

# Wiskundige modellering: Vanaf skool na universiteit

*Mathematical modelling: From school to university*

A HARDING

Departement Wiskunde en Toegepaste Wiskunde

Universiteit van Pretoria

ansie.harding@up.ac.za



Ansie Harding

**ANSIE HARDING** is 'n medeprofessor 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.

## ABSTRACT

### *Mathematical modelling: From school to university*

*The outcomes based education (OBE) system is characterised by controversy and the 2008 matric results that rendered admission to an unusually large number of students did nothing to silence critics. The first students who completed their full cycle of school education in the OBE system entered universities in 2009 and their preparedness for university mathematics as well as their performance at university level are important as indicators for estimating the success or otherwise of the OBE system.*

*In a previous study student performance in mathematics admission tests for 2005-2007 was investigated and it was found that students who had had partial exposure to OBE performed worse than had been the case with their predecessors in the categories of modelling and ratio problems. As a result, this study was conducted to investigate how the 2009 intake of students performed in a modelling course at university level. A report is presented which deals with student performance in the course, problems experienced, the effect of remedial intervention on performance and whether students of the OBE system are adequately prepared for mathematical modelling at university level.*

*This study focuses on performance in a first year course in mathematical modelling at the University of Pretoria. The course is problem based and is technology intensive, requiring use of the software package Matlab. For investigative purposes the papers of semester tests 1 and 2 of 2005 were used unchanged for tests in 2009. Students of 2009 did not have access to the 2005 papers and the same lecturer taught students of both groups. The lecturer also noted personal experiences in respect of students and was able to draw reasonable comparisons between the 2009 students and previous groups because of her years of involvement with the course. The entrance requirement of 60% for matric mathematics in 2005 was increased to 70% in 2009.*

*Results indicate that the pass percentage decreased in both semester tests from 2005 to 2009. The percentage of students with less than 40% also increased in both semester tests from 2005 to 2009. A surprising observation was that the percentage of students who excelled increased remarkably from 2005 to 2009 in both semester tests. Extra assistance was requested by students after the first semester test in 2009 and resulted in a week of intervention during which revision and extra problems were attended to.*

*The results of the two semester tests of 2009 did not live up to expectations of the matric results of the group. Despite the exceptional matric results, performance in the modelling course was decidedly poorer. Results indicate that most students were not adequately prepared for the course – as could be predicted from the previous study.*

*The 2009 group was characterised by two aspects – excellent matric results on the one hand and full school education within the OBE system on the other. It is difficult to distinguish between the influence of the two aspects. It would be convenient to blame the substantial size of the “under 40” groups in both semester tests of 2009 on the better than average matric marks. Yet the increased admission requirements should have compensated for the high matric marks. If the matric results are considered to be reliable then the possibility cannot be excluded that the OBE system had had an influence on the underpreparedness of underperforming students in the course. By contrast, in the instance of top achievers if these students had been influenced by the OBE system it had a positive rather than a negative effect on their performance.*

*It would appear that OBE may have had a polarising effect between good and poor students. Good students performed exceptionally well and poor students did worse than expected. It would, however, be unfair to summarily reject the OBE system. Personal impressions of the lecturer include that the OBE-generation asks for assistance when they need it, they are willing to try and use their resources to their own advantage.*

**KEY WORDS:** mathematical modelling, outcomes based education, university preparedness, matric results, student performance

**TREFWOORDE:** wiskundige modellering, uitkomstgerigte onderwysstelsel, universiteitsgereedheid, matriekuitslae, studenteprestasie

### **OPSOMMING**

Die uitkomstgerigte onderwysstelsel (UGO) word deur kontroversie gekenmerk en die 2008 matriekuitslae in wiskunde wat aan ongewoon baie studente toelating tot universiteit verleen het, het nie daartoe bygedra om kritici te stil nie. Die eerste studente wat hulle volle skoolopleiding in die UGO-stelsel beleef het, het universiteite in 2009 bereik en hulle gereedheid vir universiteitswiskunde en prestasie op universiteitsvlak is belangrik as sukseskriterium van die UGO-stelsel.

In 'n vorige studie is studenteprestasie in wiskunde-toelatingstoetse vir 2005-2007 ondersoek en bevind dat studente wat gedeeltelike blootstelling aan UGO gehad het, slegter vaar in die

kategorie van modellerings- en verhoudingsprobleme as wat hulle voorgangers gedoen het. Na aanleiding hiervan word hierdie studie onderneem om te ondersoek hoe die 2009-inname van studente in 'n modelleringskursus op universiteitsvlak vaar. Daar word verslag gedoen oor studenteprestasie in die kursus, probleme wat ondervind is, die effek van regstellende intervensie op prestasie en of die UGO-stelsel se studente voldoende vir modellering op universiteitsvlak voorberei is.

## DIE UGO-STELSEL

Die oorgang na uitgekomsgerigte onderrig (UGO) in Suid-Afrika in 1997 het nie sonder probleme en kritiek verloop nie. Verskeie wysigings, hersienings en verskil van mening het die oorgangsfase van die ou na die nuwe onderrigstelsels gekenmerk. Een van die grootste kritici van die stelsel was destyds en is nog steeds professor Jonathan Jansen, bekende opvoedkundige en huidige Rektor van die Universiteit van die Vrystaat. Oor die aanvanklike implementering van UGO in 1998 word hy in die media (*Sunday Tribune*, 02/11/2008) aangehaal as dat hy verwys het na UGO as “'n kurrikulumramp” en uitlatings gemaak het soos dat die kurrikulumveranderinge ’n “swak besluit was wat die gaping tussen die kinders van die rykes en armes gaan vergroot”. Nie almal het destyds saamgestem met hierdie uitsprake nie en daar is nog steeds verskil van mening onder akademiërs aangaande die sukses van UGO (Fraser, 2009). Wat wiskundige modellering betref, was dit verblydend dat een van die doelwitte van UGO juis was om “wiskunde van buite na binne die klaskamer te bring” (Graven, 2002). UGO is ’n metode van kurrikulumontwerp en onderrig wat fokus op wat studente in werklikheid kan doen nadat hulle onderrig is (Acharya, 2003).

Meer as tien jaar het sedert die aanvanklike implementering van UGO verloop en dit blyk dat die stelsel hier is om te bly. Mev. Angie Motshekga, die nuwe Minister van Basiese Onderwys, is beslis daarvoor dat sy nie gaan wegdoen met UGO nie (*Beeld*, 16/05/2009). Sy meen dat die beginsels van UGO goed is en dat onderwysers net meer tyd moet kry vir onderrig.

Die implementering van UGO het met verloop van tyd redelik gestabiliseer en die sukses daarvan op skoolvlak, al dan nie, is reeds nagevors en verskeie artikels daarvoor gepubliseer.<sup>1</sup> Soos wat die UGO-leerlinge deur die skoolgrade gevorder het, het die klem egter stelselmatig van implementeringsorge na bespiegeling oor die voorbereidheid van die UGO-geslag vir universiteitstudies verskuif. Die eerste nuwelingsstudente wat gedeeltelike blootstelling aan UGO gehad het, het die universiteite in 2006-2008 bereik. Hierdie studente het vier tot ses jaar van UGO gehad en het vir hulle laaste drie jaar van onderrig na die ou stelsel teruggekakel.

## DIE 2009-INNAME

Die 2009-inname van studente op universiteit is besonders om twee redes. Hierdie studente sou die eerste studente wees wat hul volle skoolonderrig in die UGO-stelsel beleef het. Gekoppel hieraan, word hulle verder gekenmerk deur onnatuurlik hoë matriekpunte in wiskunde, moontlik te wyte aan die eksamenvraestelle wat te veel met die voorbeeldvraestelle ooreengestem het. Die gevolg hiervan was dat meer studente as gewoonlik aan die universiteitstoelatingsvereistes voldoen het (63 000 in vergelyking met die tipiese getal van 25 000 in vorige jare) en dat universiteite dus tot kapasiteit gevul is (Keeton, 2009). Jonathan Jansen was vinnig om te waarsku dat baie van hierdie eerstejaars sou druipe (*Die Burger*, 04/03/2009) vanweë die hoë matrieksimbole maar ook vanweë die blootstelling aan UGO. Dit was vir universiteitsdosente in wiskunde moeilik om voor

<sup>1</sup> Kyk byvoorbeeld Velupillai *et al.* (2008).

te berei vir die 2009-inname. Alhoewel hulle bewus was van onderwerpe wat nie in die UGO-syllabus gedek is nie en hulle aanbieding daarvolgens kon aanpas, was dit moeilik om vooraf te bepaal oor watter vaardigheidsvlak in wiskunde die UGO-geslag sou beskik.

Kort na die aanvang van 2009 het die media begin verslag doen oor dosente se ervarings van die UGO-geslag se beleving van universiteitswiskunde (*Beeld*, 21/04/09). Barry Downing, hoof van die Departement Elektriese Ingenieurswese aan die Universiteit van Kaapstad het gesê hoewel dit te vroeg is om panikerig te raak, eerstejaars in sy departement tot dusver swakker in wiskunde vaar as in die verlede. Hy dink nie hulle het die spyker op die kop geslaan met die manier waarop hulle studente gekeur het nie. Meer studente kry keuring en nie almal van hulle is goed in wiskunde nie. Prof. Barry Greene, voorsitter van die Departement Wiskundige Wetenskappe aan die Universiteit van Stellenbosch het gemeen UGO is nie noodwendig 'n swak onderwysstelsel nie, maar dis dalk eerder 'n oorgangsfase waar universiteite en skole mekaar se stelsels beter moet leer ken. Dis dalk te vroeg om die oorsprong van die probleem te identifiseer (*Beeld*, 21/04/09). Hierdie beriggewing is meestal op ervare professore se persoonlike belewenisse van die 2009 student-inname gegrond. Wetenskaplike studies oor die UGO-geslag se gereedheid vir universiteitswiskunde is skaars en studies oor die daaropvolgende prestasie van hierdie studente in wiskunde is waarskynlik tans onderweg.

## GEREEDHEID VIR UNIVERSITEITSWISKUNDE

Die besorgdheid dat studente al minder aan die verwagtinge en gereedheid vir tersiêre studies voldoen, word deur verskeie navorsers na vore gebring. Hoyles, Newman en Noss (2001) sowel as Craig (2007) haal 'n verskeidenheid van studies aan wat kommer uitspreek oor die toenemende gebrek aan wiskundige vermoëns van studente wat universiteite betree. Diversiteit van vermoëns is toenemend problematies omdat dit moeilik is om te bepaal wat die vertrekpunt moet wees en oor watter agtergrondkennis en vaardighede intrestudente beskik (Cox, 2000).

Hierdie gebrek aan gereedheid kan te wyte wees aan diverse agtergrond soos taal en kultuur (Cox, 2000) of 'n verandering in skoolkurrikulum (De La Paz, 2005; Hoyles *et al.*, 2001).

Die ingrypende verandering van kurrikulum in Suid-Afrika en die oorgang na UGO het beslis 'n impak gehad op die gereedheid van studente vir universiteitswiskunde. 'n Studie wat fokus op die impak van die oorgang na UGO op die gereedheid van studente vir universiteitswiskunde is dié van Engelbrecht en Harding (2008). In hierdie studie word verslag oor die prestasie van die eerstejaars van 2005-2007 in 'n toelatingstoets gedoen. Die 2005-studente het geen UGO-blootstelling gehad nie, terwyl, soos reeds genoem, 2006 en 2007 se studente gedeeltelike blootstelling aan UGO gehad het.

Die alternatiewe toelatingstoetse is as meetinstrument gebruik, en aan die Universiteit van Kaapstad as deel van die Alternative Admissions Research Project (AARP; Haeck, Yeld, Conradie, Robertson, & Shall, 1997) ontwikkel. Hierdie toetse ('n begripstoets en 'n prestasietoets) is aanvanklik ontwikkel om 'n toegangsroete vir aansoekers wie se matriekuitslae nie hul volle potensiaal weerspieël nie te skep. Die fokus van die studie is daardie studente wat vir die eerste keer aan die Universiteit van Pretoria geregistreer het in 2005-2007 en wat hierdie toetse geskryf het. Die vraestelle was onveranderd oor hierdie periode. Gedurende die studie is slegs die prestasietoets gebruik omdat die begripstoets geen verband met die matrieksyllabus in wiskunde hou nie.

Die skrywers (Engelbrecht & Harding, 2008) het die prestasievraestel in twaalf onderwerpe verdeel en die volgende bevindings aangaande die gemiddelde prestasie van die studente in die verskillende onderwerpe gerapporteer:

**TABEL 1:** Gemiddelde studenteprestasie (%) in die verskillende onderwerpe (Oorge neem uit Engelbrecht & Harding (2008))

Aantal studente	Aantal items	2005	2006	2007
		2040	2176	2005
		Gemiddelde studenteprestasie		
Onderwerp				
Persentasies	2	21.3	26.1	26.3
Getalbegrip, manipulasie	3	56.0	54.8	54.5
Modellering, woordsomme	3	28.3	28.7	19.9
Verhoudings	3	31.1	30.6	24.1
Algebraïese manipulasie	6	48.2	48.6	48.9
Eksponente	3	40.0	43.8	43.8
Funksies	3	51.5	52.5	53.8
Grafieke	4	51.3	54.8	56.6
Meetskunde	5	31.3	35.1	47.0
Trigonometrie	3	32.9	29.1	30.2
Logiese denke	3	41.2	41.2	43.4
Ruimtelike denke	3	46.7	46.4	47.3
<b>Totale toetspunt</b>		<b>43.1</b>	<b>44.2</b>	<b>44.7</b>

Die verblydende bevinding is dat daar in die meeste onderwerpe geen merkbare verswakking van prestasie is nie. Daar is wel (statisties verifieerbare) verskille in drie kategorieë:

- In beide die modellering- en verhoudingskategorieë het die prestasie merkbaar verswak tussen die jare 2005 tot 2007.
- In die meetkundekategorie het die prestasie aansienlik verbeter tussen die jare 2005 tot 2007.

Die daling in prestasie in die modellering- en verhoudingskategorieë is kommerwekkend. Om probleme wat in woorde gegee is, te beskryf in wiskunde vergestalt juis een van die ideale van UGO. “Die leidende visie is dié van denkende, bekwame toekomstige burgers ... ’n visie van leer wat die rigiede skeiding tussen akademiese en toegepaste kennis en vaardighede verwerp” (Bengu, 1997). Modellering en woordsomme vereis dat studente sin maak van die wêreld rondom hulle en dit is juis hier waar die grootste prestasiedaling voorkom. Die verbetering in die meetkundekategorie (basiese meetkunde) kan moontlik verklaar word deurdat leerlinge reeds op laerskool aan meetkunde blootgestel word en omdat meetkunde vir projekte so bruikbaar is.

Hierdie studie is dus ’n logiese opvolging van die studie van Engelbrecht en Harding (2008) en die navorsingsvraag is: Hoe vaar UGO-studente in ’n modelleringskursus op universiteit?

## METODOLOGIE

Aan die Universiteit van Pretoria word ’n eerstejaarskursus in wiskundige modellering in die eerste semester van studie aangebied. Die kursus is ’n keusevak vir studente wat ingeskryf is vir

'n graad in suiwer wiskunde, toegepaste wiskunde, aktuariële wiskunde, finansiële wiskunde of rekenaarwetenskap. Alhoewel die groep gewoonlik uit omtrent 150 studente bestaan, verdeel in 'n kleiner Afrikaanse en 'n groter Engelse groep, fokus hierdie studie op die Afrikaanse lesinggroep en word die Engelse lesinggroep uitgesluit. Die rede hiervoor is dat studenteprestasie in die jare 2005 en 2009 in hierdie studie vergelyk word en dit is gerieflik dat dieselfde dosent, die skrywer van hierdie artikel, verantwoordelik was vir die Afrikaanse groepe van beide jare. Die twee dosente wat verantwoordelik was vir die Engelse groepe in 2005 en 2009 respektiewelik, verskil wat betref ervaring en aanslag en hierdie verskille sou moontlik studenteprestasie kon beïnvloed. Dieselfde handboek is vir beide jare gebruik en die formaat van die kursus was onveranderd. Studente woon twee lesings per week en een verpligte praktiese sessie by. Die praktiese sessie geskied in 'n rekenaarlaboratorium waar die program Matlab gebruik word om probleme mee op te los. Studente skryf twee semestertoetse, een nadat ongeveer 'n derde van die kursus verloop het en een na ongeveer 'n driekwart van die kursus voltooi is.

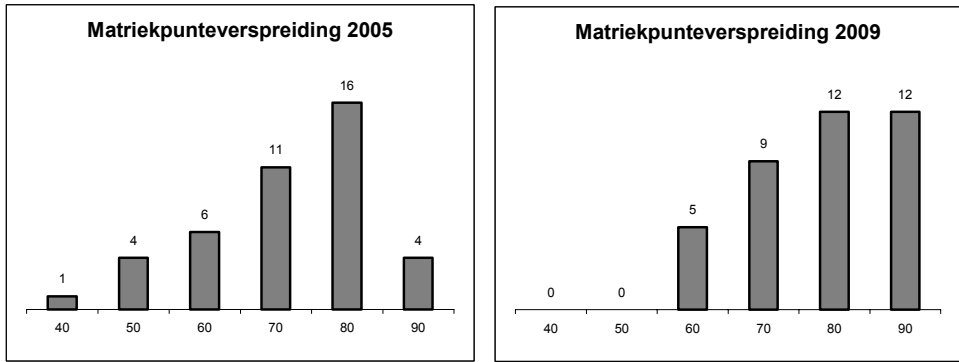
Vir die doel van die studie is beide Semestertoets 1 en Semestertoets 2 van 2005 onveranderd gebruik as semestertoetse vir 2009. Die 2006-2008 vraestelle is op die webtuiste van die kursus geplaas waartoe studente vryelik toegang gehad het. Die 2005-vraestelle was nie amptelik beskikbaar nie en studente sou dit dus moeilik kon bekom en min motivering hê om nóg 'n vraestel bo en behalwe die beskikbare vraestelle te bekom. Die 2005-studente het nie toegang tot enige vorige vraestelle gehad nie omdat die kursus slegs 'n jaar vantevore ingestel is.

Semestertoets 1 het oor verskilvergelykingsmodelle waarin bevolkingsgroeimodelle ontwikkel en ontleed is, gehandel. Semestertoets 2 het oor modelpassing waar 'n verskeidenheid van interpolasie- en passingskrommes ontwikkel en gebruik is, gehandel. Die Afrikaanse groep in die wiskundige modelleringskursus van 2005 (voortaan die 2005-groep) het uit 46 studente bestaan en die ekwivalente groep van 2009 (voortaan die 2009-groep) uit 38 studente. Semestertoetse word in 'n rekenaarlaboratorium geskryf en bestaan uit 'n mengsel van vrae, sommige waarvan slegs papier benodig en ander wat rekenaarwerk vereis. Voorbeeldkodering vir probleme wat Matlab vereis, word voorsien tydens praktiese sessies en ook tydens semestertoetse.

Vir die doel van die studie is die uitslae van beide die eerste en tweede semestertoetse ontleed. Die dosent, wat ook skrywer van hierdie artikel is, het ook persoonlike ervarings met die studente aangeteken. Omdat die dosent reeds jarelange ervaring van studente in hierdie kursus het, kon sy vergelykings tref met vorige jare se studente-innames.

## **MATRIEKPUNTE**

Die matriekpunte vir die twee groepe word in Figuur 1 getoon. Let op dat die "80-kategorie" byvoorbeeld 'n prestasiepunt van 80-89 verteenwoordig. Dit is nodig om te noem dat die toelatingsvereistes vanaf 2005 na 2009 verander het. Waar studente met 'n matriekpunt van 50% in 2005 tot die kursus toegelaat is, (die enkele geval van 'n student met onder 50% is 'n uitsondering), het die toelatingsvereiste opgeskuif na 60% vir 2009. Die verspreiding van punte is heeltemal verskillend. Waar daar slegs 4 studente uit 46 (9%) was met 'n matriekpunt van bo 90% in 2005, was daar 12 studente uit 38 (32%) met 'n matriekpunt van bo 90% in 2009. Dit sou egter gevaarlik wees om dadelik tot die gevolgtrekking te kom dat die 2009-groep baie knapper sou wees as die 2005-groep, omdat daar, soos reeds genoem, bedenkinge is oor die hoë matriekpunte van die 2009-groep.



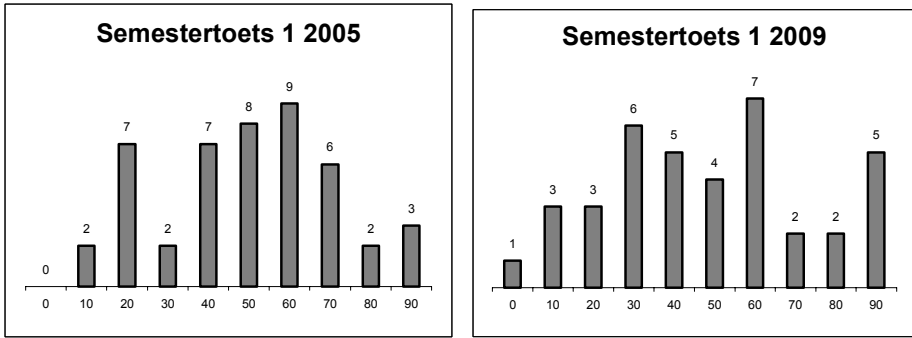
**Figuur 1:** Matriekpunteverspreiding van die 2005 en 2009 groepe

## DIE EERSTE SEMESTERTOETS

Soos reeds genoem, het Semestertoets 1 oor modellering met behulp van verskilvergelykings gehandel. Die onderwerp was nuut vir studente en het van hulle geverg om diskrete situasies te modelleer, iets waaraan hulle geleidelik gewoond moes raak. Die studente het ook vir die eerste keer met Matlab kennis gemaak en daar is van hulle verwag om probleme na Matlabkodering om te skakel en programme te laat werk. Daar is dus nie alleen van studente verwag om probleme wat in woorde omskryf word, in wiskunde om te skakel nie, maar hulle moes in sommige van die gevalle nog 'n stap verder gaan om die probleem in Matlabkodering om te skakel, die program te ontfout en die antwoord te interpreteer. Omdat die kursusprogram druk is en soveel nuwe vaardighede bemeester moes word, het meeste studente die eerste paar weke as uitdagend beleef. Alhoewel dit moeilik is om twee groepe, met vier jaar wat tussen-in verloop het, se ervaring van die leerkromme vanuit 'n dosent se ervaring te beoordeel, was dit tog merkbaar dat die 2009-inname dit besonder moeilik gevind het om die Matlab-komponent van die kursus te bemeester, tot groter mate as wat die geval was met die vorige twee jare se studente. Hierdie ervaring was verrassend, juis omdat studente gewoonlik van jaar tot jaar meer rekenaervaardig word. Daar was ook meer besware van studentekant af as vorige jare oor die tempo van die kursus en dat dit vir hulle moeilik was om by te hou. Dis natuurlik moontlik dat die dosent meer ingestel was op studentemenings as vorige jare, juis omdat dit 'n unieke groep studente was.

In Figuur 2 word die punteverspreiding van die 2005- en 2009-groepe in die eerste semestertoets getoon. Die volgende aspekte word opgemerk:

- Alhoewel die twee groepe se gemiddelde persentasie baie na aan mekaar is, 53.3% vir die 2005-groep en 52.7% vir die 2009-groep, toon die twee groepe verskille in die verspreiding van punte. Die standaardafwyking van die 2005-groep is 21.4 terwyl dit 25.1 vir die 2009-groep is.
- Daar is heelwat minder studente in die 2009-groep wat 'n punt bo 50% het. Die slaagpersentasie van die 2009-groep is slegs 53% teenoor 61% vir die 2005-groep. Daar is ook 'n groter persentasie van die 2009-groep wat minder as 40% behaal het 34% vir die 2009-groep teenoor 24% vir die 2005-groep.
- 'n Onverwagse en verblydende waarneming is dat daar 'n groter persentasie, 14%, van die 2009-groep is wat bo 90% behaal het teenoor die 6.5% van 2005.



**Figuur 2:** Punteverspreiding in Semestertoets 1 van 2005 en 2009

Die punteverspreiding van die 2009-groep vir Semestertoets 1 het nie voldoen aan die beloftes wat die matriekpunteverspreiding van hierdie studente ingehou het nie. Die “stert” van punte onder 40% van die 2009-verspreiding is ook teenstrydig met wat verwag word uit die verhoogde toelatingspunt van 60%. Alhoewel die twee punteverspreidings nie dramaties verskillend is nie, het die slaagpersentasie wel verminder van 2005 na 2009 wat daarop mag dui dat studente nie voldoende voorbereid vir die kursus was nie – soos wat inderdaad deur Engelbrecht en Harding (2008) voorspel is. ’n Groot groep studente het nie oor die nodige gereedheid vir die kursus beskik nie.

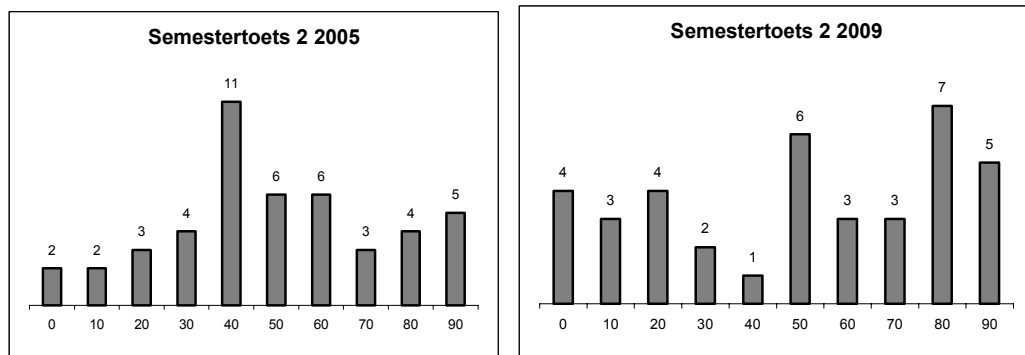
## DIE TWEDE SEMESTERTOETS

Die tweede semestertoets het gehandel oor modelpassing. Hierdie deel van die werk is meer tegnies van aard as die eerste deel. Dit vereis dus minder wiskundige interpretasie van woorde, maar meer vaardighede om inligting te interpreteer, te besluit op die regte model en om die modelpassing dan uit te voer. Die gebruik van Matlab is nog meer prominent in hierdie deel van die werk. Uit ’n dosent se oogpunt het die gevoel algaande ontwikkel dat daar ’n groep studente was wat nie optimaal gevorder het nie. Die studente het toenemend meer tyd versoek om die werk, en veral die tipe praktiese probleme waar Matlab ter sprake kom, te bemeester. Daar is toe besluit om die kursus vir ’n week lank te onderbreek en die twee lesings te vervang deur problemsessies en die praktiese sessie deur ’n addisionele werkstuk wat rekenaarwerk vereis. Die 2009-groep het dus heelwat meer tyd en hulp gehad om hierdie deel van die werk te bemeester as die 2005-groep. Die gevolg was dat die werk wat vir die laaste deel van die kursus beoog was, skipbreuk gely het. Die weeklange intervensie het dus geskied ten koste van ’n deel van die kurrikulum.

Uit Figuur 3 word die volgende aspekte opgemerk:

- Die twee punteverspreidings is dramaties verskillend. Alhoewel die gemiddelde persentasie van die twee groepe nie veel verskil nie (52.7% in 2005 en 53.6% in 2009) is die standaardafwyking van die 2005-punte 24.6% teenoor die 31.8% vir 2009 se punte. Waar die 2005-punte nog redelik normaal versprei is, is dit geensins die geval vir 2009 nie.
- Dit blyk dat die intuïtiewe gevoel van die dosent dat daar ’n groep van 2009 se studente was wat nie die werk kon baasraak nie, grondig was. Baie min studente se punte lê in





**Figuur 3:** Punteverspreiding van die 2005- en 2009-groepe vir Semestertoets 2

die 40-49- kategorie, met 'n groot groep studente se punte links en 'n groter groep regs hiervan. In 2005 was daar slegs 24% van die studente met 'n punt van onder 40, terwyl daar in 2009 34% was met 'n punt van onder 40. Dit blyk dus dat die week van intervensie min of geen invloed op die prestasie van hierdie groep van lae presteerders gehad het nie. Let op dat die "0"-kategorie in beide groepe enkele studente insluit wat nie die tweede semestertoets geskryf het nie en dus waarskynlik moed opgegee het.

- Die sterk groep studente van bo 80% maak 33% uit van die 2009-groep teenoor slegs 19% van die 2005-groep. Hierdie sterk groep het in 2009 gegroei vanaf die eerste semestertoets na die tweede. Die rede vir die groei van hierdie groep kan te danke wees aan 'n moontlike positiewe invloed van die weeklange intervensie.
- Die slaagpersentasie vir hierdie toets was 53% in 2005 en het opgeskuif na 63% in 2009. Hierdie toename is waarskynlik te danke aan die intervensieweek se onderrig.

Semestertoets 2 het dus insiggewende resultate gelewer.

## GEVOLGTREKKINGS

Die 2009 groep is deur twee aspekte gekenmerk – enersyds die hoë matriekpunte en andersyds deur volledige skoolonderrig binne die UGO-stelsel. Dis moeilik om te onderskei tussen die invloed van hierdie twee aspekte. Dit sou gerieflik wees om die aansienlike grootte van die "onder 40"-groep van die Semestertoets 2 van 2009 te blameer op die toelating van studente danksy uitsonderlik hoë matrieksimbole. Tog blyk dit nie noodwendig die geval te wees as die matriekpunteverdeling van hierdie groep in ag geneem word nie. Meeste van hierdie studente het bo 70% in matriek behaal vir wiskunde wat 'n volle simbool meer as die minimum was. Sou die matriekpunte totaal onbetroubaar wees? Dit sou 'n growwe aantyging wees. Die moontlikheid kan dus nie uitgesluit word dat UGO wel 'n invloed gehad het op die onvoorbereidheid van die swakker studente vir 'n universiteitsmodelleringskursus nie. Ekstra tyd en hulp blyk nie veel van 'n invloed te hê op die prestasie van hierdie groep nie.

Aan die ander kant van die skaal lê die groep se goeie presteerders. Hierdie groep studente het in die kursus uitstekend gevaar en as UGO enige invloed op hulle voorbereiding gehad het, was dit eerder positief as negatief. Hierdie groep het in die algemeen beter as die 2005-groep gevaar. Daar is twyfel of hierdie groep werklik die intervensieweek nodig gehad het.

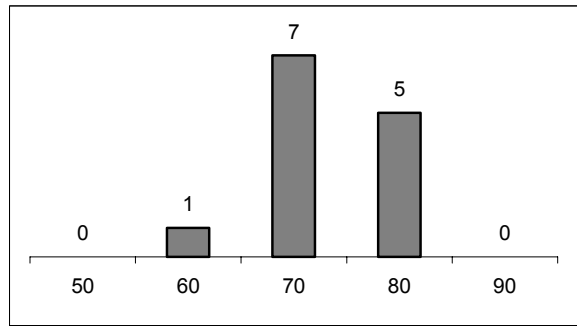
Dit blyk dat UGO 'n polariserings-effek mag hê tussen goeie en minder goeie studente en dat die matriekuitslae nie werklik tussen hierdie studente onderskei nie. Wat modellering betref, stem ons saam met Barry Downing

(*Beeld*, 21/04/09) dat die keuringsproses nie heeltemal die spyker op die kop geslaan het nie. Die keuringsproses is egter gedoen op grond van matriekuitslae wat onder verdenking is en daar moet onthou word dat dit die eerste rondte van matriekeksamens was wat op UGO gebaseer was en dat tandekryprobleme oorbrug sou kon word. Dit sou onregverdig wees om die UGO-stelsel summier te verwerp. Die polariseringseffek van UGO moet verder ondersoek word. Die groep wat nie die mas kon opkom nie en waarvoor intervensie nie van hulp was nie, is te groot vir toeval en beslis te groot om te ignoreer.

Die Engelbrecht en Harding (2008) bevinding dat studente juis in die modellering- en verhoudingskategorieë swakker daaraan toe is, is op studente wat gedeeltelike blootstelling aan UGO gehad het, gebaseer, en die resultate het slegs 'n aanduiding gegee van wat verwag kan word van UGO-studente op universiteit. Dit is nie noodwendig so dat die bevinding direk betrekking sou hê op 'n tegnologyerke modelleringkursus op universiteit nie. Tog het dit geblyk dat die studie in die kol was. Beleving van die dosent en uitslae van Semestertoets 1 van 2009 het getoon dat baie studente aanvanklik gesukkel het om die modelleringwerk te bemeester en waarskynlik nie genoeg voorbereid was nie, maar ook dat die meeste van die studente wel die mas opgekom het. Die slaagsyfer vanaf Semestertoets 1 na Semestertoets 2 het aansienlik verbeter. Die intervensieweek het waarskynlik hiertoe bygedra, maar dit is belangrik dat beide die dosent en die studente self besef het dat studente ekstra hulp benodig het en daarvoor gevra het. Dit blyk dat die UGO-geslag bereid is om te probeer en hulle hulpbronne tot eie voordeel aan te wend, vaardighede waarvoor die studie van Engelbrecht en Harding (2008) nie voorsiening gemaak het nie.

## BIBLIOGRAFIE

- AARP (Current). *Alternative Admissions Research Project*. <http://www.ched.uct.ac.za/adp/aarp/> [July 2007]
- Acharya, C. (2003). Outcome-based education (OBE): A new paradigm for learning, *CDT Link*, 7 (3): 7-9.
- Bengu, S.M.E. (1997). Introduction in *Curriculum 2005: Lifelong learning for the 21<sup>st</sup> century*. Pretoria: Department of Education.



**Figuur 4:** Matriekpunteverdeling van die “onder 40”-groep van Semestertoets 2 van 2009

- 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. Doctoral thesis, University of Cape Town, South Africa.
- 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.
- Beeld* 16/05/2009, Minister wil UGO behou, maar gewysig. [http://jv.news24.com/Beeld/Suid-Afrika/0,,3-975\\_2517246,00.html](http://jv.news24.com/Beeld/Suid-Afrika/0,,3-975_2517246,00.html) [19 Mei 2009].
- Die Burger* 04/03/2009, “Talle sal druipe” by universiteite. [http://jv.news24.com/Beeld/Suid-Afrika/0,,3-975\\_2517246,00.html](http://jv.news24.com/Beeld/Suid-Afrika/0,,3-975_2517246,00.html) [19 Mei 2009].
- Beeld* 21/04/2009, Hulle sukkel meer met wiskunde. [http://jv.news24.com/Beeld/Suid-Afrika/0,,3-975\\_2505052,00.html](http://jv.news24.com/Beeld/Suid-Afrika/0,,3-975_2505052,00.html) [19 Mei 2009].
- Engelbrecht J., Harding, A. (2008). The impact of the transition to outcomes-based teaching on university preparedness in mathematics in South Africa, *Mathematics Education Research Journal*, 20(2): 57-70.
- Fraser, M. (2009). OBE “makes sense”, My.News 24, [http://www.news24.com/News24/MyNews24/Your\\_story/0,,2-2127-2128\\_2449728,00.html](http://www.news24.com/News24/MyNews24/Your_story/0,,2-2127-2128_2449728,00.html) [19 May 2009].
- Graven, M. (2002). Coping with new mathematics teacher roles in a contradictory context of curriculum change. *The Mathematics Educator*, 12(2): 21-27.
- 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.
- Keeton M. (2009). 2008 National Senior Certificate Results – feeling confused? *Tshikululu Social Investments*. <http://www.tsi.org.za/uploads/Margie%20Keeton%20-%20matric%20results%202008.pdf> [19 May 2009].
- Sunday Tribune* 02/11/2008, Ditch OBE now, academics urge. [http://www.iol.co.za/index.php?set\\_id=1&click\\_id=105&art\\_id=vn20081102131859681C475524](http://www.iol.co.za/index.php?set_id=1&click_id=105&art_id=vn20081102131859681C475524) [19 May 2009].
- Velupillai V, Harding A, Engelbrecht J, (2008). Out of (another) frying pan ....? Case studies of the implementation of Curriculum 2005 in some mathematics classrooms. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 12(1): 53-71.