel deur niemand minder as Henri Fayol nie! Ons idee is dus nie so nuut as wat ons soms wil dink nie. Sy voorstel kom daarop neer dat 12½% van die voorgraadse program aan bestuursopleiding gewy word; heeltemal versoenbaar met die denke van ongeveer 15% in ons Fakulteit vandag.

Die rede waarom die gewig van opleiding in ingenieursbestuur eers nagraads kan plaasvind, wil ek probeer toelig deur Morita se rugby-analogie (wat ons vroeër aangehaal het) effens verder te neem. Dit is eerstens belangrik dat die ingenieur die reëls van die spel deeglik leer ken en die filosofie van die spel bestudeer. Tweedens is dit dan nodig dat hy die spel vir 'n tyd moet speel en die tegniek van sy betrokke posisie in die span deeglik bemeester. Slegs dan is die ingenieur ryp om opgelei te word as kaptein van die span, en later selfs as afrigter of spanbestuurder. Alvorens hy die spel nie intiem verstaan nie, is dit nie moontlik om die bydraes van die onderskeie spelers te integreer nie, strategie te bepaal en die spelers aan te voer tot 'n oorwinning teen 'n opponerende span nie. (Met vandag se internasionale tegnologiese en ekonomiese mededinging is die analogie van 'n opponerende span nie vergesog nie.) Ten einde hoegenaamd in die span te kan speel in die eerste plek is 'n sekere mate van kennis van die spelpatroon egter nodig. Die doel en metodiek van 'n skrum en lynstaan moet byvoorbeeld deeglik verstaan word en kan op voorgraadse vlak geleer word. Die strategiese rol en aanwending daarvan kan egter eers later begryp word. Sekere aspekte van die ingenieursbestuur kan met gemak op voorgraadse vlak geleer word en ander siegs nadat ondervinding opgedoen is. Peter Drucker stel hierdie beginsel as volg [13]:

"For concepts and principles can be taught as can be system, method and the formulation of patterns. Indeed, perhaps the only way to acquire them is by systematic learning. At least I have never heard of anyone acquiring those basic patterns, the alphabet and the multiplication table, by experience."

Tomorrow's manager will actually need two preparations rather than one. Some things a man can learn before he becomes a manager; he can acquire them as a youth or as he goes along. Others he can learn only after he has been a manager for some time; they are adult education. One does not have to have been a manager to learn reading and writing. Indeed, these skills are best acquired in one's youth.

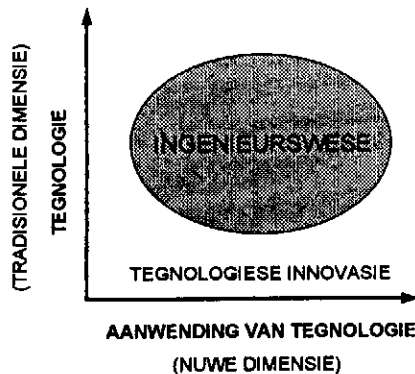
One needs experience in management as well as maturity, however, to learn to manage by objectives, to analyse the company's business, to learn to set objectives and to balance them, to learn to harmonize the needs of immediate and long-range future. Without experience as a manager - or at least as an adult - one can learn to recite these things; but one cannot learn to do them."

Selfs al sou daar dus plek gemaak kon word in die reeds vol voorgraadse kurrikulum, is dit nog steeds beter dat die oorwig van opleiding in ingenieursbestuur op nagraadse vlak gedoen word, en wel ook eers nadat 'n aantal jare ondervinding opgedoen het. Ingenieurs word trouens ook eers toegelaat om aansoek te doen om

registrasie as 'n professionele ingenieur nadat 'n opleidingstydperk van ten minste drie jaar voltooi is. Dit is 'n verdere aanduiding dat die opleiding alles behalwe afgehandel is wanneer die ingenieur 'n baccalaureusgraad verwerf het. Hy of sy verstaan die tradisionele ingenieurswetenskap en -tegnologie maar het weinig opleiding in hoe dit in die praktyk toegepas moet word.

Teen bostaande agtergrond is dit nou duidelik dat ingenieurswese by implikasie in twee dimensies verdeel word. Die eerste is die tegnologie-dimensie, wat tipies op voorgraadse vlak aangespreek word. Die tweede dimensie behels die toepassing van die tegnologie in die praktyk, oftewel die skepping van welvaart deur tegnologie. Dit kan ook die proses van tegnologiese innovasie genoem word.

Hierdie tweede dimensie het tot relatief onlangs glad nie akademiese aandag of erkenning geniet nie (voor- of nagraads). Ingenieursbestuur gee nou egter gestalte hieraan en kan met reg 'n nuwe dimensie in die ingenieurswese genoem word. In die volgende hoofstuk bespreek ons kortliks die akademiese ontwikkeling van ingenieursbestuur as nuwe dimensie.



Figuur 1: 'n Twee-dimensionele Voorstelling van Ingenieurswese

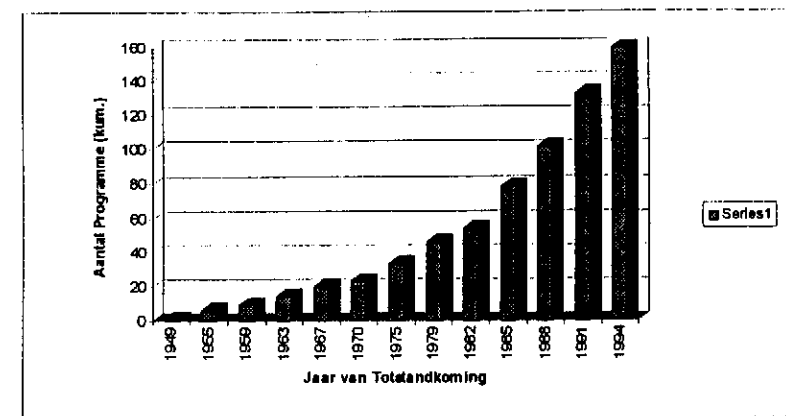
Alhoewel ek ingenieursbestuur 'n nuwe dimensie noem, sou 'n meer korrekte benaming dalk die "agtergeblewe" dimensie van ingenieurswese gewees het. Agtergeblewe in die akademiese sin, maar definitief nie in die konteks van die praktyk nie. Dit is byvoorbeeld ondenkbaar dat die Egiptiese piramides ongeveer 3000 B.C gebou is sonder 'n groot mate van wat vandag bekend staan as "ingenieursbestuur" nie. Enige ingenieur kan ook getuig van die feit dat hy of sy vinnig moes leer binne die eerste paar jaar na betreding van die praktyk voordat 'n sinvolle bydrae gemaak kon word. Ingenieursbestuur bestaan dus implisiet reeds sedert die vroegste tye, maar het tot relatief onlangs geen akademiese erkenning geniet nie. Een moontlike verklaring hiervoor is dat dit nie genoeg wiskundige en tegniese inhoud het om as tradisionele ingenieurswese te "kwalifiseer" nie. Dat dit 'n baie belangrike deel van die praktyk van ingenieurswese is, val egter nie te betwyfel nie.

Ter opsomming dus, eerstens, is ingenieursbestuur 'n integrale deel van die ingenieurswese. Daarom hoort opleiding hierin tuis in die Fakulteit Ingenieurswese en behoort alle voorgraadse studente 'n mate van blootstelling hieraan te kry. Tweedens is praktykervaring belangrik voordat volledige opleiding aangebied kan word. Daarom behoort ingenieursbestuur primêr tuis op nagraadse vlak. Derdens staan ingenieursbestuur ortogonaal tot die tegnologie- (of eerste) dimensie van die ingenieurswese, d.w.s. dit is onafhanklik van die spesifieke inhoud van die tegnologie en dus enige spesifieke dissipline. Ingenieursbestuur is dus nie deel van een van die tradisionele rigtings in die ingenieurswese nie, maar sny oor al die dissiplines. Daarom behoort dit 'n aparte en selfstandige departement in die Fakulteit te wees. Ten slotte, alhoewel ingenieursbestuur reeds lankal in die praktyk bestaan, verteenwoordig dit 'n nuwe akademiese dimensie in die ingenieurswese. Ons wend ons nou tot die internasionale akademiese ontwikkeling van hierdie dimensie.

3. INTERNASIONALE ONTWIKKELING

Daar word aangevoer dat die eerste nagraadse program in ingenieursbestuur in 1913 aan die Massachusetts Institute of Technology aangebied is [14]. Die werklike ontwikkeling het egter eers begin momentum kry in die middel sewentigs. 'n Belangrike bron van statistiek oor programme in ingenieursbestuur is die opnames wat sedert 1977 deur Dr Dundar Kocaoglu van Portland State University gedoen word. Daar was reeds 5 sulke opnames; die mees onlangse verlede jaar. Die Universiteit van Pretoria neem ook reeds sedert 1990 hierin deel. Ek verstrek nou graag aan u 'n kort opsomming van die 1994 opname [15].

Die term "Ingenieurs- en Tegnologiebestuur (I&TB)" word gebruik as 'n verteenwoordigende titel vir die akademiese programme wat tydens die ondersoek geïdentifiseer is. Meer as 3000 onderrig-instansies is genader om inligting. Figuur 2 toon die totale aantal programme as 'n funksie van tyd.



Figuur 2: Toename in Opleidingsprogramme

Die totstandkoming van die eerste program (wat by die huidige definisie inpas) was in 1949. Dit is duidelik dat daar dramatiese groei plaasgevind het oor die afgelope 20-30 jaar. Van 'n beskeie 10 programme in 1960 het dit gegroei tot 159 in 1994, met geen afplating in die kurwe nog tans in sig nie. Van hierdie programme is 103 in die VSA en die res versprei in 24 lande. Ongeveer 18 000 studente was in 1994 ingeskryf vir 'n graadkursus in ingenieursbestuur.

Die benamings van die programme verskil van instansie tot instansie. 'n Totaal van 46 verskillende titels word gebruik, wat as volg in 6 kategorieë verdeel kan word:

| Titel | Aantal Programme |
|-------------------------------------|------------------|
| "Engineering Management" | 77 |
| "Management of Technology" | 42 |
| "Industrial Management" | 15 |
| "Manufacturing Management" | 8 |
| "MBA with Technology Concentration" | 5 |
| Ander | 12 |
| TOTAAL | 159 |

Tabel 1: Verdeling van Programme volgens Titel

Duidelik is "ingenieursbestuur" en "tegnologiebestuur" die gewildste benamings. Die organisatoriese plasing van die programme verskil tussen instansies. Tabel 2 gee 'n kort opsomming hiervan:

| Titel | Ingenieurs-fakulteite | Bestuur-skole | Gesamentlik: Ing'wese en Bestuurskole | Ander |
|----------------------------|-----------------------|---------------|---------------------------------------|-----------|
| "Engineering Management" | 60 | 3 | 11 | 3 |
| "Management of Technology" | 11 | 16 | 11 | 4 |
| "Industrial Management" | 10 | 2 | 1 | 2 |
| "Manufacturing Management" | 3 | 1 | 4 | 0 |
| "MBA with Techn Concentr" | 0 | 2 | 2 | 1 |
| Ander | 4 | 2 | 3 | 3 |
| TOTAAL | 88 | 26 | 32 | 13 |

Tabel 2: Verdeling van Programme volgens Organisasoriese Plasing

Uit 'n ander bron blyk dit dat onafhanklike universiteitsdepartemente vir ingenieursbestuur reeds so vroeg soos 1967 gestig is [10]. Die voorbeeld hier is die "Department of Engineering Management" aan die Universiteit van Missouri-Rolla. Dit is verder interessant om op te let watter grade aangebied word. Hierdie inligting word in Tabel 3 weergegee, met 'n vergelyking tussen die syfers vir 1990 en 1994:

| Graad | 1990 | | 1994 | |
|---------------|------------|----|------------|----|
| | Aantal | % | Aantal | % |
| BS | 38 | 23 | 34 | 17 |
| MS | 99 | 60 | 132 | 64 |
| Ph.D | 29 | 17 | 38 | 19 |
| Totaal | 166 | | 204 | |

Tabel 3: Verdeling van Grade: 1990 en 1994

Twee belangrike waarnemings kan hier gemaak word: eerstens dat magistergrade die oorgrootte meerderheid uitmaak en tweedens die verblydende feit dat die persentasie baccalaureus grade aan die afneem is. Ons betwyfel die bestaansreg van 'n voorgraadse program in ingenieursbestuur ernstig, veral gesien in die lig van ons argumente in die vorige paragraaf dat "n mens eers moet kan rugby speel voordat jy dit kan afrig".

Alhoewel enige opname soos hierdie sekerlik 'n aantal gebreke het, bestaan daar geen twyfel dat ingenieursbestuur oor die afgelope paar dekades dramaties gegroei het in akademiese status en internasionale erkenning verwerf het. Nagraadse programme in ingenieursbestuur gee gestalte aan die opleidingsbehoefes van praktiserende ingenieurs - 'n feit wat weerspieël word in die steeds groeiende inskrywingsgetalle.

'n Verdere aanduiding van die mate van volwassenheid wat reeds bereik is, is die bestaan van professionele en geleerde verenigings en gepaardgaande joernale. Voorbeelde hiervan is die Engineering Management Society van die IEEE en die American Society for Engineering Management. Eersgenoemde bestaan sedert 1963 en die joernaal *IEEE Transactions on Engineering Management* word byvoorbeeld reeds sedert 1954 gepubliseer. Verder word 'n verskeidenheid van jaarlikse internasionale simposia aangebied.

4. WAT IS INGENIEURS- EN TEGNOLOGIEBESTUUR?

In voorafgaande hoofstukke het ons aangetoon dat ingenieursbestuur 'n belangrike deel van die ingenieurswese vorm, dat opleiding hierin nodig is en dat heelwat instansies regoor die wêreld dit reeds aanbied. Dit bring ons egter nog nie baie nader aan die akademiese inhoud van ingenieursbestuur nie. In hierdie hoofstuk wil ons hieraan aandag gee. Ons wil ook graag die verwantskap tussen ingenieursbestuur en tegnologiebestuur aanspreek.

Die feit dat opleiding in ingenieursbestuur reeds vir meer as 40 jaar bestaan, beteken ongelukkig nie dat daar enige instemming is oor die struktuur en die inhoud daarvan nie. 'n Faktor wat natuurlik hiertoe bydra is die feit dat ingenieursbestuur multi-dissiplinêr van aard is. Dit is nie 'n enkele koherente goed-afgebakende dissipline nie. Opleidingsprogramme wissel van los versamelings van ad hoc vakke tot goed deurdagte en ontwerpte opleiding.

Die perspektief en benadering wat ons hier wil voorhou is die wat by die Universiteit van Pretoria ontwikkel is oor die afgelope aantal jare. Die konsep is reeds by verskeie buitelandse konferensies en ander geleenthede aan gehore voorgedra en het baie positiewe kommentaar uitgelok [9][16][17]. Nietemin, ons verwag nog heelwat ontwikkeling in die jare vorentoe, met gevolglike verbetering in die struktuur en inhoud van opleiding.

Ingenieursbestuur gaan oor die toepassing van tegnologie met oog op behaling van ekonomiese voordeel. Alhoewel hierdie informele definisie 'n mate van rigting verskaf, is dit nie genoegsaam om die inhoud van opleiding van af te lei nie. 'n Breë rasionaal of struktuur is nodig. Vir hierdie doel onderskei ons 4 dimensies, wat gesamentlik 'n morfologie vir ingenieursbestuur definieer. Hulle is onderskeidelik die proses van ingenieurswese, hulpbronne, sintiseerders en die omgewing. Ons bespreek elkeen kortliks.

Die proses van ingenieurswese behels die proses waardeur ingenieursstelsels, - produkte en dienste geskep, gebruik en in stand gehou word. Dit is die tydsdimensie van ingenieursbestuur, want dit behels die chronologiese stappe wat gevolg word van skepping tot en met uiteindelijke uitfasering van ingenieursartefakte. Soms word hierna ook as die lewensiklusproses verwys, en dit kan breedweg verdeel word in skepping en implementering. Die klassieke fases of stappe wat onderskei word is ontwerp en ontwikkeling, produksie of konstruksie, bedryf en instandhouding, en uitfasering. Duidelik moet die ingenieursbestuurder goed onderlê wees in hierdie proses want die uitset van ingenieurswese word hier geproduseer - dit is die deel waarvoor kliënte betaal en inkomste dus verwerf word.

Sonder hulpbronne sal die ingenieursbestuurder nie ver kom nie. Belangrike hulpbronne ter sprake is tegnologie, mense, geld, fasiliteite, materiaal en inligting. Kundige bestuur van elke hulpbron op sigself is noodsaaklik om resultate in die praktyk te bereik. Van besondere belang vir die ingenieursbestuurder is tegnologie, 'n hulpbron wat 'n sentrale rol in die hele ingenieursomgewing speel.

Die derde dimensie noem ons sintiseerders. Kennis van die ingenieursproses en beskikbaarheid van hulpbronne op sigself gaan nie iets nuttigs produseer nie. Dit is nodig dat die hulpbronne in die ingenieursproses aangewend word, oftewel, 'n sintese moet tussen hierdie twee dimensies plaasvind. Hier praat ons dus van die gebruik van tegnologie, geld en mense om in die onderskeie fases van die lewensiklus iets tot stand te bring - 'n produk of diens wat nuttig is en waarvoor inkomste verdien kan word. Ons onderskei verder tussen integreerders, konseptuele gereedskap en professionele vaardighede. Voorbeelde van die eerste is algemene/strategiese bestuur en projekbestuur. Konsepte soos kwaliteit, optimalisering en besluitsanalise resorteer onder die tweede element terwyl onderhandelings- en

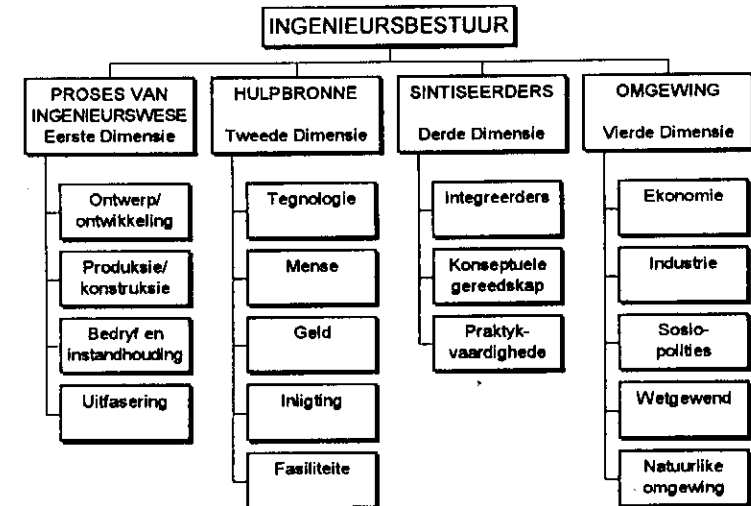
kommunikasievaardighede voorbeelde is van die laaste. Let op dat die sintiseerders generies van aard is - dit is dus breed toepaslik. Projekbestuur, byvoorbeeld, word baie in die ingenieursomgewing gebruik maar is net so nuttig in die bankwese of die politiek.

Die omgewing waarbinne ingenieursbestuur plaasvind is die vierde dimensie. Hier verwys ons primêr na die besigheidsomgewing, maar daar is ook ander elemente wat belangrik is. Voorbeelde is die natuurlike, sosio-politiese, ekonomiese, industriële en wetlike omgewings. Dit is duidelik dat die omgewing 'n beduidende invloed kan uitoefen op die prestasie van die ingenieursonderneming en die ingenieursbestuurder. 'n Paar spesifieke voorbeelde is wetgewing ten opsigte van besoedeling, arbeid en intellektuele eiendom, industrie-standaardisasie en -praktyke, inflasie en rentekoerse. Opleiding in ingenieursbestuur moet die ingenieur voorberei om binne die relevante omgewing te kan oorleef en presteer.

Teen die agtergrond van bostaande stel ek ook nou graag die volgende definisie voor

**Ingenieursbestuur behels
die aanwending van tegnologie en ander hulpbronne
in die proses van ingenieurswese
met die oog op die daarstelling van produkte, stelsels en dienste
vir die behaling van ekonomiese voordeel
in die besigheidsomgewing**

Die vier dimensies verskaf aan ons 'n raamwerk van die kundigheid wat die ingenieursbestuurder benodig en derhalwe ook 'n "wenslys" vir die inhoud van opleiding. Die volgende diagram som die morfologie op:



Figuur 3: 'n 4-Dimensionele Morfologie vir Opleiding in Ingenieursbestuur

Uit die morfologie is dit duidelik dat ingenieursbestuur multi-dissiplinêr van aard is. Die spesifieke versameling is uniek, maar nie die elemente waaruit dit bestaan nie. 'n Voorbeeld hiervan is die bestuur van menslike hulpbronne. Alhoewel 'n onontbeerlike komponent van die daaglikse werk van meeste ingenieursbestuurders, bestaan dit reeds baie jare as 'n vakgebied binne die geesteswetenskappe. Die aanspraak is dus nie dat die vakgebiede wat eksplisiet of implisiet in bostaande morfologie bevat word, almal die "eiendom" van ingenieursbestuur is nie, maar eerder dat hierdie vakgebiede die kundigheidsbehoefte van die ingenieursbestuurder onderspan.

Op hierdie stadium behoort die verwantskap tussen ingenieursbestuur en tegnologiebestuur ook duidelik te wees. Tegnologiebestuur gaan oor die bestuur van tegnologie as 'n hulpbron. Alhoewel tegnologie sonder twyfel 'n baie belangrike rol speel in die ingenieursomgewing, is dit, soos menslike hulpbronne, nie 'n doel op sigself nie, maar wel 'n middel tot 'n doel. Tegnologie moet aangewend word om produkte en dienste tot stand te bring. Dit word toenemend belangrik dat ondernemings tegnologie as 'n kritieke hulpbron beskou en die analise, aanskaffing, vooruitskatting, ontwikkeling en aanwending daarvan met groot sorg moet bestuur. Trouens, tegnologie, alhoewel grootliks ontasbaar en moeilik beskryfbaar, het 'n onmisbare bate geword in die behaling van 'n wenvoorsprong en oorlewing in kompeterende omgewing van vandag. Dit is om hierdie rede dat die konsep van tegnologiebestuur oor die afgelope dekade of wat groot prominensie aangeneem het.

Tegnologiebestuur gaan dus oor die wetenskap van die hulpbron op sigself en die wyse waarop dit optimaal aangewend kan word in die bereiking van doelwitte. Die vakgebied van tegnologiebestuur handel dus in beginsel oor die tegnologie van tegnologie, en sou meer akkuraat beskryf kon word as metategnologie - kennis van kennis. Uit bostaande bespreking is dit ook duidelik dat ons tegnologiebestuur as 'n deelversameling van ingenieursbestuur definieer. Dit is in teenstelling met heelwat instansies en persone wat tegnologiebestuur as die meer oorkoepelende of ten minste ekwivalente konsep beskou (sien byvoorbeeld [18]).

Bostaande morfologie is nog nie 'n opleidingsprogram nie, maar wel 'n baie nuttige raamwerk om die programinhoud van af te lei en op te baseer. Die onderskeie elemente van die morfologie kan redelik maklik na individuele vakke vertaal word. Die uitdaging is dan om 'n kurrikulum saam te stel wat binne tyds- en ander beperkings inpas, die breë spektrum van ingenieurs en organisasies bedien, en terselfdertyd verteenwoordigend is van die 4 dimensies van ingenieursbestuur. So 'n program is van nuuts af by die Universiteit van Pretoria ontwikkel. Die doel was ook dat die opleiding gestruktureerd en koherent moet wees maar terselfdertyd buigsaam genoeg om aan individuele behoeftes te voldoen. Die besonderhede van ons spesifieke program se huidige formaat en inhoud verskyn in die departementele brosjure, en sal nie hier herhaal word nie.

Ten slotte merk ons op dat ingenieursbestuur heelwat meer is as net "bestuur vir ingenieurs" of die "bestuur van ingenieurs". Ongeveer 'n kwart van ons huidige program bestaan wel uit generiese bestuursvakke, wat dan ook deur die Fakulteit

Ekonomiese en Bestuurswetenskappe aangebied word, maar die oorgrootste deel van die opleiding is spesifiek van toepassing op die besondere taak en omgewing van die ingenieursbestuurder.

5. GESKIEDENIS VAN DIE DEPARTEMENT

By die totstandkoming van 'n nuwe departement, en wel die eerste in die Fakulteit Ingenieurswese in bykans 20 jaar, is dit gepas en waarskynlik selfs nodig om 'n kort oorsig te gee van die voorafgaande geskiedenis.

Gedurende Februarie 1987 het Krygkor (voorheen bekend as die Krygstuigkorporasie van Suid-Afrika) die behoefte uitgespreek dat bestaande bestuursopleiding van tegniese personeel gerasionaliseer moes word. Die firma LGI (Laboratorium vir Gevorderde Ingenieurswese, verbonde aan die Fakulteit Ingenieurswese van die Universiteit van Pretoria) is by 'n ondersoek na so 'n rasionalisasieprogram betrek.

Die ondersoek is uitgevoer deur Dr Gideon de Wet en Mnr Piet Beukman, beide destyds van LGI. 'n Verslag is geproduseer onder die titel "*Modulêre Struktuur vir Tegniese Bestuursopleiding*" [19] en het gelei tot 'n verdere ondersoek na die spesifieke behoefte aan sulke opleiding. 'n Verslag, "*Gebuiersbehoeftestelling vir Tegniese Bestuursopleiding*", het die bevindings hiervan saamgevat [20]. Op grond van hierdie werk en ná samespreking met die Universiteit, het Krygkor in November 1987 besluit om 'n borgskap beskikbaar te stel vir die instelling van 'n Leerstoel vir Ingenieursbestuur. Dr Willem Barnard, op daardie stadium Hoofbestuurder: Stelselingenieurswese, het die inisiatief hiervoor binne Krygkor geneem en die aanvoerwerk gedoen. Die Leerstoel sou as 'n afsonderlike entiteit in die Fakulteit Ingenieurswese gesetel wees, met as opdrag die ontwikkeling en instelling van 'n magisterprogram in ingenieursbestuur. Dr Gideon de Wet is aangestel as eerste bekleër van die Leerstoel.

Die eerste jaar, 1988, is gewy aan die ontwikkeling van die kurrikulum, die werf van dosente (hoofsaaklik op deelydse basis uit die industrie), bemarking van die program, administratiewe aangeleenthede, verkryging en toerusting van 'n geskikte lokaal asook 'n menigte ander sake wat aandag vereis in die vestiging van so 'n nuwe inisiatief. Dit het sonder twyfel met tye soms moeilik gegaan, maar in Februarie 1989 het die eerste groep ingeskryf en met klasse begin.

Die eerste inname was ongeveer 45 studente, waarvan die oorgrootste meerderheid van die verdedigingsindustrie afkomstig was. Ten spyte van 'n aantal kleiner bedryfsprobleme, was die program dadelik baie suksesvol en kon inskrywingsgetalle sedertdien nog elke jaar op die syfer van ongeveer 45 gehandhaaf word. Die afgelope jaar moes daar selfs 'n beduidende aantal studente weggewys word as gevolg van die fisiese beperking op klaskamergruimte. Vandag beloop verteenwoordiging van die verdedigingsnywerheid minder as 10% van die studente.

Deur bemiddeling van Krygkor is daar in 1990 'n aantal studente in Taiwan gewerf. Die eerste groep van 6 het in 1991 ingeskryf en die program op 'n voltydse basis onderneem. Sedertdien was daar jaarliks telkens groepe van 6-10 kandidate uit Taiwan, en het die program 'n internasionale kleur begin aanneem. Daar is tans ook

gereeld studente uit ons buurlande. Om begryplike redes word die program volledig in Engels aangebied. Enkele studente statistieke vir 1995 is as volg:

| | |
|---|--------|
| Aantal ingeskrewe studente | 122 |
| Gemiddelde ouderdom | 33 |
| Gemiddelde ervaring | 9 jaar |
| Kumulatiewe aantal maatskappye | 87 |
| Verdeling: deelydys/volydys | 80/20 |
| Dissiplines verteenwoordig (1e jr groep): | |
| Meganies | 12 |
| Elektr(on)ies | 10 |
| Chemies | 4 |
| Bedryfs | 3 |
| Siviel | 2 |
| Metallurgies | 2 |
| Ander | 4 |
| Aantal lande verteenwoordig | 4 |
| Kumulatiewe aantal grade toegeken | 112 |

Tabel 4: Studentestatistiek 1995

Die formaat van die program het oor die afgelope 7 jaar min verander. 'n Magistergraad in die Ingenieurswese, met spesialisasierigting ingenieursbestuur, word aangebied. Kandidate wat oor geskikte opleiding in die suiwer wetenskappe beskik of nie-gegradueerde kandidate met geskikte technikon-opleiding, word ook per uitsondering toegelaat. Die graad M.Sc of 'n Gevorderde Sertifikaat word dan onderskeidelik toegeken.

Die program word deelydys oor 'n tydperk van 3 jaar aangebied, of voltydys oor 2 jaar. Ongeveer 20% van die studente kies die voltydse opsie. Klasse word aangebied in 2 voltydse blokke van ongeveer 4 weke elk per jaar. Op so 'n wyse is die program toeganklik vir kandidate oor die hele Suid-Afrika en selfs uit die buiteland. Die program bestaan uit ongeveer 21 vakke en 'n skripsie wat in die finale jaar onderneem word. Jaarliks word daar 'n ook finalejaar-simposium gehou waar studente die resultate van hulle skripsies voordra.

Ongeveer 13 kandidate is tans ook besig met doktorsale studie in die departement. Twee doktorsgrade is reeds toegeken.

Die borgskap het voorsiening gemaak vir die bekleër van die Leerstoel en die sekretaresse. Die Universiteit moes van meet af self ook uit die klasgelde befondsing voorsien vir die deelydse industrie-dosente asook alle ander bedryfsuitgawes. Verder het die Nagraadse Bestuurskool ook 'n aantal vakke in die Program aangebied. In 1993 het die Universiteit 'n pos vir senior lektor goedgekeur en is dit gevul en in 1994 ook 'n pos vir medeprofessor. Die departement het vandag ook 5 buitengewone professore wat 'n groot bydrae in die departement maak.

Dit is met dankbaarheid dat ons nou kan terugkyk op die ontwikkeling van die Leerstoel. Die aktiwiteite het sedert 1987 sodanig ontwikkel dat dit duidelik geword

het dat Ingenieursbestuur bestaansreg as onafhanklike departement in die Fakulteit Ingenieurswese het. Terugvoering van studente en die industrie het ook aangedui dat die opleiding in werklike behoeftes voldoen en in die toekoms ondersteun sal word. Hierdie terugvoering is dan ook gebruik om die program deurlopend te hersien en verbeter waar moontlik.

In April 1993 is 'n verslag opgestel saam met Prof Calie Pistorius (jnr), getiteld "Voorstel vir die Uitbreiding van die Akademiese Inisiatief in Ingenieurs- en Tegnologiebestuur aan die Universiteit van Pretoria" [21]. Hierin is 'n voorstel aan die topbestuur van die Universiteit gemaak vir die omskepping van die Leerstoel vir Ingenieursbestuur na 'n volwaardige departement binne die Fakulteit Ingenieurswese, asook die skepping van 'n Instituut vir Tegnologiese Innovasie binne die Fakulteit. Ek is bly om te kan sê dat hierdie voorlegging gelei het tot die formele goedkeuring van die nuwe departement in Julie 1994 en die totstandkoming van die Instituut, onder leiding van Prof Pistorius, in Oktober van dieselfde jaar. Die departement is die eerste en enigste van sy soort in Suid-Afrika.

Vandag is ons dus 'n departement. Alhoewel klein gemeet teen sommige ander departemente, was die skepping van die departement tog 'n besondere mylpaal in die geskiedenis van die Fakulteit. Dit gee gestalte aan die erkenning van ingenieursbestuur as 'n deel van ingenieurswese in eie reg. So 'n mylpaal kon egter nie bereik word sonder die harde werk en bydraes van 'n groot aantal mense nie. In retrospek lyk dit miskien nou ooglopend dat so 'n departement nodig was, maar dit het visie, insig en harde werk vereis. Ek wil graag die name van 'n paar persone en instansies uitsonder wat 'n besondere rol gespeel het in die hele inisiatief en die uiteindelijke totstandkoming van die departement. Ons dank en erkenning gaan aan Krygkor en hulle wat sleutelrolle gespeel het in die stigting van die Leerstoel en die daarstelling van die eerste opleiding:

Prof Willem Barnard
 Prof Louis van Biljon (wyle)
 Prof Calie Pistorius (snr)
 Prof Gideon de Wet
 Mnr Piet Beukman
 Mnr Dawid Bierman

en dan ook aan hulle wat later groot bydraes gelewer het en nog steeds lewer:

Prof Jan Lombaard
 Prof Flip Smit
 Prof Jan Malherbe
 Mnr Tielman de Waal
 Mnr Trevor Schaefer
 Prof Calie Pistorius (jnr)
 Prof Willie van Ryneveld

Die Adviesraad van die Leerstoel vir Ingenieursbestuur
 Prof Nic Alberts en die Fakulteit Ekonomiese en Bestuurswetenskappe

Baie dankie aan almal, u bydraes en harde werk het nie ongesiens verbygegaan nie. Ek vra egter ook om verskoning as ek iemand se naam uitgelaat het.

Een punt wat ons nog nie aangespreek het nie, is die naam van die departement. Ons het reeds gesê dat tegnologiebestuur 'n deelversameling is van ingenieursbestuur; waarom is die naam dan Ingenieurs- en Tegnologiebestuur? Moet dit nie net Ingenieursbestuur wees nie? Die rede hiervoor is drieledig.

- *Eerstens* is daar sedert instelling van die Leerstoel 'n groot klem op tegnologiebestuur geplaas en wil ons dit graag in die naam reflekteer. Dit is dan ook een van die vier spesialisierigtings in die Magisterprogram in Ingenieursbestuur. Verdere gestalte is ook aan hierdie fokus gegee met die instelling van 'n navorsingsgebaseerde Magisterprogram in Tegnologiebestuur vanjaar.
- Die *tweede* rede lê in die persepsies gekoppel aan die woorde "ingenieursbestuur" en "tegnologiebestuur". Eersgenoemde word tradisioneel met nagraadse programme in ingenieursfakulteite verbind terwyl die tweede sterk gekoppel is aan die onlangse belangstelling wat bestuurskole in tegnologie begin toon het. Ongelukkig het die twee as relatief aparte sienswyses en gedagteskole ontwikkel, met min wisselwerking tussenin. Selfs internasionale konferensies en publikasies is grootliks volgens hierdie twee skole georganiseer. Ons dink dat hierdie verdeling 'n ongelukkige toedrag van sake is en probeer met die naam van die departement 'n meer gebalanseerde, indien dan minder korrekte, sienswyse reflekteer.
- 'n *Derde* rede is dat die benaming "Ingenieurs- en Tegnologiebestuur" toenemend internasionaal aanvaar word as versamelnaam vir die tipe nagraadse programme wat ons aanbied.

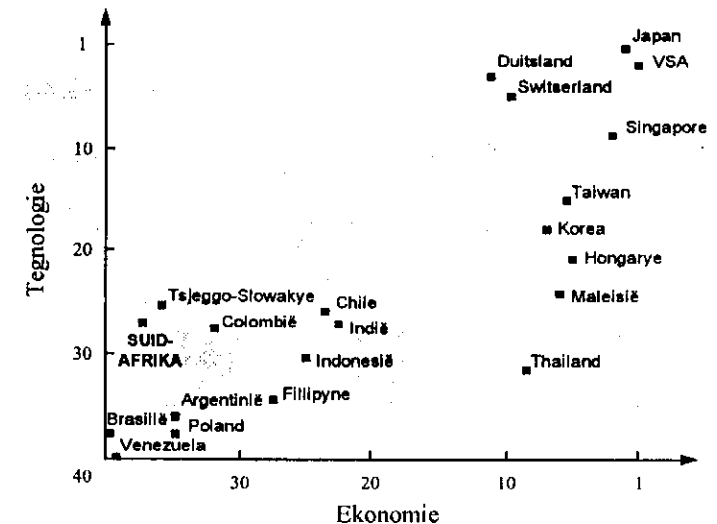
Laastens iets oor voortgesette opleiding. Gedurende 1993 is twee sertifikaatprogramme ontwikkel en vanaf 1994 aangebied. Dit is die Sertifikaat in Logistiek en die Sertifikaat in Programbestuur. Die programme is onderskeidelik 6 weke en 8 weke lank en word in modules verspreid oor 'n jaar aangebied. Dit blyk dat daar 'n beduidende behoefte aan sulke tipe opleiding bestaan.

6. DIE BEHOEFTE AAN INGENIEURS- EN TEGNOLOGIEBESTUUR IN DIE RSA

In hierdie hoofstuk bespreek ons baie kortliks die behoefte aan ingenieurs- en tegnologiebestuur in Suid-Afrika, beide die opleiding daarin en die praktisering daarvan in die industrie.

Die "World Competitiveness Report" word jaarliks uitgegee en vergelyk die mededingendheid van 41 lande. Die vergelyking word gedoen aan die hand van 381 kriteria, gegroepeer onder 8 hoofkategorieë. In die 1994 verslag behaal Suid-Afrika die 35e algehele plek op die ranglys [22]. Hierby moet in gedagte gehou word dat Suid-Afrika die enigste land in Afrika is wat hoegenaamd by hierdie verslag ingesluit word (dit is egter natuurlik nie 'n verskoning vir ons swak prestasie nie). Die twee aspekte waarop ons graag hier wil fokus is die stand van die binnelandse ekonomie ("domestic economic strength") en die stand van wetenskap en tegnologie ("science

& technology"). Figuur 4 toon 'n grafiese voorstelling van die ranglys-plasing van 'n aantal geselekteerde lande ten opsigte van hierdie twee dimensies.



Figuur 4: Mededingendheid ten opsigte van Ekonomie en Tegnologie

Die eerste afleiding wat ons hieruit kan maak is dat daar 'n mate van korrelasie is tussen die stand van tegnologie en ekonomiese prestasie. In die algemeen gesien, hoe hoër die vlak van tegnologie, hoe beter presteer die ekonomie. 'n Tweede waarneming is dat daar twee breë groeperings van lande is, 'n groep wat goed presteer en 'n groep wat beduidend swakker presteer. Suid-Afrika is deel van die swakker groep, en vaar selfs sleg onder die swakkeres. Kyk ons egter na Suid-Afrika se prestasie binne hierdie groep, kan ons 'n derde en baie belangrike afleiding maak. Suid-Afrika vaar eintlik heeltemal goed wat betref die stand van tegnologie, maar baie swak ten opsigte van ekonomiese prestasie. Ons slaag nie daarin om ons tegnologie in ekonomiese voordeel te omskep nie. 'n Vergelyking met byvoorbeeld Indonesië, Chile of Maleisië toon wat ekonomies bereik kan word met beperkte tegnologie. Alhoewel bostaande natuurlik allermens 'n wetenskaplike bewys is en growwe veralgemenings en aannames bevat, is die aanduiding tog baie sterk dat ons ekonomies aansienlik beter behoort te vaar met die tegnologie tot ons beskikking. Aangesien ingenieurs- en tegnologiebestuur juis daarvoor gaan om tegnologie in ekonomiese voordeel te omskep, is dit duidelik dat daar 'n groot behoefte in opleiding en praktisering van hierdie dissipline in ons land bestaan. Ons het (in die algemeen) uitstekende tegnologie, maar moet nou iets daarmee doen.

'n Verklaring vir bostaande toedrag van sake kan gevind word in die wyse waarop tegnologie in die afgelope paar dekades in ons land ontwikkel en aangewend is. Die groot tegnologie-investeringe in Suid-Afrika was gerig op regeeringsprioriteite soos krygstuigontwikkeling en -produksie en uraanverryking. Alhoewel uitstekende tegniese prestasies behaal is, was die fokus beslis nie op kommersiële sukses en

opbou van die ekonomie nie. Dit is slegs die afgelope paar jaar dat daar ernstig gepoog word om hierdie enorme investerings in mannekrag, fasiliteite en toerusting te probeer "kommersialiseer". Alhoewel 'n mate van sukses behaal word, het groot hoeveelhede kundigheid reeds verlore gegaan as gevolg van begrotingsnitte en gepaardgaande aflëggings. Om hierdie tegnologie weer vir die ekonomie te mobiliseer, is een van die uitdagings wat die nuwe Suid-Afrika die hoof sal moet bied.

Die Heropbou en Ontwikkelingsprogram (HOP) sluit aan by bostaande punt en motiveer die land se behoefte aan ingenieurs- en tegnologiebestuur verder. Die HOP het ten doel om in basiese behoeftes te voorsien, die land se menslike hulpbronne te ontwikkel, die staat en die gemeenskap te demokratiseer, maar ook terselfdertyd die ekonomie te ontwikkel [23]. Ingenieurswese in die breë, en dus ingenieurs- en tegnologiebestuur spesifiek, speel 'n belangrike rol in die voorsiening van basiese behoeftes (byvoorbeeld vervoer, behuising, elektrisiteit, telekommunikasie, water) en natuurlik in die ontwikkeling van die ekonomie. Ons het reeds vroeër verwys na die onontbeerlike rol van tegnologie in mededingendheid en ekonomiese prestasie. Die rol van die departement self is natuurlik primêr die ontwikkeling van menslike hulpbronne deur opleiding. Toegerus met hierdie kundigheid kan persone dan direkte bydraes maak tot die bereiking van die doelwitte van die HOP.

As laaste motivering vir opleiding in ingenieurs- en tegnologiebestuur verwys ons weer na 'n syfer van 80% wat ons vroeër aangehaal het as die persentasie van ingenieurs wat op een of ander wyse betrokke is by bestuur. Daar is geen rede om te glo dat hierdie syfer minder is in Suid-Afrika nie, intendeel, vanweë ons spesifieke bevolkingsamestelling is dit nie onwaarskynlik dat dit selfs hoër is nie. Hierby moet ons verder in ag neem dat daar tans ongeveer 25 000 geregistreerde ingenieurs in Suid-Afrika is en daar jaarliks 'n verdere 1200 afstudeer.

Met inagnome van alle bogenoemde faktore is dit dan nie onredelik om die stelling te maak dat daar 'n groot behoefte aan opleiding in ingenieurs- en tegnologiebestuur in Suid-Afrika bestaan nie.

7. DIE INGENIEURSVOORSPRONG

'n Saak wat my na aan die hart lê is die feit dat ingenieursbestuurders nog steeds ingenieurs behoort te bly. Te veel ingenieurs glo dat bestuur en ingenieurswese onderling uitsluitend is. Die teendeel is eerder waar. Ingenieurs het unieke opleiding, insig en agtergrond wat met groot vrug in bestuur aangewend kan word - ek verwys graag hierna as die ingenieursvoorsprong in bestuur.

Baie ingenieurs betree bestuur met die aanslag dat hulle nou die "harde" verruil vir die "sagte". Daar is nie meer 'n duidelike reg of verkeerd nie, en die fisiese tegniese omgewing word verruil vir die meer ontasbare wêreld van personeel, finansies, bemaking en strategiese bestuur. 'n Verdere manifestasie van hierdie houding is die feit dat sommige van ons studente in die ingenieursbestuursprogram verbaas en selfs verontwaardig is wanneer hulle vakke in die program teëkom met wiskundige inhoud. Hoe kan so iets dan in bestuursopleiding tuishoort? Vergete is skielik die

ingenieurskonsepte wat 'n paar jaar gelede met groot moeite onder die knie gekry is, want dit is kwansuis nou nie meer toepaslik of nodig nie. Dit is natuurlik nie waar nie.

'n Ingenieur kan en moet 'n groot bydrae in bestuur maak juis uit sy of haar sterk wetenskaplike en wiskundige agtergrond. In Engels is daar gepaste woorde om die punt duidelik te maak: ons moet nie net aandag gee aan "engineering management" nie maar ook aan die "engineering of management". Ingenieurs beskik oor

- kennis van die tegnologie en waardetoevoegingsprosesse van die onderneming
- 'n sterk wiskundige agtergrond
- kennis en begrip van generiese konseptuele gereedskap (bv optimalisering, dinamika, beheer)
- 'n probleem-oplossingsbenadering en -uitkyk
- modelleringskundigheid met gepaardgaande insig, en
- rekenaargeletterdheid

Bostaande gee ingenieurs ook die vermoë om die konsepte van die sogenaamde bestuurswetenskap ("management science", ook bekend as operasionele navorsing) maklik te bemeester, maar is natuurlik nie beperk tot hierdie veld nie. 'n Paar eenvoudige voorbeelde van die toepassing van hierdie kennis is die volgende. Rekeningkundige praktyk skryf voor dat inkomste- en balansstate deterministies geboekstaaf moet word, d.w.s. daar is geen onsekerheid in die syfers nie, trouens, dit is historiese feite. Dit grens egter aan onverantwoordelik om volgende jaar se begrote inkomstestaat ook so te hanteer - die toekoms is per definisie tog onbekend en onseker. Alhoewel daar dus beduidende onsekerheid is oor inkomstes en uitgawes, gaan ons nietemin voort om volgende jaar se netto wins in deterministiese terme tot die naaste rand te begroot. Ons het die gereedskap van waarskynlikheidsleer om hierdie onsekerheid voor te stel en te interpreteer, maar hoeveel maatskappye doen dit? Ingenieurs in bestuur behoort egter so 'n geleentheid te sien en die leiding te neem om die situasie te verbeter. Die konsepte van dinamika en beheer is netso toepaslik in 'n bestuursomgewing as wat dit in die ingenieurswese is. Die onderneming is immers 'n dinamiese stelsel waarvan die toestand in tyd ontwikkel en gestuur moet word. 'n Ander voorbeeld hier ter sprake is projekbestuur. Hoe kan 'n projek beheer word as die finansiële verslaggewing ten opsigte van werklike spandering eers maande na die tyd beskikbaar gestel word - 'n eenvoudige toepassing van die konsep van terugvoering. Optimering is 'n ander voorbeeld. In bestuur gaan dit tog onder andere daarom om opbrengs te maksimeer gegewe sekere beperkings, en om byvoorbeeld koste te minimeer. Die optimale benutting van hulpbronne is 'n verdere voorbeeld waar optimalisering gebruik word. Die konsepte van besluitneming en risikobestuur is sentraal tot bestuur en nog 'n voorbeeld waar die ingenieur 'n groot bydrae kan maak.

'n Teenargument wat soms aangevoer word is dat bostaande oorgelaat moet word aan spesialiste en dat bestuurders belangriker dinge het om te doen. Ek verskil egter hiermee. Hoe kan die bestuurder 'n probleem herken as hy nie eers oor basiese kennis van die konseptuele gereedskap beskik nie. Byvoorbeeld, om 'n optimaliseringsprobleem te kan herken moet 'n mens in die eerste plek weet dat daar so iets soos optimalisering bestaan, wat die konsep behels, en hoe so 'n probleem geformuleer kan word. Ek betoog nie dat 'n bestuurder 'n spesialis moet wees in elk

van bogenoemde konsepte nie, maar wel dat hy of sy genoegsame kennis moet hê om 'n tipe probleem te kan herken en dit genoegsaam te kan formuleer. Die spesialis kan dan daarna betaak word om die verdere analise te doen.

Dit is ongelukkig egter selde dat ingenieurs op bogenoemde sterk punte kapitaliseer in hulle bestuurstaak - 'n mate van aanmoediging is nodig en soms moet iemand eers die weg wys. Ons poog om in ons nagraadse opleiding aandag aan hierdie aspek te gee. Trouens, ingenieurs het kundigheid wat hulle in staat stel om beduidende bydraes te lewer buite die tradisionele veld van ingenieurswese en ingenieursbestuur. Prof David Luenberger van Stanford Universiteit, bekend vir sy bydraes in beheerteorie en die sogenaamde "Luenberger observer", stel dit binne 'n stelselkonteks as volg [24]:

"Rigorous analysis and an engineering, or problem-solving, viewpoint can be applied to a much wider assortment of problems than commonly considered by system engineers. Not only can the idea be applied to the "nonphysical" aspects of physical systems, it can be applied to almost any complex system requiring organized problem-solving concepts, including operations planning, public policy analysis, business analysis, medical analysis, and so forth."

Die belangrike beginsel hier is dat die konsepte waarvan ons gepraat het, draagbaar ("portable") is, dit wil sê, dit is toepaslik in 'n groot verskeidenheid van omgewings. Die ingenieur beskik dus oor 'n "gereedskapkas" met kragtige generiese konsepte wat ook in 'n bestuurstaak toepassing moet vind.

In die finale analise is al hierdie konsepte egter daarop gemik om te lei tot beter besluitneming en kan ons sê dat die basis van die "ingenieursvoorsprong" opgesluit lê in die vermoë om probleme te kan modelleer met die oog op insig vir beter besluitneming. In die bestuursomgewing is so 'n voorsprong van groot belang want, soos Peter Drucker dit stel [13]:

"Whatever a manager does he does through decision making"

8. PRIORITEITE VIR DIE NUWE DEPARTEMENT

In hierdie laaste deel van die intrede wil ek graag enkele spesifieke doelwitte en prioriteite vir die nuwe departement uitstip. Langtermyn doelwitte is uiteraard ook belangrik maar, vanweë die meer algemene aard daarvan, sal ek dit net kortliks opsom, en die fokus eerder op die kort- en mediumtermyn plaas.

Strategiese beplanning vir die Leerstoel vir Ingenieursbestuur is vir die eerste keer aan die begin van 1992 gedoen. Sedertdien is hierdie beplanning jaarliks hersien. Die langtermyn doelwitte van die departement handel eerstens oor die opdrag wat enige akademiese departement het, naamlik onderrig, navorsing en gemeenskapsdiens. Die departement stel homself ten doel om op internasionale standaard te presteer in elk van hierdie areas. Alhoewel ons redelik tevrede is met die magisterprogramme in hierdie opsig, moet navorsing en gemeenskapsdiens nog heelwat aandag kry. Ons sal enkele aspekte hiervan verder hieronder toelig. Ander

langtermyn doelwitte handel oor fasiliteite en toerusting, personeel, finansies, internasionale kontak en vakverenigings - tyd laat ons egter nie toe om elkeen hier in besonderhede te behandel nie.

Verskeie van die spesifieke doelwitte wat destyds gestel is, is reeds bereik, soos byvoorbeeld "om die optimale organisasievorm vir die Leerstoel binne die Universiteitsbestel te identifiseer en te bereik", met die totstandkoming van die departement verlede jaar, en die herkurrikulering van die Ingenieursbestuurprogram asook die volledige infasering daarvan. 'n Paar staan egter nog oor of is slegs gedeeltelik behaal. Ek stel egter nou graag die volgende gekonsolideerde lys van primêre spesifieke doelwitte en prioriteite vir die departement (in geen spesifieke volgorde):

Bemaking

Ingenieurs- en tegnologiebestuur is nog relatief onbekend in Suid-Afrika en, trouens, in die wêreld. Baie ingenieurs is nog onbewus van die opleiding wat bestaan en die belangrikheid daarvan vir hulle loopbane. Alhoewel bemaking natuurlik 'n deurlopende bestuursverantwoordelikheid is, is dit nodig dat 'n spesiale poging van stapel gestuur moet word om

- die konsep van ingenieurs- en tegnologiebestuur bekend te stel en
- die opleiding in die gebied onder ingenieurs se aandag te bring.

Die feit dat daar nou 'n volwaardige departement bestaan behoort aan voornemende studente 'n belangrike boodskap deur te gee oor die erns en permanensie van die saak. Goeie vordering is reeds gemaak met bemaking maar 'n bogemiddelde poging is nog steeds nodig. Verskeie van onderstaande doelwitte behoort ook 'n bydrae hiertoe te lewer. Die teenwoordigheid van internasionale studente op ons programme is 'n belangrike maatstaf van ons standaard en geselekteerde bemaking in die buiteland is ook nodig.

Voorgraadse Opleiding

Ons het voorheen aangevoer dat ingenieurs- en tegnologiebestuur ook 'n belangrike rol moet speel in die voorgraadse opleiding van ingenieurs. Die tyd het nou gekom vir daadwerklike aksie in hierdie verband. Die voorgraadse kurrikulum moet aangepas en die nodige kursusse moet ontwikkel en ingestel word. Die feit dat 'n aantal ander persone in die Fakulteit ook reeds onafhanklik hierdie gevolgtrekking bereik het en inisiatief in hierdie verband begin neem het, is baie bemoedigend. Die Departement Ingenieurs- en Tegnologiebestuur moet egter die leiding neem in die kurrikulering van die opleiding en moet dit sentraal uit die departement aanbied. Hulp van kundiges uit die hele Fakulteit sal egter hiervoor gebruik moet word. 'n Goedgestruktureerde portefeulje van kursusse moet ontwikkel word wat 'n integrale deel van die vierjaarprogram sal uitmaak. Die spesifieke ontwerp moet verseker dat die vakke nie net as "bywoningskursusse" gesien word nie, maar dat dit ten minste net so belangrik soos ander vakke is en geëksamineer moet word.

Personeel en Samewerking

Toe die Leerstoel vir Ingenieursbestuur die eerste magisterprogram in 1989 begin aanbied het, was daar net een voltijdse dosent, naamlik die bekleër van die

Leerstoel self. Vandag, meer as 6 jaar later, is daar 3 voltydse poste. Teoreties is dit moontlik om 'n volledige magisterprogram met deeltydse dosente uit die industrie aan te bied - trouens, die beginjare is 'n bewys daarvan. In die praktyk is dit egter onmoontlik om so 'n situasie vol te hou. Daar moet kontinuïteit wees tussen vakke, leiding moet beskikbaar wees vir skripsies, verhandelings en proefskrifte, die kurrikulum moet deurlopend op alle vlakke verbeter en hersien word, dosente moet self navorsing doen, en die volledige bestuur en administrasie van die programme en departement vereis feitlik voltydse aandag. Dit alles is net moontlik as daar ten minste 'n kernspan van personeel is.

Die huidige 3 poste is nog beduidend benede hierdie kritieke massa - 'n minimum van 'n verdere 3 poste word benodig. Ek stel dit my weereens as doelwit om die personeelsituasie te verbeter, egter met volle besef van die finansiële omstandighede van die universiteit en ook die fakulteit. Die voorgestelde toename in personeel sal nog steeds nie 'n ideale situasie bewerkstellig nie. Verdere strategieë rondom personeel sal benodig word.

Een belangrike benadering wat ek graag voorstel is samewerking. Hier bedoel ek benutting van kundighede gesetel in ander personeel van ons fakulteit. Vanweë die multi-dissiplinêre aard van ingenieurs- en tegnologiebestuur is daar sonder twyfel persone in ander departemente in ons fakulteit wat kundig is in van ons vakgebiede - die Departement Bedryfs- en Sisteemingenieurswese is 'n goeie voorbeeld. Uitskakeling van vorms van duplisering en moontlike herkurrikulering kan die spanwydte van sommige dosente verminder en meer geleentheid vir spesialisering en navorsing skep. Die vakke wat as dienskursusse deur die Fakulteit Ekonomiese en Bestuurswetenskappe aangebied word is natuurlik 'n voorbeeld van hoe bestaande kundighede elders in die Universiteit benut word.

'n Verdere vorm van samewerking wat ek wil bepleit is met ander universiteite wat aktiwiteite het in dieselfde vakgebiede as ons departement. Weereens is die doelwit om departemente toe te laat om fokus te vernou terwyl omvattende opleiding nog steeds aangebied word. Moontlikhede in hierdie verband moet ondersoek word.

Kwaliteit

Alhoewel die kwaliteitbeweging die afgelope paar dekades deur verskeie fases van ontwikkeling gegaan het en 'n groot impak op die algemene nywerheid gehad het, het opvoedkundige instellings tot op hede weinig aandag hieraan geskenk. Die beginsels van "totale kwaliteitbestuur" is egter natuurlik net so belangrik vir 'n universiteit as vir 'n vervaardigingsonderneming. Die universiteit is in wese 'n prosesgebaseerde diensorganisasie wat in die opleidingsbehoefes van kliënte voorsien. Kwaliteitsbeginsels kan en behoort binne die universiteit toegepas te word, vanaf die klaskamer tot by besluitneming deur topbestuur. Die Departement Ingenieurs- en Tegnologiebestuur gee opleiding in kwaliteitbestuur, en moet daadwerklik ook nou self die beginsels toepas.

Navorsing

Ten spyte van die feit dat 6 referate oor die afgelope 3 jaar by buitelandse simposia gelewer is, 2 artikels gepubliseer is, haas 4 doktorsale kandidate hulle studies voltooi het, en ongeveer 110 nagraadse skripsies voltooi is, is die navorsingsprestasie van

die departement nog nie na wense nie. 'n Mate van verklaring hiervoor moet gesoek word in die feit dat daar slegs 3 voltydse dosente is om die nagraadse komplement van ongeveer 120 studente jaarliks te hanteer. Van deeltydse aanstellings kan moeilik verwag word om ook navorsingsuitsette te lewer. Dit is egter belangrik dat nie slegs die omvang van navorsingsuitset van die departement verhoog word nie, maar ook aandag gegee word aan die behoorlike koördinasie daarvan. Waar dit in die beginjare nodig was om navorsingsaktiwiteite te laat ontwikkel soos geleentheid en belangstellings gedikteer het, is dit nou ook nodig om te konsolideer en orde te skep. 'n Goeie indruk is gevorm van watter areas belangrik is en waar raakvlakke met nagraadse vakrigtings en studentebelangstelling lê. 'n Paar fokusareas moet geselekteer word waar multi-jaar navorsingsprogramme geloods kan word. Die doktorsale program sny natuurlik nou hierby aan en goeie vordering is reeds gemaak om departementeel meer struktuur en orde hieraan te gee.

'n Ander belangrike verwickeling wat onder hierdie punt vermeld moet word en waarna ons ook al vroeër verwys het, is die totstandkoming van die Instituut vir Tegnologiese Innovasie. ITI spits hom toe op navorsing in die gebied van tegnologie- en innovasiebestuur en het dus 'n belangrike raakvlak met die departement. Trouens, van die departement se magister- en doktorsale studente doen hulle navorsing in die Instituut. Hierdie vennootskap sal 'n groot impak maak op die hele navorsingspoging in die departement en ons sien uit na die verdere uitbou van hierdie samewerking in die toekoms.

Plaaslike Geleerde Vereniging

Ingenieurs- en tegnologiebestuur vorm 'n belangrike deel van die ingenieurswese maar is nie verteenwoordig in 'n plaaslike geleerde vereniging of instituut nie. Ek stel graag as spesifieke doelwit die stigting en uitbou van so 'n gepaste organisasie. Daar is sonder twyfel 'n behoefte aan so 'n vereniging, veral omdat soveel ingenieurs nie meer direk in hulle onderskeie dissiplines betrokke is nie, maar wel behoefte het aan professionele kontak met ingenieurs wat ook aktief in die ingenieursbestuur staan. Gepaste affiliasie plaaslik en in die buiteland kan oorweeg word. Hiermee saam sal dit onder andere ook nou gepas wees om aandag te begin gee aan 'n plaaslike konferensie in ingenieurs- en tegnologiebestuur.

Nywerheidsbetrokkenheid

Die Departement maak reeds sedert die beginjare sterk staat op deeltydse dosente uit die industrie. Verder was daar ook 'n Adviesraad wat bestaan het uit verteenwoordigers van die nywerheid en die departement uit daardie perspektief met raad bedien het. Alle dosente in die departement het ook 'n sterk industrie-agtergrond, 'n onontbeerlike vereiste wanneer nagraadse opleiding in ingenieursbestuur aangebied moet word. Ek meen egter dat dit nodig is om nog 'n hoër vlak van nywerheidsbetrokkenheid te bewerkstellig en stel dit as doelwit vir die departement.

Die nodige voorbereiding is reeds gedoen om weer 'n Adviesraad saam te stel en sorg sal gedra word om 'n wye spektrum van hoëvlak industrievertwoordigers uit te nooi om op die raad te dien. Verder stel ek voor dat Advieskomitees vir elk van die hoofvakgebiede saamgestel word om ons van spesifieke raad te bedien oor die behoeftes van die praktyk en insette te lewer tot die inhoud van die onderskeie

vakke. Navorsing moet nie net akademiese belange dien nie, maar in ons geval eintlik primêr die van die nywerheid. Sulke komitees sal ons baie beter insig gee in die navorsingsbehoefte van die nywerheid.

Met die afname in staatsubsidie sal daar ongelukkig ook toenemend staatgemaak moet word op die industrie vir 'n mate van finansiële ondersteuning. Vir hierdie doel moet daar gestreef word na 'n situasie waar die industrie 'n vennoot in die departement sal wees, eerder as net 'n passiewe kliënt.

Voortgesette Opleiding

In die dinamiese en kompeterende omgewing van vandag behoort die behaling van 'n baccalaureusgraad in die ingenieurswese nie die einde van opleiding te wees nie, maar wel die begin van 'n lewenslange ingesteldheid van volgehoue studie en professionele ontwikkeling. Die opleiding van die ingenieur is noodwendig onvolledig wanneer hy of sy die universiteit verlaat. Dit is noodsaaklik dat verdere opleiding ondergaan word en die universiteit het 'n plig om sulke opleiding te verskaf. Uit sommige oorde word selfs betoog dat sulke opleiding 'n voorwaarde moet wees vir professionele registrasie.

Die Fakulteit Ingenieurswese bied reeds 'n groot verskeidenheid voortgesette opleiding aan in die vorm van honneurs- en magisterstudie. Die magisterprogramme van die Departement Ingenieurs- en Tegnologiebestuur vorm 'n deel hiervan. Vanweë die feit dat soveel ingenieurs in bestuur betrokke raak en is, behoort hierdie opleiding egter wyer toeganklik en beskikbaar te wees. Nie alle ingenieurs het die tyd of belangstelling om 'n volledige magisterprogram te doen nie. 'n Vyse moet gevind word om ook in hulle behoeftes te voorsien, hetsy deur kortkursusse of die beskikbaarstelling van enkelvakke en verwerwing van gedeeltelike krediet. Dit is egter nodig dat nie net die Departement, maar ook die hele Fakulteit, voortgesette opleiding op 'n holistiese wyse benader. Ek betoog vir die ontwikkeling van 'n weldeurdragte en koherente portefeulje van voortgesette opleiding wat vir die praktiserende ingenieur maksimum geleentheid en toeganklikheid tot verdere professionele ontwikkeling sal bied. Verbeterde artikulering sal hiervoor benodig word: tussen departemente, tussen sogenaamde kortkursusse en formele graadkursusse, en ook tussen die universiteit en teknikons.

9. SLOTOPMERKING

Die dissipline van ingenieurs- en tegnologiebestuur is nou gevestig as 'n belangrike deel van die ingenieurswese. Die instelling van nagraadse opleiding hierin en die totstandkoming van die Departement was belangrike mylpale vir ons Fakulteit. Dit is egter maar slegs die eerste treë op 'n lang pad en daar wag nog baie uitdagings en geleenthede.

As eerste hoof van hierdie Departement aanvaar ek graag hierdie uitdagings en sal ek poog om die geleenthede tot voordeel van die Universiteit en die professie te benut.

Erkenning

Ek gee graag erkenning aan die bydraes wat Prof Gideon de Wet en Mnr Piet Beukman oor die jare gelewer het tot die ontwikkeling van die konsepte oor die struktuur en inhoud van ingenieurs- en tegnologiebestuur soos vervat in hierdie referaat.

VERWYSINGS

- [1] Taylor, F.W., *The Principles of Scientific Management*, W.W. Norton & Company, New York, 1911 (oorspronklike uitgawe).
- [2] Fayol, H., *General and Industrial Management*, Sir Isaac Pitman & Sons Ltd., London, 1916 (oorspronklike uitgawe).
- [3] Noble, D.F., *America by Design: Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism*, Oxford University Press, Oxford, 1977.
- [4] Moritani, M., *Japanese Technology: Getting the Best for the Least*, Simul Press, Tokyo, 1982.
- [5] Koontz, H. & C. O'Donnell, *Principles of Management: An Analysis of Managerial Functions*, McGraw-Hill, New York, 4th ed, 1968.
- [6] Hayes, R.H., & W.J. Abernathy, *Managing Our Way to Economic Decline*, *Harvard Business Review*, July-August 1980.
- [7] Morita, A., "S" does not equal "T" and "T" does not equal "I", *The First United Kingdom Innovation Lecture*, London, February 1992.
- [8] Lee, G.L. & C. Smith (eds), *Engineers and Management: International Comparisons*, Routledge, London, 1992.
- [9] Beukman, C.P., *Engineering Management: A Definition of Essentials*, *Proceedings of the 1994 Conference of the Institute of Professional Engineers of New Zealand*, Nelson, New Zealand, February 1994.
- [10] Amos J.M., & B.R. Sarchet, *Management for Engineers*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
- [11] Shannon, R.E., *Engineering Management*, John Wiley & Sons, New York, 1980.
- [12] *The Institute*, (news supplement of the IEEE Spectrum), Volume 19, Number 4, April 1995.

- [13] Drucker, P.F., *The Practice of Management*, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, 1955.
- [14] Kocaoglu, D.F., *Education for Leadership in Management of Engineering and Technology*, Proceedings of the Portland International Conference on the Management of Engineering and Technology, 1991.
- [15] Kocaoglu, D.F., *Technology Management: Educational Trends*, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol 41, No 4, November 1994.
- [16] De Klerk, A.M. & G. de Wet, *Development of a Masters Program in Engineering Management*, Proceedings of the IEEE International Engineering Management Conference, Dayton, Ohio, October 1994.
- [17] Beukman, C.P., *A Structure and Application for a Curriculum in the Management of Engineering Development*, Proceedings of the 3rd World Conference on Engineering Education, Portsmouth, UK, 1992.
- [18] Lock, D., (ed), *Handbook of Engineering Management*, 2nd edition, Butterworth Heinemann, 1993.
- [19] LGI Verslag no 87/346, *Modulêre Struktuur vir Tegniese Bestuursopleiding*, Laboratorium vir Gevorderde Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 1987.
- [20] LGI Verslag no 87/372, *Gebruikersbehoeftestelling vir Tegniese Bestuursopleiding*, Laboratorium vir Gevorderde Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 1987.
- [21] De Klerk, A.M. & C.W.I. Pistorius, *Voorstel vir die Uitbreiding van die Akademiese Inisiatief in Ingenieurs- en Tegnologiebestuur aan die Universiteit van Pretoria*, 20 April 1993.
- [22] World Economic Forum, IMD, *The World Competitiveness Report*, 14th edition, Lausanne, Switzerland, 1994.
- [23] *White Paper on Reconstruction and Development: Government's Strategy for Fundamental Transformation*, The Government of National Unity, Republic of South Africa, September 1994.
- [24] Luenberger, D.G., *Engineering-Economic Systems: A Problem-Solving Discipline*, Department of Engineering-Economic Systems, Stanford University, Stanford, California, (ongedateer).