

Wetenskaplike bydraes
Reeks H: Intreerede nr. 245

**OPERASIONELE NAVORSING: VOLWAARDIG, SUKSESVOL,
BETEKENISVOL**



NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT
POTCHEFSTROOMKAMPUS

WETENSKAPLIKE BYDRAES
REEKS H: INTREEREDE NR. 245

**OPERASIONELE NAVORSING: VOLWAARDIG, SUKSESVOL,
BETEKENISVOL**

Prof HA Kruger

Intreerede gehou op 20 Oktober 2011

Die Universiteit is nie vir menings in die publikasie aanspreeklik nie.
The University is not held responsible for opinions expressed in this publication.

Navrae in verband met *Wetenskaplike Bydraes* moet gerig word aan:
Enquiries regarding *Scientific Contributions (Wetenskaplike Bydraes)* can be directed to:

Die Kampusregistrator
Noordwes-Universiteit
Potchefstroomkampus
Privaatsak X6001
POTCHEFSTROOM
2520

Kopiereg © 2012 NWU

ISBN 978-1-86822-616-0

OPERASIONELE NAVORSING: VOLWAARDIG, SUKSESVOL, BETEKENISVOL

1. INLEIDING

Dit blyk dat operasionele navorsers toenemend bekommerd is oor die vraag of hul vakgebied regtig 'n volwaardige professie is. Indien dit nie as 'n volwaardige professie gesien word nie, ontstaan die vraag wat dan gedoen moet word om die vakgebied tot volwaardigheid te bring.

Daar kan maar slegs na sekere onderwerpe gekyk word wat op onlangse groot internasionale operasionele navorsingkonferensies bespreek is om te sien dat dit wel 'n saak van belang vir operasionele navorsers geword het. Hier volg van die titels van 'n paar aanbiedinge gedurende die laaste paar konferensies van die International Federation of Operations Research Societies (IFORS) wat beklemtoon dat operasionele navorsing graag gesien wil word as 'n volwaardige, professionele professie: "Guidelines for the practice of OR"; "Surviving encounters with the client"; "Lessons from OR consultancy practice"; en "Key factors for successful OR consultancy".

Daar word ook in die literatuur aspekte bespreek wat dui op 'n soeke na 'n meer professionele benadering vir operasionele navorsing. Voorbeelde van sulke aspekte kan gevind word in nuusbriewe soos die *OR/MS Today*, waarin gereeld onderwerpe soos die bemerking van operasionele navorsing as 'n professie, en operasionele navorsing en intellektuele eiendom bespreek word. Daar is ook literatuur wat ander verwante professionele sake, soos etiese oorweginge in operasionele navorsing, bespreek (Gass, 2009; Le Menestrel en Van Wassenhove, 2009).

Die hoofdoel van die lesing is om 'n evaluering te doen van operasionele navorsing ten einde die posisie daarvan te probeer bepaal in terme van volwaardigheid as 'n dissipline of professie. Begrippe soos 'sukses' en 'betekenisvolheid' hou hiermee verband en daar sal dus ook kortliks na hierdie begrippe in die bespreking verwys word.

Die lesing word vanuit die vakgroep Rekenaarwetenskap aangebied en dit mag dalk vreemd opval dat die onderwerp oor operasionele navorsing handel. Die agtergrond van die lesing is op besluitsteunstelsels gebaseer. Besluitsteunstelsels vorm 'n belangrike deel van rekenaarwetenskap en as deel van die studie van besluitsteunstelsels word daar dikwels gefokus op aspekte soos algoritmes, stelsels en beslissingswetenskappe in die algemeen. Om dit sinvol te kan doen word daar dus baie en hoofsaaklik van operasionele navorsingstegnieke gebruik gemaak – daarom dus die operasionele navorsingsonderwerp wat waarskynlik ook 'besluitsteunstelsels' genoem sou kon word.

Die lesing is as volg gestruktureer:

In Afdeling 2 word daar kortliks 'n oorsig van operasionele navorsing aangebied wat 'n definisie insluit, asook 'n kort opsomming oor die aanvanklike ontstaan van operasionele navorsing en die ontstaan daarvan, spesifiek in Suid-Afrika. Enkele toepassingsvoorbeelde word in Afdeling 3 gegee ter illustrasie van die soort toepassings en werk wat tans in die vakgroep Rekenaarwetenskap in besluitsteunstelsels gedoen word. Die volwaardigheid van operasionele navorsing word in Afdeling 4 aan die hand van sekere kriteria geëvalueer en in

Afdeling 5 volg dan 'n kortlikse bespreking en gevolgtrekkings waarby die begrippe 'sukses' en 'betekenisvolheid' aangesny word.

2. OORSIG VAN OPERASIONELE NAVORSING

2.1 Definisie

Een van die maklikste maniere om iets te definieer is gewoonlik om 'n woordeboek te gebruik. Woordeboeke is veral handig om definisies in 'n wetenskaplike veld te gee, omdat sulke definisies duidelik, kort en kragtig aangebied word. Hier volg twee sulke woordeboekdefinisies van operasionele navorsing:

The systematic study of how best to solve problems in business and industry (Webster's New World Dictionary 1986)

Mathematical or scientific analysis of the systematic efficiency and performance of manpower, machinery, equipment and policies used in a governmental, military or commercial operation (Dictionary definition quoted in 'An annotated timeline of operations research' [Gass en Assad, 2005]).

Dit is natuurlik moontlik om baie definisies van ander bronne ook te lys, asook om 'n eie definisie van operasionele navorsing neer te skryf. Al sodanige definisies gaan waarskynlik maar min of meer dieselfde as die genoemde twee wees en daar word dus by hierdie twee definisies volstaan, asook by die volgende 'vereenvoudiging' en verduideliking soos dit in 'An annotated timeline of operations research' (Gass en Assad, 2005) beskryf word.

Die woordeboekdefinisies impliseer dat die onderskeidende eienskap van operasionele navorsing die volgende is: "OR applies its scientific and technological base to resolving problems in which the human element is an active participant. As such OR is the science of decision making, the science of choice." Die laaste sin van hierdie beskrywing is weer 'n bevestiging van die vroeëre opmerking ten op sigte van besluitsteunstelsels.

'n Laaste opmerking oor die definisie van operasionele navorsing: Daar is navorsers, akademië en ander denkers wat steeds worstel met 'n definisie vir operasionele navorsing. Russel Ackoff (1979a, 1979b) het reeds in 1979 in sy twee bekende artikels, "The future of OR is past" en "Resurrecting the future of OR", 'n pleidooi daarvoor gelewer dat operasionele navorsing nie gedefinieer behoort te word nie, omdat dit beperkinge op die operasionele navorsingsveld en die werk wat daarin gedoen word, sou plaas.

2.2 Ontstaan van operasionele navorsing

Daar is min of meer konsensus dat operasionele navorsing, soos wat ons dit vandag ken, sy ontstaan gehad het gedurende die periode net voor en gedurende die Tweede Wêreldoorlog.

Gedurende 1936 het die Britse ministerie van lugvaart 'n navorsingseenheid in Suffolk op die been gebring om studies te doen oor hoe nuwe radartegnologie gebruik kan word vir die onderskepping van vyandige vliegtuie. Dit was in hierdie tyd dat daar begin is om die term 'operasionele navorsing' te gebruik. In 1947 is projek SCOOP (Scientific Computation of Optimal Programs) deur die VSA se lugmag gevestig. Die hoofdoel van hierdie projek was om te help om probleme op te los wat hoofsaaklik militêr van aard was, byvoorbeeld om sekere gevegsvoorrade betyds op voorafbepaalde plekke te kon lewer. Die bekende George B Dantzig was die hoofwiskundige van die projek en dit was gedurende hierdie tyd dat hy die

wiskundige formulering van 'n lineêre program ontwikkel het, asook die bekende simpleksmetode vir die oplos van sodanige probleme.

Operasionele navorsing het hierna begin groei en al hoe meer op georganiseerde basis begin opereer. Hier volg kortliks 'n paar gebeure om die ontwikkeling te illustreer (Gass en Assad, 2005):

- 1948 – Die eerste Operational Research Club of Great Britain word gestig.
- 1950 – Die heel eerste operasionele navorsingsjoernaal onder beskerming van die British Operational Research Club word uitgegee. Die naam daarvan was *Operations Research Quarterly*, maar is in 1978 verander na *Journal of the Operational Research Society*.
- 1951 – Eerste rekenaargebaseerde simpleksalgoritme word geïmplementeer.
- 1951 – Eerste graadprogramme in operasionele navorsing word ingestel by The Case Institute of Technology in Cleveland, Ohio.
- 1951 – Eerste boek oor operasionele navorsing met die titel 'Methods of operations research' word gepubliseer. Die outeurs was Morse en Kimball.
- 1952 – Stigting van 'n operasionele navorsingsvereniging in die VSA.
- 1953 – Die British Operational Research Club word 'n operasionele navorsingsvereniging.
- 1956 – Stigting van 'n operasionele navorsingsvereniging in Frankryk.
- 1957 – Eerste internasionale operasionele navorsingskonferensie word in Oxford, Engeland gehou – 250 afgevaardigdes van 21 lande woon die konferensie by.
- 1957 – Stigting van 'n operasionele navorsingsvereniging in Japan.
- 1958 – Stigting van 'n operasionele navorsingsvereniging in Kanada.
- 1959 – Totstandkoming van die International Federation of Operational Research Societies (IFORS) – 51 lidlande behoort tans daaraan.
- 1969 – Stigting van die Operasionele Navorsingsvereniging van Suid-Afrika (ORSSA).

Bogenoemde is maar 'n paar van die gebeure wat die geskiedenis en ontwikkeling van operasionele navorsing illustreer.

2.3 Oorsig van operasionele navorsing in Suid-Afrika

Die term 'operasionele navorsing' het waarskynlik in Suid-Afrika bekend geraak gedurende die 1950's, toe Herbert Sichel 'n operasionele navorsingsburo tot stand gebring het. Sichel was bekend vir sy werk in die mynwese en geologie, en die vroegste toepassings van operasionele navorsing was dus nou verwant aan die mynwese (Stewart, 1995).

'n Meer akademiese aanslag tot operasionele navorsing het in die 1960's plaasgevind toe die Nasionale Navorsingsinstituut vir Wiskundige Wetenskappe by die WNNR van hul personeel na die Verenigde Koninkryk gestuur het om operasionele navorsingsontwikkelings te gaan bestudeer. 'n Operasionele navorsingsafdeling is by die WNNR gestig en al meer mense is blootgestel en het begin om in operasionele navorsing belang te stel. Dit het uiteindelik gelei tot die totstandkoming van die Operasionele Navorsingsvereniging van Suid-Afrika (ORSSA) in 1969. Die aktiwiteite van die Operasionele Navorsingsvereniging van Suid-Afrika kan kortliks soos volg opgesom word:

- Dit het in 1969 tot stand gekom.

- Daar is tans ongeveer 300 lede.
- Die vereniging bestaan uit vyf streke (Johannesburg, Pretoria, Vaaldriehoek, Wes-Kaap en KwaZulu-Natal).
- Die vereniging se aktiwiteite sluit onder andere die volgende in:
 - 'n Geakkrediteerde joernaal wat twee maal per jaar uitgegee word. Die eerste uitgawe het gedurende 1985 verskyn.
 - 'n Kwartaallikse nuusbrieff word aan alle lede gestuur.
 - Die vereniging organiseer jaarlikse 'n operasionele navorsingskonferensie.
 - Daar is jaarliks 'n nasionale studentekompetisie vir studente wat operasionele navorsing of 'n verwante dissipline studeer.
 - 'n Medalje, die Tom Rozwadowski-toekenning, word jaarliks aan die beste gepubliseerde artikel toegeken.
 - Daar is onlangs begin met 'n Afrika-inisiatief om operasionele navorsing as dissipline wyer in Afrika bekend te stel en te ondersteun.

Wat betref operasionele navorsing in die privaat sektor in Suid-Afrika was daar aanvanklik, soos vroeër opgemerk, groot operasionele navorsingsgroepe in die mynwese. SASOL het steeds 'n baie groot operasionele navorsingsafdeling, terwyl ander groot ondernemings (byvoorbeeld finansiële instellings) hul eie interne operasionele navorsingsverwante personeel het. Daar is ook 'n aantal kleiner konsultantmaatskappye wat van operasionele navorsing en operasionele navorsingsverwante tegnieke in hul konsultasiedienste gebruikmaak (Ittmann, 2011).

In die openbare sektor in Suid-Afrika word operasionele navorsing steeds by 'n paar openbare maatskappye aangetref. Die bekendste hiervan is die WNNR, waar 'n groot en sterk groep operasionele navorsings spesialiste is. Operasionele navorsing word ook op 'n beperkte skaal gebruik by die Defense Research Institute, Eskom, Transnet en Safcol (Bosbou). Die South African Airways maak van sekere operasionele navorsingsverwante pakkette gebruik (Ittmann, 2011).

Daar word by baie Suid-Afrikaanse universiteite operasionele navorsing en operasionele navorsingsverwante vakke aangebied, alhoewel dit nie altyd onder die spesifieke naam van operasionele navorsing plaasvind nie. Voorbeelde van universiteite waar operasionele navorsing in die een of ander vorm aangebied word, sluit in:

- Universiteit Stellenbosch – Algemene Operasionele Navorsing, Grafiekteorie, Logistiek
- Universiteit Kaapstad – Multi-kriteria besluitneming
- Universiteit van Pretoria – Transportasieprobleme
- UNISA – Finansiële modellering
- Universiteit van Johannesburg – Logistiek
- Universiteit van Limpopo – Algemene Operasionele Navorsing
- Universiteit van KwaZulu-Natal – Toegepaste Wiskunde
- Noordwes-Universiteit (Potchefstroom) – Telekommunikasie, Algemene Operasionele Navorsing

Laastens, om die wye verskeidenheid van onderwerpe wat in Suid-Afrika voorkom te illustreer, word die volgende lys van onderwerpe gegee waaroor daar gereeld in die Suid-Afrikaanse joernaal, *ORiON*, gepubliseer word. Die lys is 'n opsomming wat vanaf die amptelike ORSSA-webblad verkry is en word dus net so hier weergegee (ORSSA, 2011):

Assignment, Allocation and Timetabling problems; Agriculture; Decision Support; Demand and Supply Chain Analysis; Elections Government and Development; Financial Investment and Risk Analysis and Portfolio Optimization; Graph and Network Theory; Inventory Management; Knapsack, Cutting and Packing problems; Meta-heuristics and Neural Networks; Military; Multi-criteria Decision Analysis; Mathematical Biology, Natural Resource Management and Conservation Ecology; Optimization, Mathematical Programming and Applications; Philosophy, History and Teaching of OR; Production and Project Scheduling; Queuing Theory and Applications; Reliability, Repairability and Availability; Statistical Analysis and Applications; Theoretical and Computer Simulation; Vehicle Routing and the Travelling Salesman Problem.

Hierdie kategorieë is saamgestel uit die laaste 162 artikels wat in *ORiON* gepubliseer is en wys duidelik die groot verskeidenheid probleme uit wat in die veld van operasionele navorsing in Suid-Afrika hanteer word.

3. ENKELE TOEPASSINGSVOORBEELDE

Enkele toepassingsvoorbeelde word in hierdie afdeling aangehaal. Die doel hiervan is om eerstens met voorbeelde te probeer illustreer watter soort toepassings in operasionele navorsing gevind kan word. Tweedens is die idee om 'n baie kort oorsig te probeer gee van 'n deel van die werk wat tans in besluitsteunstelsels binne die vakgroep Rekenaarwetenskap gedoen word. Twee voorbeelde, tesame met die wiskundige modelle, sal aangebied word. Die twee voorbeelde word dan gevolg deur kortliks na ander toepassings te verwys sonder om die volledige modelbesonderhede te gee.

3.1 Robuustheid van modelle

Datastelle bevat dikwels uitskieter- of ekstreemwaardes wat die gevolg kan wees van foutiewe data, foutiewe datavaslegging of die insluiting van data wat waarskynlik aan 'n ander populasie behoort. Wanneer sulke data dan ontleed word, kan die uitskieter- of ekstreemwaardes die resultate beïnvloed. 'n Robuuste model probeer dus om uitskieters te identifiseer en weg te laat deur 'n model of passing te vind wat baie naby aan die model of passing sou wees sonder die uitskieters.

Behalwe vir uitskieters in die data, is modelseleksie ook 'n belangrike aspek van robuuste modelle. Modelseleksie kan byvoorbeeld na veranderlike seleksie in 'n regressiemodel verwys.

Hierdie afdeling gaan kortliks na 'n voorbeeld verwys wat identifisering van veranderlike seleksie en ekstreemwaardes illustreer.

In 'n studie deur Hatting et al. (2005) is die toepaslikheid van gelyktydige identifisering van ekstreemwaardes en veranderlike seleksie ondersoek. Dit is gedoen met die hulp van 'n gemengde heeltallige lineêre program en die uiteindelijke doelwit was om 'n meer robuuste model met verbeterde voorspellingsvermoë te ontwikkel. Die model is as volg geformuleer vir 'n datastel met s -veranderlikes en n -datapunte:

Meer onlangs is daar op hierdie werk voortgebou en in Van der Westhuizen et al. (2010) is die robuustheid verder ondersoek vir regressiemodelle met 'n verslapping in aannames. Die voorspellingsvermoë is in beide genoemde modelle betekenisvol verbeter, maar kan tans slegs op kleinerige datastelle toegepas word as gevolg van die kompleksiteit van heeltallige lineêre probleme.

3.2 Oliepyplyn-ontwerpprobleem

In die oliepyplyn-ontwerpprobleem word 'n aantal olieboere op land en ter see wat 'n bekende hoeveelheid olie kan lewer, bestudeer. Die olie wat by elke punt geproduseer word, moet alles na een hawe vervoer word, waarvandaan dit dan verder uitgevoer kan word. Die doelwit is om 'n pyplynnetwerk te vind wat die koste om die olie van die verskillende olieboere na die hawe te vervoer, sal minimaliseer. Dit beteken dat 'n geskikte netwerkkonfigurasie, met inagneming van verskillende pypkapasiteite, gevind moet word sodat die koste so klein as moontlik sal wees. Die probleem is aangepak deur van 'n uitgebreide boomknapsakbenadering gebruik te maak waar die hawe (waarheen alle produksie vervoer moet word) as die wortel van die boom gekies word. Die doelfunksie van die model is op 'n vastekostemodel gebaseer en kan geïnterpreteer word as die minimalisering van die som van die koste van geselekteerde pypverbindings, plus 'n veranderlike koste wat deur die vloeibo die pypkapasiteit bepaal word. Die model vir die netwerk, bestaande uit 33 nodes en 'n potensiële 129 verbindings (boë), is as volg geformuleer (Baitshenyetsi et al., 2011):

waar

is die vastekoste geassosieer met elke boog (i,j) ,

is die koste vir 'n eenheid vloei ,

D is 'n diagonaalmatriks met diagonaal wat die produksie by node j is,

B is 'n matriks wat die verwantskap tussen nodes en boë voorstel,

C is die totale kapasiteit by die wortel van die boomnetwerk,

is die bestaande pyp kapasiteit op boog (i,j) (of 'n klein positiewe waarde indien geen pyplyn bestaan nie).

Die genoemde pyplynprobleem is 'n nie-triviale probleem en is moeilik oplosbaar (Brimberg et al., 2003). Deur dit op alternatiewe wyse met behulp van die uitgebreide boomknapsakmetode te formuleer is die probleem meer hanteerbaar gemaak en in die spesifieke geval is 'n oplossing binne 70 sekondes gevind wat slegs 2,6% van die optimum ontwerp verskil. Deur 'n bietjie met die aannames en doelfunksie van die model te eksperimenteer sal hierdie klein gaping verder verklein kan word.

3.3 Ander voorbeelde

In hierdie afdeling word nog 'n paar besluitsteunstelseltoepassings kortliks genoem wat binne die vakgroep Rekenaarwetenskap gedoen is sonder om die wiskundige modelle te gee.

3.3.1 Prysbepling deur middel van doelwitprogrammering (Tsogang et al., 2007; Bell et al., 2004)

In hierdie werk is gebruik gemaak van 'n geweegde doelwitprogrammeringsmodel om die pryse van dienste of produkte te bepaal, terwyl aspekte soos vorige pryse, mededingerspryse, wins en kostes in ag geneem word.

3.3.2 Die ontwikkeling van 'n herverkoopsprysindeks vir residensiële eiendomme in Suid-Afrika (Bester et al., 2010)

Die studie is op eiendomstransaksies gebaseer wat sedert 1993 in die Transport- en Aktekantoor geregistreer is. Die model gebruik 'n gewone kleinste-kwadrateregressieontleding waar die afhanklike veranderlike die logaritmiese prysrelatief is van elke eiendom wat twee keer verkoop is. Hierdie afhanklike veranderlike word dan deur 'n versameling fopveranderlikes ('dummy variables') bepaal wat met die verskillende tydperodes ooreenstem. Vir die eerste verkoop van die eiendom in tyd t is die veranderlike se waarde -1, vir die tweede verkoop van die eiendom is dit +1 en by al die ander periodes is die waarde 0. Hierdie model word dan uiteindelik gebruik om die prysindeks mee te bereken. Die model word tans deur een van die groot vyf banke in Suid-Afrika gebruik om huiswaardasies te doen en ook om huispryse te monitor en te voorspel.

3.3.3 Sosiale netwerkontleding vir die bepaling van risiko's (Kroon en Kruger, 2011)

'n Ondersoek is na die informele sosiale netwerke gedoen wat binne 'n organisasie kan vorm. 'n Rekenaarsel is ontwikkel om hierdie netwerke te kan ontleed met behulp van sosiale netwerkontledingstegnieke soos sentraliteit, nabyheid en ander metodes wat hoofsaaklik gebaseer is op operasionele navorsingstegnieke. Die doel is om potensiële risikoareas, veral met betrekking tot inligtingsverspreiding, te identifiseer.

3.3.4 Konsensusrangorde (Kruger en Kearney, 2008)

'n Gevallestudie is in die mynwyse gedoen om te help om 'n konsensusprioriteitslys op te stel van inligtingstegnologie-sekuriteitsbewustheidsontwerpe en -materiaal wat in 'n bewusmakingsveldtog gebruik kan word. Die metode is gebaseer op die beginsel van die minimalisering van die afstand (verskil) tussen individuele voorkeure en is met behulp van 'n lineêre toekenningsprobleem opgelos.

3.3.5 Analitiese raamwerk vir die monitering en optimering van die effektiwiteit van 'n netwerk van banktakke (Smith en Kruger, 2010)

Die hoofdoel van hierdie studie was om 'n raamwerk daar te stel wat gebruik kan word vir die bestuur van 'n netwerk van banktakke. Die metodologie wat gevolg is, het uit drie stappe bestaan, naamlik 'n groeperingsontleding om homogene groepe banktakke te identifiseer; 'n lineêre program om die effektiwiteit van banktakke binne die homogene groepe te bepaal; en 'n beslissingsboom om die finale resultate te interpreteer en te verklaar.

4. VOLWAARDIGHEID VAN OPERASIONELE NAVORSING AS PROFESSIE OF DISSCIPLINE

In Afdeling 4 gaan daar kortliks gekyk word na die volwaardigheid van operasionele navorsing as 'n professie of dissipline.

Daar is reeds so vroeg as 1970 deur CW Churchman vrae gevra oor operasionele navorsing as professie (Churchman, 1970). Russel Ackoff het in 1979 soortgelyke vrae gevra en aangetoon dat daar heelwat probleme is om operasionele navorsing as professie te erken (Ackoff, 1979a, 1979b). Ackoff het egter ook met 'n aantal voorstelle gekom in sy artikel 'Resurrecting the future of operational research' oor wat om te doen om operasionele navorsing as professie te 'red'. Die doel van hierdie afdeling is nie om oor hierdie denkers se argumente kommentaar te lewer nie, maar eerder om te kyk wat mense oor die huidige stand van operasionele navorsing as 'n volwaardige professie sê.

Om 'n mening uit te spreek oor die vraag of operasionele navorsing 'n professie is of nie, is dit gepas om eers te kyk na wat 'n professie is. Die Webster's New World Dictionary (1986) definieer 'n professie as volg:

A vocation or occupation requiring advanced education and training and involving intellectual skills such as medicine, law, theology, engineering, teaching etc.

Gass (2009) haal bronne aan wat professionele karakteristieke van 'n professie as volg beskryf:

- Professions require mastery of an esoteric body of knowledge, usually acquired through higher education
- Members of a profession typically have a good deal of autonomy in their work
- Professions usually have a professional organization that controls admission to the profession and sets standards for practice
- Professions fulfil an important social function or are committed to a social good

Gegewe die bogenoemde aanhalings kan operasionele navorsing dus geëvalueer word aan die hand van sekere kriteria om te bepaal wat die volwaardigheid daarvan as 'n dissipline of professie is.

Vir die evaluering gaan daar gebruik gemaak word van agt kriteria wat by bogenoemde definisies aansluit en wat deur Marnewick en Labuschagne (2009) voorgestel is in hulle studie waarin projekbestuur as volwaardige dissipline geëvalueer is. Die agt kriteria is as volg:

- Die bestaan van 'n substansiële **kennisbasis**. Die kennis waarna hier verwys word, is gegrond op wetenskaplike navorsing en nie op ongeverifieerde opinies nie.
- Die bestaan van **standaarde**. 'n Standaard word as 'n maatstaf of kriterium gesien wat algemeen aanvaar word deur almal wat betrokke is. Die doel is om duidelike en ondubbelsinnige kommunikasie tussen alle rolspelers te verseker.
- Die bestaan van 'n **gedragskode**. 'n Gedragskode dui op 'n versameling reëls waarvolgens lede moet optree.
- Die bestaan van formele **opvoedings/opleidingsprosesse**. Kwalifikasies en akkreditasies is hier ter sprake en word gewoonlik op grond van sekere opleidingsprosesse toegeken.
- Die bestaan van 'n **kern van professionele lede**. Professionele lede is gewoonlik in besit van formele kwalifikasies in die betrokke veld. Sulke lede onderskryf ook die gedragskode, vorm deel van die kennisbasis en pas standaarde toe.
- Die bestaan van 'n **kode van etiek**. Waardes en norme vorm 'n kode van etiek en kan gesien word as 'n versameling van morele beginsels of riglyne wat die gedrag van lede beïnvloed en beheer.

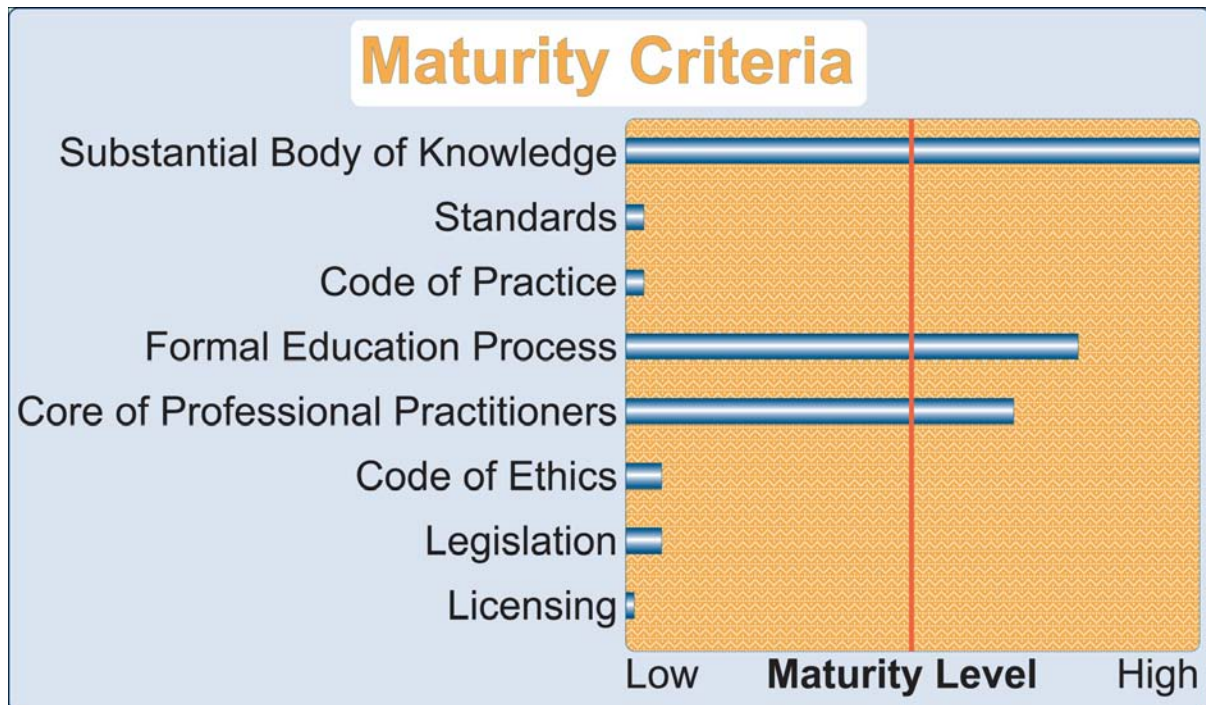
- Die bestaan van toepaslike **wetgewing**. Wetgewing verskaf die wetlike riglyne waarbinne gewerk moet word.
- **Lisensiëring**. Lisensiëring verseker dat lede bevoeg is om binne 'n sekere veld te werk. Voorvereistes vir lisensiëring is gewoonlik voltooide studies, asook minimum ervaring, wat deur 'n geakkrediteerde instelling geëvalueer word.

Elk van die kriteria bestaan uit 'n paar elemente en om 'n sinvolle evaluering van die kriteria te kan doen, beteken dit dat die elemente binne die kriteria beoordeel moet word. Hieronder volg 'n tabel met die kriteria en hul elemente. Die laaste kolom gee dan, met voorbeelde, 'n aanduiding van hoe, indien wel, daar aan die kriteria en hul elemente voldoen word.

Kriteria	Elemente	Voorbeelde
Die bestaan van 'n substansiële kennisbasis	Joernale	'n Baie groot aantal geakkrediteerde joernale bestaan. Voorbeelde sluit onder meer <i>ORiON (SA)</i> , <i>ITOR</i> , <i>EJOR</i> en <i>Discrete optimization</i> in.
	Boeke	'n Baie groot aantal teksboeke in die operasionele navorsingsveld bestaan. Dit sluit algemene operasionele navorsingsboeke in, sowel as boeke oor spesifieke onderwerpe binne operasionele navorsing.
	Konferensies	Daar word jaarliks 'n groot aantal operasionele navorsingskonferensies gehou. Die bekendstes sluit onder meer IFORS, EURO en ORSSA (SA) in. Ander streke hou ook jaarlikse konferensies. Daar is ook gereeld konferensies met gespesialiseerde operasionele navorsingsonderwerpe.
Standaard	IFORS en lidlande	Geen amptelike standaard word deur IFORS uitgegee of afgedwing nie. Party lidlande het wel 'n konstitusie met informele stellings wat dalk as standaard geïnterpreteer kan word; dit word egter nie afgedwing nie.
Gedragkode	IFORS en lidlande	Geen amptelike gedragkode word deur IFORS uitgegee of afgedwing nie. Party lidlande het wel 'n konstitusie met informele stellings wat dalk as 'n gedragkode geïnterpreteer kan word; dit word egter nie afgedwing nie.
Formele opvoeding en opleiding	Kwalifikasies	B-grade; M-grade; PhD-grade.
	Sertifisering	Geen sertifisering vind plaas nie.
	Opleiding	Universiteite (verwerwing van grade); kort kursusse deur universiteite; en werksinkels oor spesifieke onderwerpe – gewoonlik saam met konferensies.
Kern van professionele lede	Gesertifiseerde lede	Geen sertifisering vind plaas nie.
	Kwalifikasie	Grade in Operasionele Navorsing en verwante rigtings.
Kode van etiek	Gloaal	Geen amptelike kode van etiek bestaan nie. 'n Paar lidlande het wel 'n konstitusie met informele stellings wat dalk as etiese stellings geïnterpreteer kan word; dit word egter nie afgedwing nie.

		'Ethics and OR' stroom by konferensies. Eed van Prometheus – 2000 – losse reëling. Daar is slegs 75 ondertekenaars (Gass, 2009).
	Nasionaal	'n Paar lidlande het informele stellings. In SA is geen kode van etiek nie.
	Streeksvlak	Geen in SA nie.
Wetgewing	Geen	Geen
Lisensiëring	Geen	Geen

Die onderstaande figuur gee 'n grafiese voorstelling van hoe daar aan die agt kriteria voldoen word ten op sigte van operasionele navorsing. Dit is slegs 'n persoonlike skatting wat gebaseer is op die gegewens in bostaande tabel en verteenwoordig nie 'n nominale waarde vir elke kriterium nie.



Die grafiek en die inligting is effens teleurstellend as dit gebruik sou word om die volwaardigheid van operasionele navorsing te bepaal. Daar is duidelik by meeste van die kriteria nog baie verbetering nodig voordat operasionele navorsing as volwaardige professie in die tradisionele sin gesien kan word. Hierdie bevinding blyk in lyn te wees met die probleme wat mense soos Churchman (1970) en Ackoff (1979a, 1979b) reeds in die 1970's geopper het. Die vraag ontstaan nou of operasionele navorsing, afgesien van die bevindinge hierbo, suksesvol bedryf word of nie (indien dit dan nie volwaardig is nie). In die volgende afdeling is 'n paar persoonlike gevolgtrekkings oor die sukses van operasionele navorsing, asook enkele gedagtes oor die betekenisvolheid daarvan.

5. BESPREKING EN GEVOLGTREKKINGS

Sukces is iets wat deur verskillende mense verskillend gedefinieer word. Dit word dikwels geassosieer met begrippe soos onder meer 'goeie', 'gelukkig', 'prestasie', 'triomf', 'behaal'

en 'voorspoed'. Daar is egter nie enige literatuurbronne wat aandui dat sukses totaal en al van sekere kriteria afhang wat veronderstel is om volwaardigheid te meet nie. Trouens, Ackoff (1979a, 1979b) het reeds in 1979 te velde getrek teen 'n dissipline wat so noukeurig gedefinieer en gereguleer word omdat dit byvoorbeeld interdissiplinêre wisselwerking verlore sou laat gaan. Ten spyte hiervan moet mens egter steeds die afleiding maak dat operasionele navorsing geweldige geleenthede het om te groei as professionele dissipline. Die kriteria wat vroeër bespreek is, is wel belangrik en verdien sekerlik op die een of ander manier aandag. Die belangrikheid daarvan word beklemtoon deur die feit dat ander verwante dissiplines wel aan hierdie kriteria voldoen – of ten minste in 'n groot mate. Voorbeelde van sulke professionele organisasies wat nou verwant is aan operasionele navorsing, sluit in die Institute of Certified and Chartered Statisticians of South Africa, die Association of Computing Machinery (ACM), die Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) en die Society for Modelling and Simulation International (SCS) (Gass, 2009).

Dit is belangrik dat daar nie net na volwaardigheid as dissipline gekyk word nie, maar dat daar ook iets oor sukses en die betekenisvolheid van operasionele navorsing gesê word. Om sukses in die onderrig van operasionele navorsing te meet is daar sekerlik baie faktore wat mens in ag kan neem. Voorbeelde hiervan kan onder meer die volgende insluit:

- Deurvloeisyfers
- Studente-evaluerings
- Terugvoer van eksterne moderatore/eksaminatore
- Verkryging van fondse
- Publikasies
- Konferensiebydraes

Al hierdie dinge is natuurlik baie nodig en daar behoort deurgaans hard daaraan gewerk te word – as ons nie suksesvol is nie, word alle verdere goeie voornemens in die weegskaal geplaas. Gegewe die suksesfaktore en die feit dat dit blyk dat operasionele navorsing nie 'n volwaardige professie volgens die literatuurfaktore is nie, ontstaan die vraag nou of operasionele navorsing suksesvol onderrig en bedryf kan word. Sonder om 'n wetenskaplike ondersoek of meting te doen is dit redelik veilig om aan te neem dat, gebaseer op die paar suksesfaktore hierbo genoem, dit wel suksesvol onderrig word. Om aan sukses en suksesfaktore te werk (en dit te bereik) is dus noodsaaklik, maar dit behoort nie die finale einde van ons pogings te wees nie – ons moet ons sukses na betekenisvolheid toe neem, anders word die suksesfaktore maar net nog 'n lysie waarop ons iets moet afmerk.

Hoe is ons dan betekenisvol in die onderrig van operasionele navorsing?

Die idee van betekenisvolheid en die rede hoekom dit belangrik is, kan dalk die beste geïllustreer word aan die hand van 'n standpunt wat onlangs deur 'n sakeleier gestel is:

Die hoof-uitvoerende beampte van T-Systems ('n sagtewaremaatskappy) het onlangs in 'n televisieprogram gesê haar onderneming werk volgens die beginsel 'van Sukses na Betekenisvolheid'. Sy het die begrip 'betekenisvolheid' (soos wat dit in hulle onderneming toegepas word) as volg beskryf: As iemand van 'n agtergeblewe gebied in diens geneem en opgelei word om die werk te doen, is hulle suksesvol (byvoorbeeld ten opsigte van 'n transformasiebeleid); as iemand met so 'n benadeelde agtergrond egter gehelp en gelei kan

word om 'n pos te beklee waar hy/sy in 'n gespesialiseerde omgewing met gespesialiseerde tegnologie en toerusting werk, is die aanvanklike sukses na betekenisvolheid geneem.

Daar is baie ander sulke praktiese voorbeelde van hoe om betekenisvol te wees. Die sentrale gedagte bly egter altyd dat dit belangrik is dat daar nie by suksesse vasgesteek sal word nie, maar dat ernstige pogings aangewend sal word om ook betekenisvol te wees. Met dít in gedagte is die volgende vraag dus nou of operasionele navorsing, afgesien van die sukses daarvan, ook betekenisvol is. Die kort antwoord is dat daar reeds vordering gemaak is op die pad na betekenisvolheid. Hieronder is enkele voorbeelde.

- Wanneer 'n student van die platteland af kom, miskien selfs uit 'n agtergeblewe gemeenskap, en so iemand stap hier weg en werk in 'n hoogs tegnologiese of gespesialiseerde omgewing, of word 'n gerekende probleemoplosser, word daar van sukses na betekenisvolheid beweeg.
- As die dinge waaraan jy (en jou studente tydens en ná hulle studies) werk werklik 'n verskil gaan maak of 'n bydrae gaan lewer, byvoorbeeld vir beter gesondheidsorg of beter opvoeding, dan beweeg ons van sukses na betekenisvolheid. Operasionele navorsing is 'n besondere vakgebied wat by uitstek reeds groot bydraes op hierdie gebied lewer. Daar is byvoorbeeld 'n spesiale kategorie binne operasionele navorsing wat 'OR for developing countries' genoem word. Hieronder vind mens 'n baie groot verskeidenheid van projekte en toepassings wat te doen het met onder meer opvoeding, gesondheidsorg, watervoorsiening en voedselvoorsiening.
- As 'n werklike liefde en belangstelling vir 'n vak gekweek word, beweeg ons van sukses na betekenisvolheid. Hier kan miskien teruggegryp word na die spesifieke suksesfaktor wat die aantal nagraadse studente as maatstaf gebruik. In die vakgroep Rekenaarwetenskap was daar die laaste tyd 'n aansienlike toename in M- en D-studente – ook wat betref besluitsteunstelsels (operasionele navorsing). Alhoewel dit waarskynlik nie die enigste rede is nie, is dit seker veilig om aan te neem dat 'n student nie 'n nagraadse studie sal kies indien hy of sy nie 'n mate van liefde of belangstelling vir die vak het nie. 'n Ander voorbeeld van 'n poging om betekenisvol te wees is die Afrika-inisiatief wat ORSSA van stapel gestuur het – die doel hiervan is om wyer as net in Suid-Afrika 'n begrip en belangstelling vir operasionele navorsing te probeer vestig.
- Wanneer 'n student die wêreld ingestuur word en hy/sy 'n 'sukses' is – in die sin dat die student hou van wat hy/sy doen en ook van hoe hy/sy dit doen – beweeg ons van sukses na betekenisvolheid toe.

Om op te som, gemeet aan die kriteria wat in die literatuur voorgestel word, blyk dit dat operasionele navorsing slegs gedeeltelik voldoen aan die vereistes van 'n volwaardige professie. Volwaardigheid is egter nie die enkele bepaler van die algehele suksesvolle bedryf en onderrig van operasionele navorsing nie. Die onderrig daarvan is suksesvol wanneer faktore soos onder meer studentegetalle, deurvloeiysifers en eksterne verslae geëvalueer word. Dit wil voorkom asof operasionele navorsing en die onderrig daarvan ten minste probeer om betekenisvol te wees, alhoewel daar ook heelwat meer geleenthede bestaan. Art Geoffrion (1976) het in 1976, met betrekking tot wiskundige programmering, gesê: "The purpose of modelling is insight, not numbers." Hy het natuurlik na insig in 'n spesifieke probleem of toepassing verwys. Dit is egter 'n goeie voorbeeld van hoe 'n mens (veral in operasionele navorsing) nie sommer die eerste en voor die handliggende doelwit as die enigste doel moet aanvaar nie. Daarom is ek ook van mening dat ons nie by ons

suksesse in operasionele navorsing moet vassteek nie, maar dat ons van sukses na betekenisvolheid moet beweeg. Die idee is dus dat ons so met operasionele navorsing sal omgaan dat ons as 'n volwaardige professie gereken sal word en suksesvol sal wees. Dit alleen is egter nie genoeg nie; ons moet ook daarvan oortuig wees dat ons werklike en blywende bydraes lewer – dan is ons ook betekenisvol.

Ter afsluiting: 'n Aanhaling van die komponis Ernest Newman gee waarskynlik 'n goeie beskrywing van die meeste operasionele navorsers:

The great composer does not set to work because he is inspired, but becomes inspired because he is working.

VERWYSINGS

- Ackoff, R.L. 1979a. The future of operational research is past. *The Journal of the Operational Research Society*, 30(2):93-104.
- Ackoff, R.L. 1979b. Resurrecting the future of operational research. *The Journal of the Operational Research Society*, 30(3):189-199.
- Baitshenyetsi, L.P., Hattingh, J.M. & Kruger, H.A. 2011. Tiragatso ya itlhagiso ya setlhare se se okeditsweng ka kgetsi mo bothateng jwa popo ya metato ya dipeipi tsa oli. *ORiON*, 27(2):101-117.
- Bell, A., Hattingh, J.M. & Kruger, H.A. 2004. 'n Produkprysbepalingsmodel met behulp van doelwitprogrammering. (Navorsingsverslag nr.FABWI-N-RKW:2004-138.)
- Bester, H., Kruger, H.A. & De Jongh, P.J. 2010. Developing a repeat sales property price index for residential properties in South Africa. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. (Verhandeling – M.Sc.)
- Brimberg, J., Hansen, P., Lih, K., Mladenovic, N. & Breton, M. 2003. An oil pipeline design problem. *Operations Research*, 51(2):228-239.
- Churchman, C.W. 1970. Operations Research as a profession. *Management Science*, 17(2):B37-B53.
- Gass, S.I. & Assad, A.A. 2005. An annotated timeline of Operations Research. An informal history. Springer: Kluwer Academic Publishers.
- Gass, S.I. 2009. Ethical guidelines and codes in operations research. *Omega*, 37:1044-1050.
- Geoffrion, A. 1976. The purpose of mathematical programming is insight, not numbers. *Interfaces*, 7(1):81-92.
- Hattingh, J.M., Kruger, H.A. & Du Plessis, P.M. 2005. Linear model selection – towards a framework using a mixed integer linear programming approach. *The South African Statistical Journal*, 39:197-220.
- Ittmann, H. 2011. OR practice in South Africa. (Paper read at the IFORS Conference, 10-15 July 2011, Melbourne, Australia.)
- Kruger, H.A. & Kearney, W.D. 2008. Consensus ranking – an ICT security awareness case study. *Computers and Security*, 27(7-8):254-259.
- Kroon, J.L. & Kruger, H.A. 2011. Social network analysis in ICT security awareness. M dissertation to be completed in 2012.
- Le Menestrel, M. & Van Wassenhove, L.N. 2009. Ethics in Operations Research and Management Science: A never-ending effort to combine rigor and passion. *Omega*, 37:1039-1043.

Marnewick, C. & Labuschagne, L. 2009. An analysis of the maturity of project management as a discipline. (Paper read at the 21st Conference of the Southern Africa Institute for Management Scientists (SAIMS), 13-16 September 2009, Port Elizabeth. ISBN: 978-1-920176-53-2.)

ORSSA. 2011. Beschikbaar by <http://www.orssa.org.za> [Datum van gebruik: 27 Mei 2011].

Smith, E.H. & Kruger, H.A. 2010. A framework for evaluating IT security investments in a banking environment. (Paper read at the Information Security for South Africa (ISSA 2010) Conference, Johannesburg, 2-4 August. ISBN: 978-1-4244-5494-5. IEEE Catalogue number: CFP1066I-CDR. Library of Congress: 2009937724.)

Stewart, T.J. 1995. OR practice in South Africa. *European Journal of Operations Research*, 87:464-468.

Tsogang, M.P., Kruger, H.A. & Hattingh, J.M. 2007. Price determination based on goal programming principles. (Paper read at the 22nd European Conference on Operational Research, 9-11 July 2007, Prague, Czech Republic.)

Van der Westhuizen, M.M., Hattingh, J.M. & Kruger, H.A. 2010. Experiments to improve forecasting accuracy of regression models with minimal assumptions. Lecture notes in management science. (Paper read at the 2nd International Conference on Applied Operational Research [ICAOR10], August 2010, Turku, Finland. ISBN 978-952-12-2414-0. p34 – 44.)

Webster's New World Dictionary. 1986.