



WETENSKAPLIKE BYDRAES VAN DIE PU vir CHO
Reeks H: Inougrele Redes Nr. 37

**DIE OMSTANDIGHEDE VAN
INGENIEURSWESE**

W.J. Taute

Potchefstroomse Universiteit vir CHO
1976

DIE OMSTANDIGHEDE VAN INGENIEURSWESE

INLEIDING

Om 'n ingenieur te beskrywe of te definieer is blykbaar nie moeilik nie — daar is baie definisies, waarvan die volgende 'n paar is:

- (1) 'n Ingenieur is 'n persoon wat 'n onderneming volvoer deur die vindingryke samestelling van die kragte en materiale van die natuur, of
- (2) 'n Ingenieur is een wat die ontwerp, beheer en bestuur van masjiene en installasies op bekwame wyse kan behartig.

Terwyl ingenieurswese gegee word as die wetenskap *en* die kuns in die aanwending van die kragte en materiale van die natuur om masjiene en publieke werke te ontwerp en te bou, of dit is 'n kuns gebaseer op wetenskaplike feite.

Sedert die vroegste tye is masjiene gebou, miskien veral om mense te pynig en te martel maar ingenieurswese wil liefers andersom gesien wees as 'n deel van die menslike inspanning wat daarop gemik is om die moeite van die mens te verlig en as 'n doelbewuste poging om in opdrag van die Skepper, oor die skepping te heers. Let egter wel dat dié persone wat 'n onbeheersde hartstog het om hul medemens te oorheers nie ingenieurs is nie. Sulke heersugtige persone is miskien juis verantwoordelik vir die grootste deel van die moeite en verdriet in die 70 jaar waarvan die Bybel spreek. Om op 'n *onselfsugtige* wyse oor die skepping te heers is die voorreg maar ook die groot verantwoordelikheid van die mens.

VERBAND MET BASIESE WETENSAPPE

Net soos ander vakrigtings het ingenieurswese ook ontstaan uit 'n spesifieke behoefte. Ons eer die manne en vroue wat in die natuurwetenskappe groot bydraes gelewer het deur hul uitvindings. Hierdie mense het met groot moeite hul toegelê om verklarings te vind vir verskynsels wat hulle waargeneem het. Hulle het teorieë opgestel oor hul waarnemings, die teorieë in hul gedagtes geëkstrapoleer, voor nuwe moontlikhede te staan gekom, hierdie moontlikhede verder ondersoek, die teorieë aangepas, weer vooruitbeskou — steeds met groot toewyding en baie dikwels met beperkte hulpmiddels.

Ander persone het die moontlikhede van hierdie werk wat tot hulle as geordende begrippe gespreek het, aangegryp, en hulle het ook in verwondering gegaan. Hierdie keer egter nie soseer om agter te kom uit watter verdere oorkoepelende fisiese beginsels die geskape werklikheid bestaan nie maar om met dit wat bekend is, reeds iets nuttigs tot stand te bring. Die daaglikse probleme spreek

baie sterk tot sulke mense, hulle is ingestel en gereed om met elke nuwe ligstraal wat deurbreek nuwe moontlikhede raak te sien. Dit is moeilik om te sê op watter stadium afsonderlike persone die toepassingswerk begin doen het want aan die begin was dit nie so nie. Dit is egter seker dat die kennis so toegeneem het en dat die toepassingsmoontlikhede so talryk geword het dat die omstandighede vir ingenieurswese vanselfsprekend daar was en dit het 'n noodsaaklike deel van die wetenskapsbeoefening geword.

Dat noue skakeling tussen die basiese en toegepaste wetenskappe belangrik is, is dus duidelik. Maar die ontwikkeling van die tegniese vaardigheid het so toegeneem dat dit gladnie meer 'n vloei van informasie net in een rigting is nie. Die toepassing van die basiese beginsels om apparaat en instrumente te ontwikkel het daartoe gelei dat nuwe hulpmiddels vir fundamentele navorsing beskikbaar geword het. Met beter toerusting kan die grense van ondersoek wyer getrek word. Navorsing op deeltjies wat slegs vir tydperke van die orde van 'n honderdste van 'n miljoenste, van 'n sekonde beskikbaar is sal nie gedoen kan word nie as apparaat nie ontwikkel was wat hierdie waarnemings moontlik maak nie. Sonder die ontwikkelings op die gebiede van brandstowwe en materiale kon ruimtevaartuie nie gelanseer word nie en sonder die ontwikkeling van vinnige en betroubare rekenaars kon hulle nie op hulle bane gehou word nie — en hierdie ondernemings maak juis fisiese waarnemings buite die aarde se atmosfeer en by 'n kleiner aantrekkingskrag van die aarde, moontlik. Die toestand het selfs so verder ontwikkel dat *druk* uitgeoefen word om tegnieke te verbeter ten einde meer te kan bereik. Enige ontwerp word beperk deur die eienskappe van die materiale wat gebruik word en daarom is dit nodig om dié eienskappe so goed as moontlik te ken en te benut. Een baie belangrike aspek by stelsels van groot kompleksiteit, wat vandag algemeen is, is dat metodes gevind word om betroubaarheid te verhoog. Indien die kans dat 'n stelsel faal nie groter as een persent mag wees nie en dit bevat 10 000 komponente dan mag die kans dat 'n komponent faal nie groter as $\frac{1}{10\,000}$ persent wees nie, en die tydperk waarin so 'n faling ongewens is mag soms baie lank wees.

Met beperkings en vereistes moet dus iets doelmatig totstandgebring word. Dit is die omstandighede van ingenieurswese. Dus die taak van die ingenieur is nie soseer een van analise soos by baie basiese wetenskappe nie maar veral een van sintese en lê die heerlikste vergoeding vir moeitevolle arbeid juis daarin dat hy iets menslikerwyse geskep het. In die meeste gevalle word sy taak vergemaklik deur 'n prominente beperking wat hom bystaan en baie besluite sommer gou te neem — hierdie een is 'n ekonomiese een.

Maar ingenieurswese het ook sy eie navorsingsveld. Dit gaan veral oor die beter en meer effektiewe benutting en verwerking van bestaande hulpbronne. Deur volgehoue navorsing het ons land sekere gedeeltes van die proses van petrol uit steenkool vandag meer as tweemaal so doeltreffend gemaak soos

die een waarmee begin is. Nie alleen is beter en goedkoper instrumente en masjiene ontwikkel nie maar die prosesse, die metodes van vervaardiging en hele aanlegte is geoptimeer. Die begrip van stelsels, veral terugvoerstelsels, kan as eie aan ingenieurswese beskou word. Navorsing op dié gebied het so ontwikkel dat dit vandag toegepas word op die gebiede van omgewingsbeheer, ekonomie, fisiologie ens. 'n Tipiese navorsingsprobleem vandag is om soveel moontlik energie in 'n bepaalde volume te hou op so 'n wyse dat dit maklik aanwendbaar is, byvoorbeeld in batterye.

Vir sy wye veld het ingenieurswese homself in veral agt spesialiteitsrigtings georganiseer.

RIGTINGS IN INGENIEURSWESE

Vir die meganiese ingenieurs hou soliede massas in beweging 'n uitdaging in en veral die probleme van veilige masjiene inaggenome die sterktes van materiale, die traagheide van sy komponente en al die probleme verbonde aan die relatiewe beweging van onderdele in fisiese kontak. (Die uitvinding van die wiel was miskien nie belangriker as die uitvinding van die as waarom die wiel draai nie.) Hierdie masjiene kan aandrywend of aangedrewe wees.

Die siviele ingenieur het rustende massas van baie groot omvang (vaste bouwerke) vir sy verantwoordelikheid geneem maar stel ook belang in bewegende massas met min vasvatplek vir sover hulle 'n aanslag maak op sy monumente (die enigste wat werk solank hul staan). Die naam siviele ingenieurswese is aanvanklik gebruik vir alle nie-militêre ingenieurswese.

Om basiese grondmateriale chemies te omskep of met fisiese metodes te skei ten einde nuttige produkte te verkry is die terrein van die chemiese ingenieur. Ten grondslag van sy aktiwiteite lê die beginsels en meganismes van hitte-, massa- en momentumordrag en van reaksiekinetika. Die chemiese industrie is een van die grootste vervaardigingsindustrieë in Suid-Afrika met van die hoogste groeitempos.

Die jongste ingenieursrigting is dié van die bedryfsingenieurswese of in nouer verband, produksie-ingenieurswese. Die omvang van veral die vervaardigingsbedryf het gelei tot ontsaglike fabriekke en dit het vereis dat mense aandag gee aan die organisasie en bestuur van so 'n fabriek of aanleg. 'n Wye tegniese kennis is vanselfsprekend maar die ontwerp van 'n ordelike en vinnige aaneenskakeling van die onderskeibare onderafdelings vereis 'n kennis van optimisasietegnieke, die gedrag van mense ens., terwyl ekonomie die dryfveer is wanneer hy 'n bepaalde bedryf moet evalueer, kontroleer en die resultate daarvan voorstel.

Bestuurs- en organisasietegnieke word ook deur die mynbouingenieur gebruik om grondstowwe te produseer.

Die landbouingenieur gebruik sy kennis van meganiese tegnieke om die geskikste masjienerie en strukture vir die landbou te lewer. Soos vir die mynbouingenieur vereis materiaalhantering en vervoer 'n kennis van stelselbedryf.

Terwyl veral meganiese en elektrotegniese ingenieurs die beste gebruik moet maak van die beskikbare materiale het die metallurgiese ingenieur die taak om steeds beter materiale te ontwikkel en ekstraksieprosesse so te verbeter dat ertsbronne wat van steeds laerwordende graad is, nog ekonomies ontgin kan word.

'n Ander ingenieursrigting wat miskien ook genoem kan word is die elektrotegniese ingenieurswese, met veral drie hoofgebiede naamlik dié van informasieoordrag, die meting *vir* en beheer *van* 'n wye verskeidenheid van aanlegte en laastens dié van energieomsetting en verspreiding. Vanweë die uitgestrektheid van ons land en die taamlik gekonsentreerdheid van ons steenkoolbronne in suid-oos Transvaal en die langsliggende gebiede in Natal en die Vrystaat is die verspreiding van energie 'n geweldige onderneming.

Uit die voorafgaande mag dit lyk of ingenieurs in goedafgebakende gebiede werk maar daar is tog baie oorvleueling.

In elke rigting is daar ingenieurs wat navorsing doen, daar is ontwerpingenieurs, ander wat hul toelê op konstruksie, produksie, instandhouding — terwyl ander bestuurders moes word.

INGENIEURSHULP

Naas die ingenieurs is daar egter ook twee ander groepe van persone wat ontbeerlik is vir ingenieurswese naamlik tegnici en ambagsmanne. Dit is baie jammer dat die noodsaaklikheid vir goedopgeleide ingenieurshulp te min besef word. Die ambagsmanne as die trotse meesters van hul beroep sal gestalte gee aan die beplanning en ontwerp van die ingenieur mits dit duidelik aan hulle oorgedra word. Hulle belangstelling gaan oor die beoefening van gesonde praktyke en die aanleer van vaardighede wat slegs oor 'n tydperk van jare afgerond kan wees; hulle is manne met vlugtige vingers en 'n reguit oog, en beoefen hul beroep in die eerste plek omdat dit hul besondere aanleg bevredig.

Baie situasies kom in die praktyk voor waar mense nodig is met genoegsame teoretiese en praktiese ervaring maar waar 'n ingenieur nie ten volle benut kan word nie. Hierdie werk verg nie 'n verskeidenheid van agtergrondkennis nie maar is meer gespesialiseerd byvoorbeeld die onderhoud van elektroniese toerusting by 'n hospitaal waar net sekere tipes apparaat gebruik word. Persone kan hiervoor genoegsame opleiding op 'n stapelkursusbasis aan 'n Kollege vir Gevorderde Tegniese Onderwys oor 'n tydperk van drie of vier jaar nadat hulle matriek geslaag het, ontvang. Hierdie tegnici vervul verder 'n baie belang-

rike funksie as assistente vir ingenieurs. So sou 'n ingenieur verantwoordelik vir die instrumentasie en beheer van 'n groot aanleg 'n tegnikus as hulp hê vir elektroniese instrumente, 'n ander vir hidrouliese instrumente, 'n ander vir elektriese motors ens. Die kwantiteit van die werk regverdig hier so 'n spesialisasie en terwyl ambagsmanne die installasie en vervanging van apparaat doen ken die tegnikus die prinsiepe waarop sy instrumente of apparaat werk, en hy doen die fynere instellings, die nodige aanpassings, 'n herontwerp of selfs 'n nuwe ontwerp volgens aanvaarde prosedures. Dit is nie moeilik om te sien watter geweldige bydrae die tegnikus in so 'n situasie lewer nie. Die ingenieur se taak word verlig en doeltreffendheid word verhoog. Dit is dus ook nie moeilik om te sien watter verantwoordelike taak Kolleges wat sulke persone moet oplei, het nie.

Hier moet dan gesê word dat dié wat kán, word ingenieurs, dié wat kán word tegnisi en die wat kán word ambagsmanne, almal is baie nodig vir ons land. Dit is die nasionale plig van opvoedkundige inrigtings om voornemende kandidate só voor te lig dat hulle nóg onderbenut word nóg gefrustreer word. In die groep van vier het die basiese wetenskaplike, die ingenieur, die tegnikus en die ambagsman elkeen sy plek.

OOR DIE OMSTANDIGHEDE IN SUID-AFRIKA. DIE VOLGENDE:

In Suid-Afrika is daar steeds 'n tekort aan ingenieurs in alle rigtings. Die Straszackerkommissie (1968/1968) het na 'n ondersoek bevind dat ingenieurs as breukdeel van die bevolking so gou as moontlik verdubbel moet word. Sedertdien het toestande nie noemenswaardig verander nie. Die tekort aan tegnisi en ambagsmanne is selfs nog groter. Hierdie kommissie het ook aanbeveel dat slegs bogenoemde agt rigtings in ingenieurswese sal bestaan.

Steeds word baie ingenieurs gebruik waar dit tegnisi moes wees. Dit is veral vanweë die onkunde oor tegnisi. Die Kolleges vir Gevorderde Tegnieëse Onderwys het hier 'n groot taak om 'n beeld reggestel te kry en die universiteite behoort hulle hierin te help.

In 1968 is wetgewing goedgekeur (Wet 81) wat poog om ingenieurswese op 'n baie gesonde grondslag in Suid-Afrika te plaas en wat hopelik ook baie wanoopvattinge uit die weg sal ruim. Dit maak voorsiening vir registrasie van ingenieurs, professionele standaarde en etiese kodes onder andere, asook die daargestelling van 'n Suid-Afrikaanse Raad vir Professionele Ingenieurs om beheer uit te oefen. Vyf jaar nadat die wet in werking getree het was reeds 60 persent dit is ongeveer 9 000 van die persone wat daarvoor kwalifiseer, geregistreer as professionele ingenieurs.

Ongeveer 700 ingenieurs gradueer jaarliks aan ons universiteite. Hiervan is genoeg die helfte siviele ingenieurs, 'n kwart elektrotegnies en die meerderheid

van die res, meganies. Hierdie aantal graduandi verteenwoordig tussen 40 en 45 persent van die aantal eerstejaarinskrywings wat vier jaar vroeër plaasgevind het.

Suid-Afrika as 'n vinnig-ontwikkelende land bied steeds meer geleenthede vir sy ingenieurs as wat benut kan word nie alleen in omvang nie maar ook in verskeidenheid. Die elektroniese vervaardigingsindustrie is besig om uit te brei, 'n omwenteling in outomatiese telefoonsentrales is besig om plaas te vind, nuwe metodes in telekommunikasie (naamlik in syfervorm) word al meer gebruik, die SAUK se werksaamhede het drie dimensies bygekry naamlik rooi, blou en groen, Sasol beplan 'n nuwe en groter aanleg, Yskor het pas by Newcastle begin terwyl EVKOM in 1982 sy eerste kernkragstasie by Koeberg in gebruik wil neem en twee jaar later nog een. Minder opsigtelik is daar steeds 'n toenemende mate van outomatiese beheer en van elektroniese dataverwerking en berekening. Net enkele van bogenoemde projekte bymekaar het finansiële implikasies van 'n paar duisend miljoen Rand.

OPLEIDING VAN INGENIEURS EN SPESIFIEK ELEKTROTEGNIESE INGENIEURS

Na dié kort oorsig kan die omstandighede van ingenieurswese verder beskou word as ons vra hoedanig die persone moet wees en hoedanig hul opleiding om te kan doen wat van hulle verwag word.

Die toelatingsvereiste vir 'n student in die ingenieurswese is 'n slaagsyfer in wiskunde en in natuur- en skeikunde.

Hy begin sy eerste jaar met die suiwer wetenskappe wat as baie belangrike grondslag dien vir sy begrip van die fisiese en wiskundige beginsels wat hy later moet toepas. Verder neem hy slegs enkele tekenvakke om sy sin vir verhoudinge te ontwikkel en hy leer om vanaf sy tekening die werklike voorwerp te visualiseer. 'n Tekening bly steeds een van die vinnigste metodes om informasie in te neem.

Elke jaar verder neem hy minder kursusse in die basiese wetenskappe en meer uit die rigting van die ingenieurswese waarin hy homself wil bekwaam totdat in die vierde en finale jaar hy feitlik net kursusse in ingenieurswese neem.

In elke ingenieursrigting is kursusse uit ander rigtings noodsaaklik. Dit vorm eerstens basiese kennis wat hy nodig het om gebiede in sy eie veld beter te verstaan en te behartig maar dit gee hom ook 'n wyer insig in die aktiwiteite waarmee hy gewis in sy latere loopbaan te doen sal kry. Geen ingenieur kan bekostig om nie te weet in watter groot stelsel sy eie klein stelsel inpas nie. 'n Mens hoor dikwels van individue wat dit of dat vermag het maar selde van die resultate wat 'n spanpoging opgelewer het. So 'n spanpoging van duisende

Amerikaners vir verskeie jare het gelei tot die eerste atoombom en tot ruimte-reise. Vandag is die meeste projekte sodanig dat slegs behoorlike samewerking tussen verskeie ingenieursrigtings die nodige resultate kan oplewer en ook betyds lewer. 'n Minimum kennis van mekaar se vakgebiede voorsien die nodige begrip vir goeie samewerking.

Die vereistes by die opleiding word nog verder uitgebou daar ingenieurs die beginsels van ekonomie en selfs bedryfsielkunde moet aanleer. Elektrotegniese ingenieurs aan hierdie universiteit leer die beginsels van Operasionele Navorsing (dit is kortliks wetenskaplike besluitneming onder moeilike omstandighede en die basiese kennis vir 'n bedryfsingenieur), om hulle bewus te maak van die feit dat ordelike beplanning op 'n breë basis noodsaaklik is.

Met die oplossing van sy tegniese probleme leer die ingenieur miskien veral gedurende sy opleiding 'n saaklikheid aan wat dit vir hom moeilik maak om sy gedagtes duidelik aan ander oor te dra. In die seminaarklasse van sy tweede, derde en vierdejaar op universiteit, kry hy die geleentheid om met beide tegniese en nie-tegniese besprekings te leer om sy gedagtes te formuleer en op 'n oortuigende wyse te stel. Beide hier en in die werkstukke wat hy inhandig is dit noodsaaklik dat hy 'n mooi en korrekte taalgebruik sal aanleer.

Ten opsigte van die tegniese inhoud van kursusse is dit raadsaam om 'n mate van buigbaarheid toe te laat. Die vindingryke brein behoort 'n gelyke kans met die goeie wiskundige brein te hê. Sodoende kan 'n wye versameling van talente wat inderdaad nodig is in ingenieurswese, geakkommodeer word. Dit word onder andere verkry deur 'n beperkte aantal keusekursusse. Die feit dat universiteite ietwat verskil in hul opleiding vir dieselfde graad kan ook meehelp om beter in die behoeftes van die land te voorsien. Verlaag ook op na-graadse vlak en ten opsigte van navorsing behoort daar nie ongesonde duplisering van fasiliteite by universiteite te wees nie.

Met die vinnige ontwikkeling op tegnologiese gebied is dit nodig dat kurrikula sorgvuldig beplan word. Nuwe tendense moet net genoeg kans gegee word om te stabiliseer voordat hulle in die leerplanne ingevoer word, terwyl huidige praktyke nie dadelik afgeskrywe kan word nie omdat bestaande aanlegte nog verskeie dekades suksesvol sal werk. Die opleiding kan hier veral voorsorg tref deur 'n aanpasbare ingenieur te lewer en dit bring 'n mens by ook ander fasette van die opleiding wat nie so maklik in sillabusse vasgelê kan word nie.

Aangesien die ingenieur 'n skakel vorm tussen die basiese wetenskappe en die praktyk, wil 'n mens graag sien dat hy enersyds 'n gesonde nuuskierigheid het ten opsigte van die basiese wetenskappe maar andersyds 'n sterk dryfkrag en 'n vindingryke verbeelding om met dit wat hy reeds het aan kennis, te begin werk. Ontwerp- en projekwerk vorm dié deel van sy kursus waar hy sy gedagtevlugte kan toets aan die werklikheid en waar hy leer om skeppend te dink. Hy móét kan dink en ook gewillig wees om te dink, hy moet verant-

woordelik wees, met mense kan klaarkom, selfstandig kan studeer en sy kennis selfstandig kan toepas. Hy moet 'n lewenslange student bly — dit sal hom help om spoedig 'n volwasse man te word. Die Straszackerverslag sê dat die regte instelling en hiêrdie eienskappe by die ingenieur ten minste net so noodsaaklik is as die verkryging van kennis.

Dat van die ingenieur vandag baie meer verwag word as 'n vyftien jaar gelede is waar. Die hulpmiddels om hom hiertoe in staat te stel het egter ook nie uitgebly nie. Die rekenaar het die sleurwerk uitgeskakel en 'n mens kan jou moeilik die situasie indink sonder wiskundige metodes soos die Laplace-transformasie. Studente in elektrotegniek aan ons universiteit kan as 'n keuse wiskunde tot in hul vierde jaar neem wat hulle in staat stel om verder te kom in vakke soos byvoorbeeld beheerstelsels. Ook fisika kan hier as keusekursus tot in die vierde jaar geneem word wat meehelp om 'n wyer basis te gee en so nuwe toepassings te vergemaklik.

Dit is nodig om 'n ingenieur in sy opleiding so na as moontlik aan sy praktyk te hou. In 75 jaar het sy praktyk egter van 'n werkswinkel na 'n aanleg van etlike miljoene Rand verander. Die ondervinding wat hy daar nodig het kan hy net daar kry. Hierdie situasie het twee implikasies. Eerstens moet daar noue skakeling tussen industrië en universiteite wees om deur middel van besoeke, gesamentlike projekte en lesings deur persone van buite die universiteit, vir die student 'n aanvoeling vir die praktyk te gee en om hom reg te motiveer. Hier moet egter baie versigtig te werk gegaan word om net 'n baie positiewe beeld te gee. Tweedens moet 'n gegraduateerde besef dat ná sy universitêre opleiding sy opleiding in die praktyk voortgaan. Met die opneming van 'n jong graduand in die praktyk is ook reeds baie foute van die verlede reggestel. Dit kom daarop neer dat nou besef word dat hy so gou as moontlik produktief *wil* wees en dat die geleentheid aan hom gegee moet word.

Indien toonaangewende ingenieurs die situasie reg opsom, en daarvoor bestaan min twyfel, is dit nodig dat ongeveer een derde van die graduandi in Suid-Afrika met nagraadse studie moet voortgaan. Terwyl die voorgraadse studie 'n breë grondslag gelê het behoort 'n nagraadse student voort te gaan met 'n gespesialiseerde rigting van sy eie keuse. Die vinnigste manier om hom op hierdie weg te plaas is deur middel van 'n reeks doelgerigte kursusse waarna hy, teoreties goed toegerus, 'n verhandeling vir sy meestersgraad aanpak en dan op 'n nog nouer gebied verder gaan om ook sy bydrae te lewer. Een van die belangrikste aspekte van nagraadse werk is goeie leiding wat alleen gegee kan word deur persone wat dit hul taak gemaak het om 'n behoorlike nagraadse en navorsingsprogram op te stel. Die tyd dat 'n navorser aan sy lot oorge-laai word om iets te probeer uitrig is verby in ingenieurswese — hulle het onselfsugtige hulp baie nodig.

Kortliks moet gekyk word na die seun (of dogter) wat 'n ingenieur wil word. Sal die handige persoon 'n goeie ingenieur word? Is die een wat elektroniese

bane afteken en met probeer-trefmetodes hulle bou en wat oënskynlik met 'n groot voorsprong universiteit-toe gaan die toekomstige kandidaat? Is die seun wat gaande raak oor 'n wiskundige begrip wat hy baasgeraak het die regte een? En wat van die een wat wonder hoe hy die afstand van 'n berg kan bepaal deur te probeer meet hoe blou hy is? Of die een wat op pad is om 'n deurskarnier te gaan koop en gretiglik 'n stukkie plat yster in die straat optel en daarna staan en kyk? Kan 'n seun wat onafgeronde werk doen en staatmaak op die wyse waarop hy homself sal kan verskoon, ooit iets tot stand kan bring?

Miskien is dit uit die omstandighede van ingenieurswese soos hier basies bespreek is nie te moeilik om 'n toepassing te maak nie. Behalwe die beginsels uit die basiese wetenskappe, die wiskundige vaardighede, die materiale ens. het die ingenieurswese egter veral persone met idees nodig.