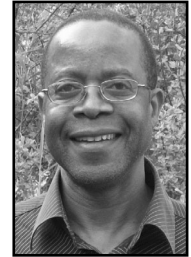


Is studente wat in 'n uitkomsgerigte onderrigbenadering opgelei is, gereed vir universiteitswiskunde?

Are students who have been educated in an outcomes-based approach prepared for university mathematics?

**JOHANN ENGELBRECHT, ANSIE HARDING
& PATRICK PHIRI**

Departement Wiskunde en Toegepaste Wiskunde, Universiteit van Pretoria
E-pos: Johann.Engelbrecht@up.ac.za



Johann Engelbrecht

Ansie Harding

Patrick Phiri

JOHANN ENGELBRECHT is adjunkdekaan van die Fakulteit Natuur- en Landbouwetenskappe en professor in wiskunde aan die Universiteit van Pretoria. Hy was een van die aanvanklike stigters van die SA Mathematics Foundation en is tans ook die direkteur van die Foundation. Hy is 'n aktiewe navorser in die veld van wiskundeonderrig op die tersiêre vlak en sy internasionale betrokkenheid in die aanbied van wiskunde op voorgraadse vlak sluit vele navorsingsvoordragte, lidmaatskap van internasionale wetenskaplike komitees asook navorsingsartikels oor wiskundeonderrig in internasionale wetenskaplike joernale in. Hy is een van die stigterslede van die Delta-beweging, 'n suidelike halfgrond samewerkingsooreenkoms in die veld van voorgraadse wiskundeonderrig.

JOHANN ENGELBRECHT is deputy dean of the Faculty of Natural and Agricultural Sciences and professor of mathematics at the University of Pretoria in South Africa. He was one of the founders of the SA Mathematics Foundation and is the current director of the foundation. He is an active researcher in the field of mathematics education on tertiary level and his international involvement in the teaching of undergraduate mathematics includes numerous research and keynote presentations, membership of international scientific committees for international conferences and research papers on mathematics education in international academic journals. He is one of the founders of the international Delta movement, a southern hemisphere collaboration in the field of undergraduate mathematics education.

ANSIE HARDING is 'n mede-professor in die Departement Wiskunde en Toegepaste Wiskunde aan die Universiteit van Pretoria. Haar belangstellingsveld is wiskundeonderrig en veral die gebruik van tegnologie in die onderrig van wiskunde, waaroor sy wyd gepubliseer het. Sy voel haarself bevoorreg om deel te wees van die tegnologie-generasie en om te kan bydra tot opwindende nuwe opsies in onderrig. Sy het ook onlangs 'n nuwe en innoverende manier ontdek om komplekse wortels van funksies te visualiseer wat nuwe moontlikhede open om onderrig van hierdie onderwerp te verryk.

ANSIE HARDING is an associate professor in the Department of Mathematics and Applied Mathematics at the University of Pretoria. Her field of interest is mathematics education and especially the use of technology in teaching undergraduate mathematics, on which she has published extensively. She feels herself fortunate to be part of the technology generation and to be able to contribute to the exciting new options in teaching. She has also recently discovered a new and innovative way of visualising the complex roots of functions that opens up new possibilities of enriching teaching of this topic.

Patrick Phiri het 'n PhD-graad in Toegepaste Wiskunde van die University of Leeds, Engeland. Hy het uitgebreide ervaring as universiteitsdosent met 'n lewendige navorsingsbelangstelling in toegepaste wiskunde. Sy navorsingsbelangstelling het onlangs uitgebrei na wiskunde-onderwys, met die klem op leer, assessering en aanbieding van wiskunde op universiteitsvlak.

Patrick Phiri holds a PhD degree in Applied Mathematics from the University of Leeds, England. He has extensive university teaching experience with a keen research interest in applied mathematics. His research interests have recently extended to mathematics education, with particular emphasis on learning, assessment and presentation of mathematics at university level.

ABSTRACT

Are students who have been educated in an outcomes-based approach prepared for university mathematics?

Following the political changes of 1994 in South Africa, the decision was taken to replace the traditional skills-based education system at primary and secondary school level (Grades 1 - 12) with an outcomes-based education system (OBE). The OBE approach, referred to as Curriculum 2005, was introduced into schools in 1998. The implementation of the OBE system did not occur without problems, giving rise to revised initiatives and a fair amount of criticism. The 2009 intake of students at universities is the first group of students that had been subjected to the OBE approach for their entire school career. This is also the first group of students for whom some form of mathematics was compulsory up to Grade 12 level in the form of mathematics or mathematical literacy. These students were characterised by the fact that their mathematics marks for Grade 12 were exceptionally high and that many more students qualified for university entrance.

This article reports on the impact of this new education system on the mathematics preparedness of students entering university. The study involves an empirical analysis of the students in the first-year mathematics course for engineering students at the University of Pretoria as well as an analysis of a questionnaire completed by experienced lecturers at this university.

The question addressed in this article is how the 2009 intake of students cope with mathematics at university level with regard to

- *Performance*
- *General attributes*
- *Mathematical attributes*
- *Content-related attributes*

Results indicate a decrease in mathematics performance of these students at university level and that the inflated matric marks result in unjustified expectations. However, it is not unusual for marks to decrease from school to university and there is still too little evidence for serious concern.

The study also indicates that these students seem to be better equipped with regard to personal attributes such as self-confidence and the will to work. However, in many instances, their general mathematical attributes such as algebraic manipulation skills and their general mastery of mathematical writing are worse than those of students in the past. There are also areas where their content knowledge is either lacking or unexpectedly shallow. It therefore appears that these students have improved personal attributes but not necessarily the knowledge and mathematical skills to back them up.

Some recommendations are made with regard to handling the situation. It is clear that the new school system necessitates changes at school level with a view to university level in order to ensure a transition that is surmountable.

KEY WORDS: University preparedness, mathematics, outcomes based education.

TREFWOORDE: Universiteitsgereedheid, wiskunde, uitkomsgerigte onderwys.

OPSOMMING

Uitkomsgerigte onderrig (UGO) het 'n groei- en hersieningsfase beleef en is vir die afsienbare toekoms hier om te bly. Die 2009-inname van studente op universiteit is die eerste matrikulante wat slegs binne die nuwe bedeling onderrig ontvang het. Hierdie matrikulante se graad 12-uitslae is deur onnatuurlik hoë punte in wiskunde gekenmerk. Die vraag wat gevra word, is hoe die 2009-inname van studente in wiskunde op universiteit vaar wat prestasie, algemene vaardighede, wiskundige vaardighede en inhoudverwante vaardighede betref. Dit blyk dat alhoewel hierdie studente beter toegerus is wat persoonlike eienskappe soos selfvertroue betref, hulle in baie gevalle swakker daaraan toe is wat wiskundige en inhoudverwante vaardighede betref. Voorstelle word gemaak om die oorgang van sekondêre na tersiêre wiskunde gladder te maak.

INLEIDING

Met die regeringsverandering in 1994 het die onderwysdepartement besef dat baie leerders wat aan die skoolstelsel deelneem, nie die nodige probleemoplossings-vaardighede en kritiese denkvermoë in die leerproses ontwikkel nie (Department of Education, 2000). In 1997 het die destydse minister van Onderwys, Sibusiso Bengu, die implementering van 'n nuwe onderwysstelsel aangekondig naamlik Kurrikulum 2005 wat in 1998 vir die eerste keer geïmplementeer is.

Die nuwe visie vir onderwys was om onderwys en opleiding te integreer in 'n proses van lewenslange leer. Uitkomsgerigte Onderrig (UGO) is aanvaar as die benadering wat gevolg sou word met groter mobiliteit vir leerders tussen verskillende studierigtings en beroepe (Graven, 2002). UGO is ingestel om die wanbalans in onderwys te hanteer en aan die veranderende eise van die samelewing te voldoen. Bengu (1997:1) beweer

OBE aims at equipping learners with the knowledge, competencies and orientations needed for success after they leave school... Its guiding vision is that of thinking, competent future citizens ... that the new curriculum will integrate education and training incorporating a view of learning which rejects a rigid division between academic and applied knowledge and skills ... and foster learning which encompasses a culture of human rights, multilingualism and multiculturalism.

Die sleutelbeginsels van Kurrikulum 2005 sluit in integrasie, holistiese ontwikkeling, relevansie, deelname en eienaarskap, verantwoordbaarheid en deursigtigheid, leerdergesentreerdheid, soepelheid, kritiese en kreatiewe denke, kwaliteitstandaarde en internasionale vergelykbaarheid (Department of Education, 1997).

In die oorgang na UGO identifiseer Graven (2002) drie hoofskuiwe in die filosofie van wiskunde en wiskunde-onderwys, naamlik die benaderings tot die aanbod van wiskunde, die aard en inhoud van die vak en die rol van wiskunde-onderwysers.

In 'n artikel in *Business Day* beweer Allias (2007) dat die skuif na UGO vele probleme meegebring het met betrekking tot die implementering, waarvan die gebrek aan duidelikheid in die kwalifikasiestandaarde waarskynlik die belangrikste was. Allias (2007), navorsingsdirekteur van Umalusi voer aan

the continued efforts of government to clarify the 'outcomes' have only succeeded in further muddying the waters, and while it is understandable that the government wished to move away from the apartheid-era syllabi, the resultant direction has left standards plummeting.

Huidige internasionale markte vereis dat alle opgeleide landsburgers numeries geletterd moet wees (Seymore, 2001). In Suid-Afrika gee ons aan hierdie eis gestalte deur van alle leerders in die nuwe UGO-stelsel te verwag om 'n wiskundevak tot op graad 12-vlak te neem.

Hierdie nuwigheid is een van vele wat meegebring is deur die implementering van die UGO-stelsel in Suid-Afrika. Die UGO-stelsel bring nie net 'n verandering in benadering mee nie, maar ook 'n nuwe kurrikulum. Dit beteken 'n verandering in die hart van die onderwysstelsel.

Die oorgang van een onderwysstelsel na 'n ander is 'n groot stap om te neem. In Suid-Afrika het die oorgang na die UGO-stelsel veral opskudding veroorsaak omdat dit geskied het kort na die 1994 verkiesing wat 'n nuwe politieke bedeling ingelui het en daarom het die oorskakeling 'n politieke kleur gehad. Die UGO-stelsel is verder gekritiseer omdat die stelsel in verskeie ander lande misluk het. Voorts is dit 'n stelsel wat baie hulpbronne (veral goedopgeleide onderwysers) benodig in 'n land waar onderwyshulpbronne skaars is en omdat dit volgens Jansen (1998) 'n verdere verwydering tussen ryk en arm sou veroorsaak.

Een van die groot bekommernisse was in watter mate hierdie leerders gereed sou wees vir tersiêre wiskunde. Universiteitsgereedheid van studente wat aan uitkomsgerigte onderrig (UGO) blootgestel is, is vanjaar, in 2009, veral onder die soeklig. Die vorige drie jaar se inname van eerstejaars het almal gedeeltelike blootstelling aan UGO gehad. Hulle het enkele jare van UGO beleef maar vir die laaste drie jaar van hulle onderrig teruggekeer na die tradisionele onderrigstelsel. Die 2009-inname was die eerste studente wat hul volle onderrig volgens die UGO-stelsel ontvang het.

Die UGO-stelsel, wat vir die eerste keer in 1998 geïmplementeer is, het verandering in beide kurrikulum en benadering teweeggebring. Saam met die instelling van die UGO-benadering in die aanbieding van wiskunde, was daar 'n ingrypende verandering in die onderwysstelsel. Wat wiskunde betref, moes alle leerders nou een of ander vorm van wiskunde aanleer, hetsy wiskunde of wiskundige gelettertheid. Universiteitstoelating vir wiskunde-verwante rigtings berus tans op prestasie in wiskunde en sluit studente uit wat wiskundige geletterdheid geneem het.

WISKUNDIGE UNIVERSITEITSGEREEDHEID

In die verlede het studente wat vir wiskunde op universiteit geregistreer het, 'n spesifieke profiel gehad. Universiteitsdosente kon aanvaar dat alle studente oor sekere vaardighede beskik het (Craig, 2007; Zevenbergen, 2001). Die situasie het mettertyd verander met groter groepe studente met meer diverse agtergrond. Hierdie diversiteit sluit in kultuur, taal en ook akademiese gereedheid. Vir dosente wat eerstejaarskursusse in wiskunde op universiteit aanbied, is dit moeilik om te bepaal wat die aard van agtergrondskennis is wat studente besit en oor watter vaardighede hulle beskik (Cox, 2000).

In 'n onlangse studie in Ierland waarin die onvermoë van studente om die oorgang na tersiêre vlak wiskunde suksesvol te hanteer, ondersoek is, het Hourigan en O'Donoghue (2007) bevind dat daar essensieel 'n groot verskil bestaan tussen die aard van eerstejaarstudente se pre-terisiêre wiskunde-ervaringe en die ervaringe wat hulle op universiteit belewe in wiskundig-intensiewe kursusse. Hulle het ook bevind dat hierdie onvoorbereidheid van studente permanente skadelike gevolge inhou vir studente se verdere wiskunde-onderrig.

Verskeie navorsers het reeds berig oor hierdie probleem. Craig (2007) en Hoyles, Newman en Noss (2001) noem 'n hele aantal studies wat handel oor die verskil tussen universiteits-

verwagtinge en die wye spektrum van wiskundige vermoëns van nuwe studente. De la Paz (2005) en ook Hoyles *et al.* (2001) noem veranderende skoolkurrikula as een van die redes vir hierdie veranderinge.

Die onderhawige studie fokus juis op hierdie faset. Veranderinge in die skoolkurrikula bring uitdagings aan universiteitspersoneel mee en kan die ontwikkeling en instelling van brugkursusse, verandering in die universiteitskurrikula en assesseringstrategieë benodig (Craig, 2007; Wood, 2001).

DIE 2009-INNAME VAN STUDENTE

Die 2009-inname van studente op universiteit het hersienings en veranderings aan die stelsel beleef en hulle was die eerste om 'n matriekvraestel in die UGO-stelsel te skryf. Die uitslae was verrassend positief. Meer as 140 000 leerders (47% van dié wat geskryf het) het wiskunde geslaag en 79% van studente wat wiskundige geletterdheid geneem het, het geslaag. Van die studente wat wiskunde geslaag het, het bykans die helfte (63 000) meer as 50% behaal teenoor die tipies 25 000 van vorige jare wat soortgelyk gepresteer het in hoër graad wiskunde (Keeton, 2009). Volgens Keeton is Suid-Afrikaners dikwels skepties oor goeie nuus en daar was gemengde gevoelens oor die matriekuitslae. Aan die een kant is dit nodig om te vermeld dat elke leerder wiskunde in een of ander vorm geneem het en en dit wil voorkom of 'n uitdagende kurrikulum suksesvol geïmplementeer is. Aan die ander kant was daar besware dat vraestelle “te maklik” was en te veel studente onderskeidings behaal het, dat die vraestelle “te lig” nagesien is, dat die voorbeeldvraestelle wat vooraf beskikbaar gemaak is, te veel ooreenkomste met die vraestelle self getoon het en geleentheid geskep het vir eksamenafrigting, dat 'n leerder nou met 30% slaag teenoor 40% van vorige jare. Terloops, die slaagpersentasie van 47% wat hierbo genoem is, verminder na 30% as 40% as slaagpunt geneem word (Keeton, 2009).

Kortliks kom dit daarop neer dat die matriekuitslae goed lyk op papier. Die vraag is egter of die UGO-stelsel studente voldoende voorberei vir universiteitstudies?

WISKUNDE IN DIE UGO- STELSEL

Die UGO-stelsel het verskille in kurrikulum en benadering teweeggebring. In wiskunde is van die moeiliker onderwerpe, insluitende Euklidiese meetkunde, geskuif na die derde vraestel, 'n opsionele vraestel wat landswyd deur net 11 000 studente geskryf is (Keeton, 2009). Die weglating van onderwerpe soos absolute waarde en dele van trigonometrie en logaritmes in die nuwe kurrikulum het beslis ook 'n impak op universiteitsgereedheid gehad. Dit is egter maklik om inhoudsverskille te bepaal en daarvoor voorsiening te maak op universiteit, maar dit is heelwat moeiliker om te bepaal wat die vlak van vaardighede in wiskunde is waarmee studente die UGO-stelsel verlaat. Hier word verwys na vaardighede soos algebraïese manipulasie en grafiese interpretasie. Benewens wiskundige vaardighede is daar ook algemene persoonlike eienskappe soos selfvertroue en werksetiek, vaardighede wat moontlik deur die UGO-stelsel se anderse benadering ontwikkel is in studente en 'n impak mag hê op sukses in universiteitswiskunde.

Die navorsingsvraag in hierdie artikel is dus vierledig van aard:

Hoe vaar die 2009-inname van studente (die eerste matrikulante wat in die UGO-stelsel opgelei is) in wiskunde op universiteit met betrekking tot:

- prestasie;
- algemene vaardighede;

- wiskundige vaardighede; en
- inhoudverwante vaardighede?

DIE STEEKPROEF

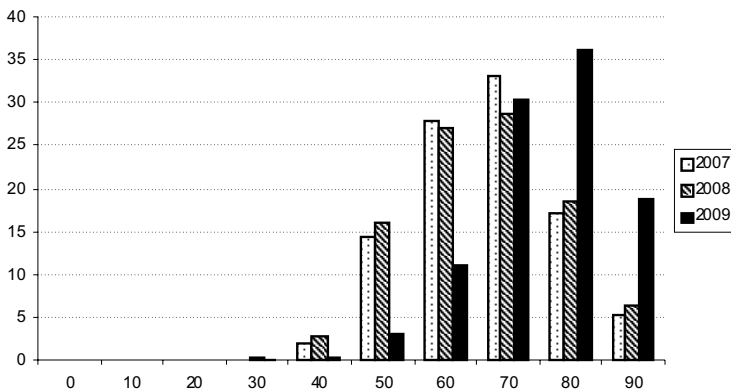
Hierdie studie berus op 'n vraelys wat deur ervare dosente wat betrokke was by die 2009-inname van wiskundestudente, voltooi is, asook op uitslae van die eerste van twee semestertoetse van 'n groep eerstejaarstudente, geskryf na vyf weke van lesings en waarna voortaan verwys word as Semestertoets 1. Die steekproefgroep van studente is eerstejaarstudente van 2009 aan die Universiteit van Pretoria wat ingeskryf is vir ingenieurswese. Wiskunde is verpligtend vir hierdie groep van 1282 studente van wie 924 gebruik is in die steekproef (vir sommige studente was nie alle data beskikbaar nie). In die eerste semester doen hierdie studente 'n kursus in calculus. Studente woon vier lesings per week by en een twee-uur lange besprekingsklas. Die toelatingsvereiste in wiskunde vir die kursus is 'n vlak 6 in graad 12, wat neerkom op 'n punt van minstens 70%.

Ons gebruik die vraelys om te bepaal wat dosente se ervaring is met die 2009-inname van studente en word deur hierdie opinies gelei om verdere ondersoek te doen deur die uitslae van Semestertoets 1 te ontleed.

MATRIEKPUNTEVERDELING

Figuur 1 toon die matriekpuntenverdeling van drie opeenvolgende jare se studente in die eerstejaarswiskundekursus vir ingenieurstudente – 2007, 2008 en 2009. Dis duidelik dat die matriekpunte van die 2009-inname besonder hoog is in vergelyking met vorige jare.

Die grafiek in Figuur 1 is 'n persentasie frekwensieverdeling. Dit wil sê persentasie van totale aantal studente langs die vertikale as en die prestasie-interval as 'n persentasie (0-100) langs die horisontale as.



Figuur 1: Persentasie frekwensieverdeling van graad 12-prestasie

In 2007 het 22% van die studente wat vir hierdie kursus ingeskryf het onderskeidings in graad 12 behaal. In 2008 was daar 24% en in 2009 was daar 55%, ingrypend meer as die vorige twee jaar. Let op dat hierdie verdeling telkens 'n groep herhalers insluit en dat die getalle vir al drie jare dus effens afgeskaal is vanweë hierdie insluiting. Van die nuwelingstudente wat in 2009 vir hierdie kursus ingeskryf het, het meer as 72% 'n onderskeiding in graad 12-wiskunde behaal.

DIE VRAELYS AAN DOSENTE

Die vraelys is ingevul deur tien ervare dosente. Hierdie groep dosente was van óf die eerstejaarskursus vir ingenieurstudente óf dosente betrokke by die hoofstroom eerstejaars-wiskundekursus waarvoor studente ingeskryf is vir 'n graad in byvoorbeeld wiskunde, aktuariële en finansiële wiskunde en rekenaarwetenskap, óf dosente betrokke by die eerstejaar pre-calculus wiskundekursus vir studente wat deel van die verlengde program uitmaak. Die insluiting van hierdie dosente is enersyds om die groep dosente vir die vraelys te vergroot en andersyds omdat dit belangrik is om verslag te doen oor ervaring aangaande 'n verskeidenheid van studente.

Die vraelys het op drie fasette gefokus, naamlik:

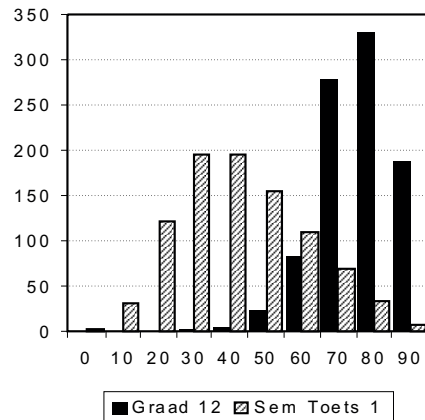
- **Algemene persoonlike eienskappe**, wat insluit selfvertroue, kontrole, gretigheid om te probeer, belangstelling en werksetiek.
- **Algemene wiskundige vaardighede**, soos basiese feitekennis, algebraïese manipulasie en interpretasie, konseptoeëpassing en interpretasie, logiese deduksie, wiskundige formulering, intuïsie en holistiese visie van wiskunde.
- **Inhoudverwante vaardighede**, soos intervale en ongelykhede, absolute waarde, funksies, grafieke, trigonometriese funksies, algebraïese funksies, eksponente en logaritmes, limiete en kontinuïteit, afgeleides en differensiasie.

Dosente is gevra om uit hul ervaring aan te dui aan watter van die verskillende vaardighede vanjaar se studente beter daaraan toe is, in watter hulle swakker daaraan toe is en in watter die situasie onveranderd is. Daar was ook ruimte vir algemene opmerkings. Die drie kategorieë word vervolgens een vir een bespreek.

Algemene prestasie in universiteitswiskunde

In Figuur 2 vergelyk ons die Graad 12-punte van studente in hierdie eerstejaar ingenieurskursus met hul prestasie in die eerste semester-toets in die universiteitskursus. Die res van die grafieke (Figure 2 – 8) is telkens 'n frekwensieverdeling, dit wil sê die aantal studente langs die vertikale as en die prestasie-interval as 'n persentasie (0-100) langs die horisontale as.

Dit is baie duidelik uit Figuur 2 dat daar 'n sterk verskuiwing na links van die punte van graad 12 na die eerste semestertoets op universiteit plaasvind. Die Pearson korrelasiekoëffisiënt tussen Graad 12-prestasie en prestasie in hierdie toets is 0.4 wat sterk



Figuur 2: Studenteprestasie in Semester-toets 1 in vergelyking met Graad 12-punte

betekenisvol is op hierdie groot steekproef van 924 studente. Dit beteken dat prestasie in Graad 12 steeds 'n goeie voorspeller van sukses op universiteit is, maar dat studente moet verwag dat hul Graad 12-prestasie moeilik op universiteit herhaal sal word.

Algemene persoonlike eienskappe

Dit is moeilik om fasette soos selfvertroue, kontrole en werkywer te operasionaliseer. Vir hierdie deel van die ondersoek is bloot gekyk na die (dalk subjektiewe) opinies van die dosente wat by die ondersoek betrokke was en hierdie inligting is dus dalk nie heeltemal betroubaar nie.

Dosente was eenparig dat die 2009-inname van studente meer selfvertroue het en meer bereid is om te probeer. Die ervaring van dosente ten opsigte van hierdie studente is opmerklik positief met slegs enkele ervarings van 'n afname in werksetiek. Dit blyk dat hierdie studente 'n positiewe uitkyk het en vertroue in hul vermoëns het. Dit was opmerklik in besprekingsklassessies dat studente nie sommer bereid was om goedsmoeds die dosent se metode na te volg nie. Hulle wil graag “eksperimenteer” en dinge op eie stoom regkry. Alhoewel hierdie eienskap positief is, gaan dit gepaard met 'n gebrek aan wiskundige presisie en 'n skryfwyse wat dikwels slegs vir die student self sin maak. Dit was soms moeilik om 'n student van 'n verkeerde skryfwyse te oortuig. Enkele dosente meen dat studente te veel selfvertroue het en daarvan hou om losweg oor wiskunde te praat eerder as om dit sorgvuldig uit te skryf.

In die nasienproses van Semestertoets 1 het hierdie persoonlike eienskap van (oormatige) selfvertroue ook na vore getree. Soos een dosent opmerk: “Studente skryf onsamehangend, alles waaraan hulle dink, en hoop dan êrens is iets wat 'n punt verdien”. Hierdie manier van doen is nie uniek aan die 2009 studente nie, maar waarskynlik net meer so. Dit is moontlik dat die merkbare selfvertroue in 'n mate toegeskryf kan word aan die besonder hoë matrieksimbole en dat dit nie noodwendig net as gevolg van die blootstelling aan UGO is nie.

Algemene wiskundige vaardighede

In hierdie kategorie was daar eenstemmigheid onder dosente oor die agteruitgang van algemene wiskundige vaardighede. Dosentmenings was eenparig oor die agteruitgang in die spesifieke vaardighede van feitekennis, algebraïese manipulasie en wiskundige formulering. Sommige dosente voel baie sterk daaroor dat daar agteruitgang in al hierdie vaardighede is terwyl enkeles gemeen het dat daar 'n verbetering was in grafiese manipulasie en wiskundige intuïsie. Dit blyk dat die selfvertroue waarmee studente die kursus begin, nie geregverdig is nie en dat dit nie deur die nodige wiskundige vaardighede gerugsteun word nie.

Die gevoel van die dosente is nie ongegrond nie. In Semestertoets 1 het ongeveer 35% van studente foute gemaak soos:

$$1. \frac{3 \ln x}{1 + \ln \sqrt{x}} = 4 \Rightarrow 3 \ln x - (1 + \ln \sqrt{x}) = 4$$

$$2. \ln x^3 = 4 + 4 \ln x \Rightarrow e^{\ln x^3} = e^4 + e^{4 \ln x}$$

$$3. \ln x - \ln 3 = \frac{\ln x}{\ln 3}$$

$$4. \ln(x-4) = \ln x - \ln 4$$

$$5. \ln x = 4 \Rightarrow x = 4^e$$

Volgens die dosente was daar nie net 'n merkbare verswakking wat kennis van logaritmiëse wette en logaritmiëse manipulasies betref nie, maar daar was ook 'n toename in elementêre foute soos:

1. $\frac{a+b}{a} = b$
2. $(1+4x)^{\frac{1}{2}} = 1^{\frac{1}{2}} + 4x^{\frac{1}{2}}$
3. $\sqrt{x} = 2 \Rightarrow x = \pm 4$
4. $\sqrt{x} = 2 \Rightarrow x = |2|$

Verder was daar 'n gebrek aan kennis en 'n gebrek aan vaardigheid in trigonometrie. Tipiese foute soos

$$\sin x > -\frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow x > -\frac{\pi}{4}$$

kom dikwels voor.

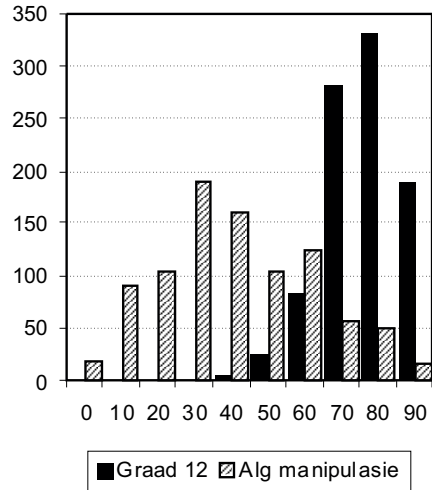
Daar is veral kommer oor die gebrekkige vermoë om wiskunde te “skryf”. Studente skryf min en kom onseker voor en dikwels word iets wat wel sin maak, verskuil tussen 'n klomp onsin. Alhoewel studente 'n basiese begrip van vertikale asimptote het, was hulle byvoorbeeld nie in staat om die gebied in terme van limiete te formuleer nie.

In die empiriese ondersoek het ons vrae wat hoofsaaklik oor elk van die vaardigheidskategorieë handel, saamgegroeper en studenteprestasie in elk van die vaardigheidskategorieë beskou.

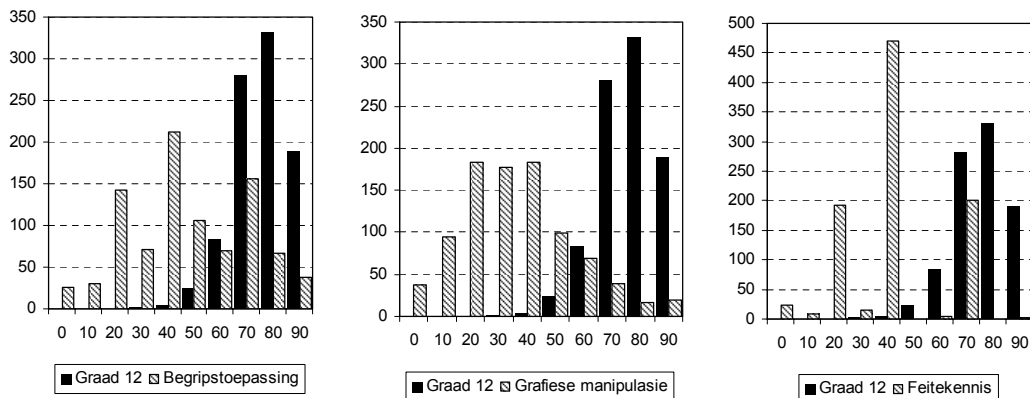
Die prestasie van studente in vrae wat hoofsaaklik algebraïese manipulasie vereis het saam met die punteverspreiding van Graad 12-prestasie word in Figuur 3 gegee.

Waar die verspreiding van matriekpunte na regs oorhel, doen die algebraïese manipulasie punte presies die teenoorgestelde. Daar is te veel studente wat onder 50% vir hierdie vrae behaal. Daar word van studente verwag om vlot te wees in algebraïese manipulasie ten einde sukses in universiteitswiskunde te kan behaal. Dit is duidelik nie die geval nie en hierdie leemte sal beslis 'n negatiewe invloed op algemene wiskundevordering op tersiêre vlak hê.

Prestasie in die ander wiskundige vaardigheidskategorieë word in Figuur 4 gegee. Die beste van die drie kategorieë is die begripstoepassing, 'n verrassende bevinding. Dit wil voorkom of studente se begrip nie swak is nie, maar dat tegniese manipulasie 'n groot struikelblok is. Basiese feitekennis is beslis ook nie na wense nie. Is dit dalk 'n eienskap van die UGO-geslag dat hulle graag doen maar nie so graag die nodige tyd spandeer om te leer nie? Grafiese manipulasie was nog altyd vir studente moeilik en blyk nog steeds te wees. Dit wil nie voorkom of studente in hierdie kategorie verbeter het nie.



Figuur 3: Prestasie in algebraïese manipulasie teenoor Graad 12-punte



Figuur 4: Studenteprestasie in begripstoepassing, grafiese manipulasie en feitekennis

Die korrelasies tussen studenteprestasie in elk van die komponente en hul Graad 12-prestasie word in Tabel 1 gegee.

TABEL 1. Korrelasies tussen universiteit en Graad 12-prestasie

Algemene uitslag van Semestertoets 1	0.40
Algebraïese manipulasie	0.37
Grafiese manipulasie en interpretasie	0.26
Begripstoepassing en interpretasie	0.32
Basiese feitekennis	0.20

Hierdie korrelasiesyfers is almal betekenisvol. Die swakker korrelasie in basiese feitekennis ondersteun die vermoede dat baie van die studente eenvoudig nie genoeg leer nie en dat dit nie noodwendig net die swak studente is nie.

Inhoudsverwante vaardighede

In hierdie kategorie was dit nie verrassend dat daar 'n afname in gereedheid voorkom wat onderwerpe soos absolute waarde, trigonometriese funksies, eksponente en logaritmes betref nie. Dit was in hierdie onderwerpe dat inhoud verminder is of geheel en al in die nuwe kurrikulum weggelaat is.

'n Aantal dosente is van mening dat daar in die algemeen, en nie net by hierdie onderwerpe nie, 'n afname in inhoudsverwante vaardighede is. Enkele dosente is van mening dat studente meer vertrouwd is met grafieke, maar dit word in Figuur 4 weerspreek. Dit wil voorkom of studente nie net gebrekkig is in wiskundige vaardighede nie, maar ook wat inhoud betref. Die voorbeelde wat hierbo genoem word, veral wat logaritmes betref, dui nie net op 'n gebrek in wiskundige vaardigheid nie, maar ook op 'n gebrek aan basiese feitekennis.

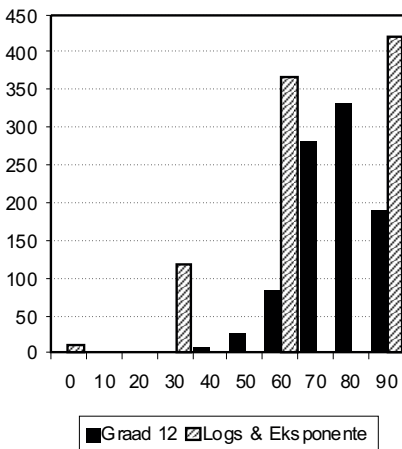
In die empiriese ondersoek is vroe hoofsaaklik oor elk van die inhoudsverwante vaardighede handel, saamgegroepeer en studenteprestasie in elk van die komponente beskou. Die korrelasies tussen studenteprestasie in elk van die inhoudsverwante vaardighede en hul graad 12-prestasie word in Tabel 2 gegee.

TABEL 2. Korrelasies tussen universiteit en Graad 12-prestasie

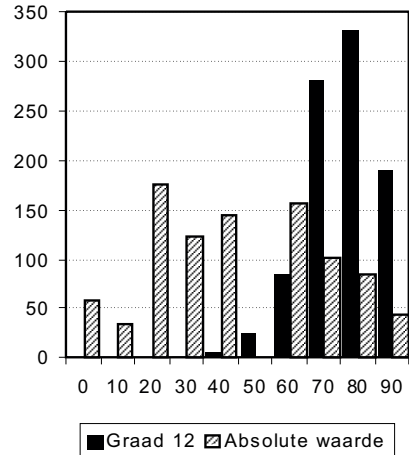
Algemene uitslag van Semestertoets 1	0.40
Ongelykhede en absolute waarde	0.33
Funksies en grafieke	0.36
Trigonometrie	0.38
Eksponente en logaritmes	0.19
Limiete en kontinuïteit	0.46

Weer eens is al die korrelasies betekenisvol en naastenby dieselfde grootte behalwe die komponent van eksponente en logaritmes. Hierdie verskynsel het dosente ietwat onkant gevang. Eksponente en logaritmes is ingesluit in die kurrikulum en dosente het aanvaar dat studente dus soortgelyke kennis het as in vorige jare. Dit was nie die geval nie. Studente was aanvanklik onbeholpe met logaritmiëse wette en manipulasie van eksponente en logaritmes. Die gevolgtrekking is dus dat alhoewel hierdie onderwerp in die kurrikulum ingesluit is, was die aanbieding en tempo van so 'n aard dat kennis nie diep genoeg gevestig is nie. Met hierdie gewaarwording is ekstra tyd en aandag aan logaritmes en eksponente gegee. Uit Figuur 5 blyk dit duidelik dat daar 'n aantal studente is wat beslis die nodige kennis en vaardigheid het en miskien wys dit daarop dat die situasie verbeter het.

Ongelykhede en absolute waarde is 'n onderwerp waaraan beslis meer tyd bestee moet word soos uit Figuur 6 blyk. In 2009 is daar slegs twee (uit 'n totaal van 56) lesings hiervoor gebruik,



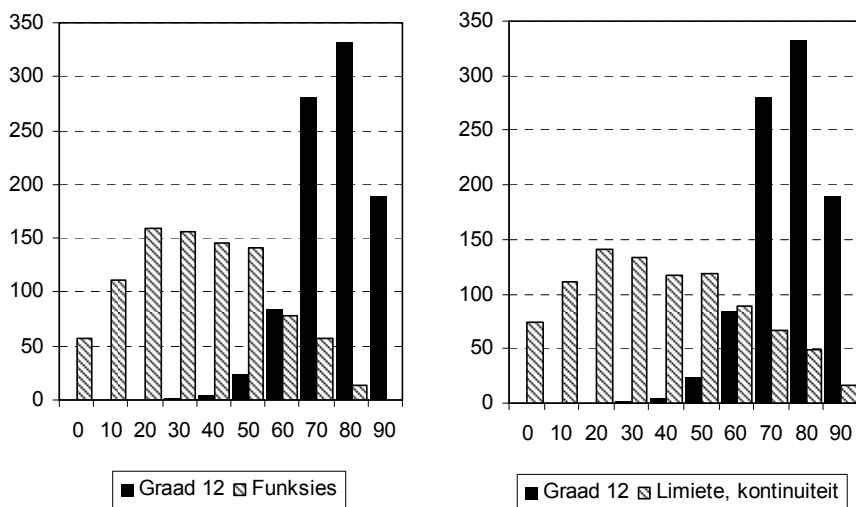
Figuur 5: Studenteprestasie in logaritmes en eksponente



Figuur 6: Studenteprestasie in ongelykhede en absolute waarde

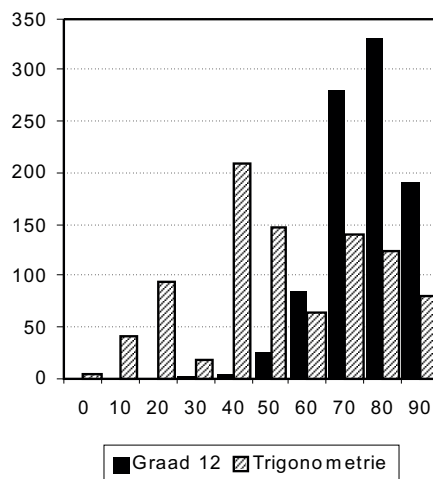
dubbel soveel as in vorige jare maar dis duidelik nog steeds te min. Te veel studente het swak gevaar in hierdie onderwerp.

In die geval van funksies, limiete en kontinuïteit (Figuur 7) is die prestasie teleurstellend. Die kennisvlak in hierdie onderwerpe is te laag. Na aanleiding hiervan is die besluit geneem om in die toekoms heelwat meer tyd hieraan te bestee en hierdie tyd te wen deur van die latere werk oor te skuif na die tweede semester.



Figuur 7: Studenteprestasie in funksies en grafieke en in limiete en kontinuïteit

Laastens kyk ons na die trigonometriekategorie (Figuur 8). Alhoewel daar 'n groep studente is wat die onderwerp bemeester het, is daar te veel wat onder 50% behaal, en van wie die meeste net minder as 50%. Hierdie studente se prestasie sal waarskynlik verbeter indien 'n stadiger aanbiedingstempo gehandhaaf word.



Figuur 8: Studenteprestasie in trigonometrie

BESPREKING

Die navorsingsvraag in hierdie studie handel oor die vordering van die 2008-matrikulante op universiteit, as die eerste groep studente wat aan 'n volle uitkomsgerigte onderrigstelsel op skoolvlak blootgestel was (hoe nougeset dit dan ook al toegepas is). Vier aspekte is van belang en die navorsingsvraag ten opsigte van elk van hierdie aspekte word bespreek.

Prestasie

Daar is wel 'n positiewe korrelasie tussen matriekpunte en punte in die eerste semestertoets op universiteit, alhoewel daar 'n dramatiese afname in prestasie is. So 'n groot afname in prestasie is nie ongekend op universiteit nie en is vanjaar miskien net meer prominent omdat die matriekpunte onnatuurlik hoog was. Daar is nie voldoende getuienis om te beweer dat vanjaar se studente noemenswaardig swakker presteer as vorige jare se studente nie. Dit blyk wel dat hoewel studente kennis gemaak het met die meeste van die onderwerpe in die Graad 12-kurrikulum, hierdie kennismaking oppervlakkig was.

Algemene vaardighede

Dit blyk dat hierdie studente beter toegerus is vir universiteitstudie weens verhoogde selfvertroue en 'n bereidheid om te eksperimenteer. Hierdie eienskappe word verwelkom en moet met sorg bestuur word sodat studente, saam met die nodige feitekennis, wiskundig sterker kan ontwikkel.

Wiskundige vaardighede

Daar is 'n merkbare daling in algebraïese manipulasievaardighede asook 'n gebrek aan vermoë om wiskunde te "skryf". Hierdie aspekte sal beslis aandag moet geniet omdat hierdie vaardighede 'n integreerende deel van enige verdere ontwikkeling in wiskunde vorm.

Inhoudsverwante vaardighede

Daar is enersyds duidelike tekens van verminderde inhoudkennis in sekere onderwerpe en andersyds 'n vervlakking van kennis in ander onderwerpe. Hieraan sal op skoolvlak aandag geskenk moet word. 'n Reeds vol universiteitsillabus laat weinig tyd om in te haal op onderwerpe wat onvoldoende op skool bestudeer is en die huidige stand van sake benadeel studente.

Eerstejaarsdosente, soos die meeste dosente, kla gewoonlik oor die studente wat hulle van die sekondêre onderwysstelsel ontvang. Net so kla tweedeaarsdosente dikwels oor die studente wat uit die eerstejaar kom. Hierdie klagtes is nie nuut nie en 'n mens moet baie versigtig wees om dit nou skielik te ernstig op te neem en die stelsel te wil kritiseer of hervorm op grond van slegs hierdie inligting. Tans word hierdie klagtes egter te prominent om verder te ignoreer. Met die empiriese ondersteuning van die veranderende studenteprestasie, moet ons ag gee op hierdie bekommernisse.

Die sekondêre onderwysstrukture sowel as die universiteite moet aandag aan hierdie probleem gee. Dit is dalk onverantwoordelik om studente vir universiteitskursusse te aanvaar as ons vooraf weet dat hierdie studente die betrokke kursus nie gaan baasraak nie.

Moontlike oplossings om hierdie diskontinuiteit tussen sekondêre en tersiêre wiskunde te verwyder, sluit in:

- verdere navorsing om 'n gedetailleerde analise van die probleem te maak;
- voortgesette noue samewerking tussen die universiteite en die sekondêre onderwysowerhede;
- moontlike veranderinge aan die skoolkurrikulum;
- minder leerders in volwaardige wiskunde en meer in wiskundige gelettertheid;
- die moontlikheid van 'n addisionele wiskundevak as bykomend tot die sewe toegelate vakke;
- verhoging van toelatingsvereistes by universiteite;
- meer studente in verlengde programme by universiteite; en die
- instelling van verdere ondersteuningsprogramme by universiteite.

Wat universiteitsaanbieding van wiskunde betref, is daar 'n besef dat die tempo van aanbieding vertraag moet word en dat die wiskundekurrikulum vir eerstejaarskursusse hersien moet word. Die omvang van die inhoud het met verloop van tyd gegroei en 'n veeleisender tempo genoodsaak. Klem het ook verskuif na 'n meer teoretiese benadering in sommige wiskundekursusse. Die 2009-inname van studente het dus teweeggebring dat beide universiteite en skole tot stilstand gedwing is om voorraadopname te maak. Die hand moet van beide kante af gerek word ten einde die sukses van die onderwysstelsel te verseker.

Ten slotte moet ons noem dat die bevindinge van hierdie studie gegrond is op 'n relatief klein groep studente en dat dit in 'n groot mate steun op die resultate van hierdie studente in die eerste semestertoets van die wiskundekursus vir ingenieurstudente, met ander woorde 'n enkele toets. Dit sou gevaarlik wees om te sterk peil te trek op hierdie bevindinge en hoewel die empiriese inligting ondersteun word deur die resultate van die dosentevraelys, moet hierdie navorsing voortgesit word om betroubaarder resultate te verkry.

BIBLIOGRAFIE

- Allias, M. (2007). Outcomes-Based Education undermines knowledge, *Business Day*, 13th September, 2007.
- Bengu, S.M.E. (1997). Foreword in *Curriculum 2005: Lifelong learning for the 21st century*. Pretoria: Department of Education.
- Cox, W. (2000). Predicting the mathematical preparedness of first year undergraduates for teaching and learning purposes. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 31(2): 227-248.
- Craig, T. (2007). Promoting understanding in mathematical problem-solving through writing: A Piagetian analysis. Unpublished doctoral dissertation. Cape Town: University of Cape Town.
- De la Paz, S. (2005). Effects of historical reasoning instruction and writing strategy mastery in culturally and academically diverse classrooms. *Journal of Educational Psychology*, 97(2): 139-156.
- Department of Education. (1997). *Curriculum 2005*. Pretoria: Department of Education. Besoek: November 28, 2003, by <http://www.policy.org.za/govdocs/misc/curr2005.html>
- Department of Education. (2000). *Instructional leadership. School management teams*. Pretoria: Department of Education.
- Graven, M. (2002). Coping with new mathematics teacher roles in a contradictory context of curriculum change. *The Mathematics Educator*, 12(2): 21-27.
- Hourigan, M., & O'Donoghue, J. (2007) Mathematical under-preparedness: the influence of the pre-tertiary mathematics experience on students' ability to make a successful transition to tertiary level mathematics courses in Ireland. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 38(4): 461-476.

- Hoyles, C., Newman, K., Noss, R. (2001). Changing patterns of transition from school to university mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(6): 829-845.
- Jansen, J. D. (1998). Curriculum reform in South Africa: A critical analysis of outcomes-based education. *Cambridge Journal of Education*, 28(3): 321-331.
- Keeton, M. (2009). 2008. *National Senior Certificate Results – feeling confused?* Tshikululu Social Investments. Besoek: Mei 19, 2009, by <http://www.tsi.org.za/uploads/Margie%20Keeton%20-20matric%20results%202008.pdf>
- Seymore, E. (2001). Tracking the processes of change in U.S. undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology. *Science Education*, 86: 79 –105.
- Wood, L. (2001). The secondary-tertiary interface. In D. Holton (ed.). *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level, An ICMI Study*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Zevenbergen, R. (2001). Changing contexts in tertiary mathematics: implications for diversity and equity. In D. Holton (ed.) *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level, An ICMI Study*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.