

## 'n Verspreide kennisgefundeerde netwerkstelsel vir optimale benutting van Suid-Afrikaanse wol

*A distributed knowledge-based system for the optimum utilisation of South African wool*

### **NOMUSA DLODLO**

Nasionale Universiteit van Wetenskap en Tegnologie,  
Bulawayo, Zimbabwe  
E-pos: ndlodlo@nust.ac.zw, ndlodlo@csir.co.za



Nomusa Dlodlo



Lawrance Hunter

### **LAWRANCE HUNTER**

Nelson Mandela Metropolitaanse Universiteit,  
Port Elizabeth, Suid-Afrika  
E-pos: lawrance.hunter@nmmu.ac.za

### **ANTON F. BOTHA & ROGER G.M. METELERKAMP**

Wetenskaplike en Nywerheidsnavorsingsraad, Materiaal-,  
Wetenskaplike- en Vervaardigings- Operasionele Eenheid,  
Somerstrand, Port Elizabeth, Suid-Afrika  
E-pos: afbotha@csir.co.za & rmetler@csir.co.za



Anton Botha



Roger Metelerkamp

**NOMUSA DLODLO** is 'n rekenaarwetenskaplike wat spesialiseer in inligtingstelsels. Sy het 'n MSc in Besigheidsdataprozessering aan die Universiteit van Leningrad in Rusland (1994) behaal en 'n PhD aan die Universiteit van Liverpool in Engeland (1997). Sy het haar loopbaan in 1990 as lektor in rekenaarstudies by die Bulawayo Polytechnic in Zimbabwe begin en in 1998 is sy by die Departement van Rekenaarwetenskap aan die Nasionale Universiteit van Wetenskap en Tegnologie (NUST) in Zimbabwe aangestel. In 2005 is sy aangestel as 'n nadoktorale navorser by die WNNR se Materiaal-, Wetenskap- en Vervaardigings-Operasionele Eenheid in Port Elizabeth. Tans is sy 'n senior navorser by die WNNR Meraka Operasionele Eenheid in Pretoria. Sy het 30 wetenskaplike artikels en konferensiereferate gepu-

**NOMUSA DLODLO** is a computer scientist, specialising in information systems. She received her MSc in Business Data Processing at the Leningrad University in Russia (1994) and her PhD from the University of Liverpool in the UK (1997). She commenced her career in 1990 as a lecturer in computer studies at the Bulawayo Polytechnic in Zimbabwe and in 1998 she was appointed as a lecturer in the Department of Computer Science at the National University of Science and Technology (NUST) in Zimbabwe. In 2005, she was appointed as a Post Doctoral Researcher at the Materials Science and Manufacturing Operating Unit of the CSIR and was based in Port Elizabeth. She is currently employed as a Senior Researcher at the CSIR Meraka Operating Unit in Pretoria. She has published over

<p>bliseer. Haar ondervinding sluit in: eksterne eksaminator, onderrigsektor-konsultant en projek-koördineerder by die “Girls and Women in Science and Technology Roadshow” (2003) en sy het ook die Staff Exchange AAU/DADD fellowship van die Kenya Universiteit (2003) ontvang. Sy was ook ’n lid van die programkomitee vir die SACLA 2006-konferensie en waarnemende voorsitter van die Rekenaarwetenskap Departement, NUST in Zimbabwe (2003).</p>	<p>30 scientific articles and conference papers. She has also acted as an external examiner, education sector consultant and a project coordinator in the “Girls and Women in Science and Technology Roadshow” (2003). She received a Staff Exchange AAU/DADD fellowship at Kenya University (2003) and also served as a programme committee member for the SACLA 2006 conference and acting Chairperson of the Computer Science Department, NUST in Zimbabwe (2003).</p>
<p><b>LAWRANCE HUNTER</b> is ’n wêreldbekende tekstielwetenskaplike. Hy het sy MSc (1969) en PhD (1974) in Tekstiele aan die Universiteit vna Port Elizabeth (UPE), (nou NMMU) verwerf. Hy het verskeie sertifikate in Tekstiele by Leicester Polytechnic (nou De Montford Universiteit – Engeland) en die “City and Guilds” (van London) verwerf, en het die Wolsey en Bentley Engineering Prys vir die hoogste punte ontvang, asook ’n silwer medalje in die “City and Guilds” se finale eksamen.</p> <p>Hy het in 1965 by die WNNR as navorsor aangesluit en is deur die range bevorder tot Direkteur en is in 1999 as deelgenoot by die WNNR aangestel en hy het ook die WNNR se Uitmuntende Presteerdere-toekenning ontvang. In 1967 is hy as geakkrediteerde lektor vir die BSc Tekstiel- kursus te UPE aangestel en in 1988 as Professor en Hoof van die Departement Tekstielwetenskap aan die NMMU.</p> <p>Hy het as voorsitter van verskillende internasionale komitees opgetree en is die “Fellowship” (FTI) van die “Textile Institute” (VK) toegeken, asook die toonaangewende Warner Memorial Medalje vir uitmuntende gepubliseerde werk in Tekstielwetenskap en tegnologie, die enigste Suid-Afrikaner wat ooit hierdie prestasie kon behaal.</p> <p>Hy het meer as 150 wetenskaplike en tegniese artikels in nasionale en internasionale vaktydskrifte en konferensies gepubliseer of aangebied en het ook die enigste rigtinggewende tegniese boek oor sybokhaar in 1993 gepubliseer. Hy het ook tot ’n aantal hoofstukke in verskillende wetenskaplike en tegniese boeke bygedra, wat in Europa en Amerika gepubliseer is.</p>	<p><b>LAWRANCE HUNTER</b> is world renowned textile scientist. He received his MSc Textiles (1969) and PhD (1974) from the University of Port Elizabeth. He received Certificates in Textiles from the Leicester Polytechnic (now De Montford University – UK) and the City and Guilds (of London) being awarded the Wolsey and Bentley Engineering Prize for the highest marks and a Silver Medal in the City of Guilds of London Technician’s Final Certificate.</p> <p>He joined the CSIR as a researcher in 1965 and progressed to the position of Director, receiving the CSIR outstanding achievers award in 1994 and being appointed as a CSIR Divisional Fellow in 1999. In 1967 he was appointed as accredited lecturer for the BSc Textiles at the University of Port Elizabeth (now the Nelson Mandela Metropolitan University – NMMU) and since 1988 holds the position of Professor Extraordinary and Head of the Department of Textile Science at NMMU.</p> <p>He has acted as chairman of various international committees and was awarded the Fellowship (FTI) of the UK based Textile Institute. He was awarded the prestigious Warner Memorial Medal by the Textile Institute for Outstanding Published Work in Textile Science and Technology, the only South African ever to achieve this. He has published over 150 scientific and technical papers in national and international journals and conferences and has also published the only definitive technical book on Mohair in 1993. He has contributed Chapters for a number of scientific and technical books published in the UK and the USA.</p>
<p><b>ANTON BOTHA</b> is ’n fisikus in tekstielwetenskap, wat spesialiseer in verskeie diervesels. Hy het ’n MSc (Vastetoestand Fisika) (1990) en PhD (Tekstielwetenskap) (2005) aan die Universiteit van Port Elizabeth (UPE), (nou NMMU) verwerf.</p>	<p><b>ANTON BOTHA</b> is a physicist in textile science, specialising in animal fibres. He received his MSc (Solid state Physics) (1989) and PhD (Textile Science) (2005) from the University of Port Elizabeth (UPE) (now the Nelson Mandela Metropolitan University (NMMU)).</p>

<p>Hy het sy loopbaan in 1989 as Assistent Lektor by die Fisika Departement van UPE begin. Hy het daarna, in Mei 1990, by die WNNR in Port Elizabeth as navorsers aangesluit, waar hy homself opgewerk het tot sy huidige posisie as Senior Navorsers in die Materiaal-, Wetenskaplike- en Vervaardigings- Operasionele Eenheid van die WNNR.</p> <p>Hy is tans 'n lid van die Oos-Kaapse Seksie van die Textile Institute (VK) en is 'n ekspert in die eienskappe en die verwerking van diervesels, veral wol, sybokhaar en kasjmier. Hy het bykans 15 vaktidyskrif en konferensie-artikels gepubliseer.</p>	<p>He started his career in 1989 as an Assistant Lecturer in the Physics Department of UPE, then in May 1990 he joined the CSIR in Port Elizabeth as a researcher in textile science, progressing to his current position as a Senior Researcher in the Materials, Science and Manufacturing Operating Unit of the CSIR.</p> <p>He is a Committee Member of the Eastern Cape Section of the Textile Institute (UK) and is an expert in the properties and processing of animal fibres, in particular wool, mohair and cashmere. He has published some 15 journal- and conference papers.</p>
<p><b>ROGER METELERKAMP</b> het in 1988 sy BSc Honneurs (Chemie) aan die Rhodes Universiteit in Grahamstad, Suid-Afrika verwerf en het daarna 'n Nagraadse Sertifikaat in Praktiese Projekbestuur van die Universiteit van Suid Afrika: Nagraadse Skool van Besigheidsleierskap (2002), verwerf.</p> <p>Hy begin sy loopbaan as 'n tekstielwetenskaplike in Januarie 1990 by die WNNR in Port Elizabeth en is tans 'n navorsers in tekstielchemie, en dekkleuring en afwerking, sowel as inligtingstechnologie- werk en die toepassing van kunsmatige intelligensie in tekstielverwerkingsomstandighede.</p> <p>Hy is tans 'n lid van die Oos-Kaapse Afdeling van die Tekstielinstituut en die Suid-Afrikaanse Chemiese Instituut.</p>	<p><b>ROGER METELERKAMP</b> received his BSc Honours degree (Chemistry) from Rhodes University, Grahamstown, South Africa in 1989. He received a Post Graduate Certificate in Practical Project Management from the University of South Africa: Post Graduate School of Business Leadership (2002).</p> <p>His started his career as a textile scientist at the CSIR in Port Elizabeth in January 1990 and currently holds the position of a researcher in textile chemistry, covering all areas of textile chemistry, dyeing and finishing and information technology, as well as the application of knowledge management and artificial intelligence to textile processing.</p> <p>He is also a member of the Eastern Cape Section of the Textile Institute and South African Chemical Institute.</p>

## ABSTRACT

### ***A distributed knowledge-based system for the optimum utilisation of South African wool***

*This article describes the concept and development of a knowledge-based advisory system for the optimum utilisation of South African wool for the benefit of present and potential investors and other interested parties.*

*Wool is a natural animal fibre produced in varying quantities around the world. The wool fibre is far from homogenous; its type and quality, such as fineness and length, depending on the breed of sheep and the environmental conditions prevailing during its growth. Wool is used in a variety of end uses, ranging from fine worsted suiting, to hand knitting yarn, carpets, blankets and aircraft upholstery, its use depending largely on its fibre fineness and length.*

*The wool industry is one of the oldest agricultural industries in South Africa, playing an important economic role as an earner of foreign exchange, and providing a living to many people. Wool is produced in many parts of South Africa under extensive, semi-extensive or intensive conditions, and is largely an export commodity. It is produced and traded in a sophisticated free market business environment into the international market place, where supply and demand forces determine price levels.*

*More than 90% of locally produced wool is exported in an unprocessed or semi-processed form which detrimentally affects employment, foreign exchange and income-generating opportunities associated with value-addition prior to export. To reduce the amount of wool exported in unprocessed or semi-processed form, wool-processing enterprises need to be established to produce internationally marketable end products. Therefore, South Africa needs to attract investors into the wool sector, who will set up manufacturing mills in an economically sustainable manner. Potential and present investors in the South African (S.A.) wool industry need easily accessible and up-to-date information on the production statistics, processing properties and end-use applications of the wool they need for the particular end-products they manufacture or could manufacture. To achieve this and ensure accessibility to such continuously updated information, it is essential to develop an integrated computer-based system.*

*It is with the above in mind that a knowledge-based system for the optimum utilisation of South African wool has been developed, which is described here. This paper reviews relevant work in this field and covers wool production statistics in South Africa, the end uses of the wool fibre versus the diameter of the fibre, the advantages of distributed architectures, and the flow of processes in a wool utilization system. It then sets out the concept and development of the proposed system, including the architecture of the proposed expert system, the associated analysis and finally the conclusions. The components of the expert system, namely the knowledge base, inference engine, knowledge acquisition component, and explanation system are described.*

*The architecture of the system incorporates the concept of distributed systems and the related advantages incorporated in its general architecture and within its internal components. It marries both expert and general knowledge-based systems, consisting of a combination of an ordinary knowledge-based system (KBS) that can be queried for information and an expert system that provides advice to users. The distributed system developed involves collection of autonomous components that are interconnected, which enables these components to coordinate their activities and share resources of the system, so that users perceive the system as a single integrated facility. There are a number of advantages of such a distributed system and these are articulated in the paper. This approach allows not only incremental development of the system, but also facilitates sharing of data and information.*

*The distributed nature of the architecture of the system developed, consists of three main elements:*

- The expert system to advise on the characteristics of the wool that is required for a particular end use*
- A knowledge-based system for querying on the distribution of wool of the various characteristics in South Africa*
- An expert system for the selection of the best alternative area for investment for the particular product end use.*

*The knowledge base consists of a number of databases, each representing the various wool characteristics. This represents a distributed architecture of the knowledge base. Therefore, this architecture inherits all the advantages of distributed processing systems as described in the paper. These knowledge bases can be queried by the user via a database management system (DBMS), a software that manages the creation, updating, maintenance and querying of the database.*

*In terms of wool utilization, the system involves capturing the end-use and requirements of a product and from it, retrieving the characteristics of the wool that will meet the particular end-use. The availability of the wool is then checked by region and province for each style, type, clip*

*type, yield, colour, vegetable matter fault and micron range, in line with the latest statistics available.*

*The system developed enables questions such as the following to be asked at the user interface:*

- *What is the anticipated end use of the wool?*
- *What criteria must the wool satisfy for the selected end-use?*
- *What quantities of wool are required?*

*The outputs at the user interface of the system are the quantities of wool per province and region in terms of micron, style, yield, colour, type, clip type as available on the web-site of Cape Wools SA. At the very end of the system, the best alternative site for siting the manufacturing base can also be indicated.*

**KEY WORDS:** Knowledge-based system, distributed system, expert system, utilisation of wool, South African wool

**TREFWOORDE:** Kennisgefundeerde stelsel, netwerkverspreide stelsels, ekspertstelsel, wolverbruik, Suid-Afrikaanse wol

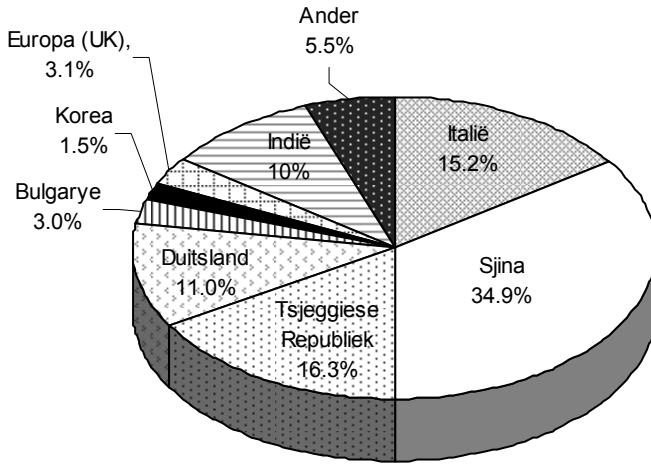
## **OPSOMMING**

Beleggers en ander rolspelers in die Suid-Afrikaanse (SA) wolnywerheid, sowel as verwerkers van plaaslike wol, vereis die mees onlangse data en inligting oor die produksie en eienskappe van plaaslike wol en die geskiktheid daarvan vir spesifieke eindprodukte. Hierdie artikel beskryf die konsep, ontwikkeling en struktuur van 'n elektroniese, kennisgefundeerde ekspertstelsel, wat die produksie, eienskappe en benutting van Suid-Afrikaanse wol dek, tot voordeel van teenswoordige en toekomstige beleggers en ander belanghebbendes. Die struktuur van die stelsel behels die konsep van netwerkverspreide stelsels en die verwante voordele van die algemene argitektuur en afsonderlike interne komponente. Die stelsel kombineer sowel die ekspert- as die algemene kennisgefundeerde stelsels.

## **1. INLEIDING**

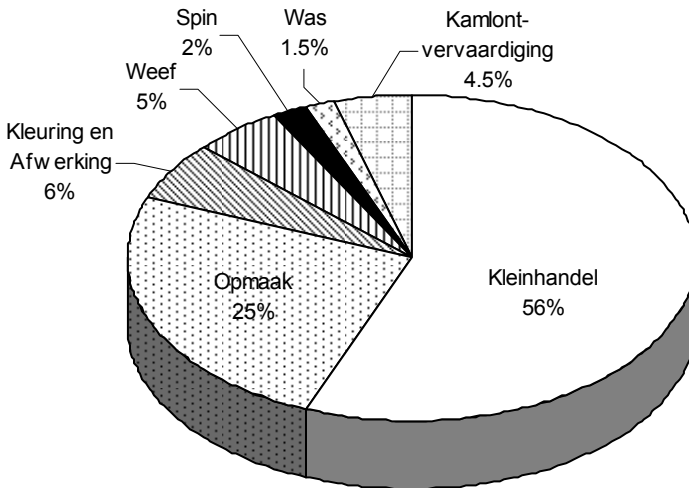
Wol is 'n natuurlike dierevesel wat in verskillende hoeveelhede in verskeie dele van die wêreld geproduseer word. Die wolvesel is ver van homogeen, met eienskappe en gehalte wat deur genetiese sowel as omgewingsfaktore bepaal word wat tydens die leeftyd daarvan ervaar word. Wol word geproduseer en verhandel in 'n gesofistikeerde internasionale vrye mark, waar vraag en aanbod pryse bepaal. Die meeste wol is afkomstig van die Suidelike Halfrond en word uitgevoer na wolvervaardiging- en verbruikerstreke soos Noord-Amerika, Europa, Japan en China. 'n Hoë persentasie wol wat in lande soos Suid-Afrika geproduseer word, word in 'n onverwerkte, d.w.s. rou vorm, uitgevoer en word in ander lande verwerk tot 'n wye verskeidenheid eindgebruik<sup>23</sup>, soos in fyn kamwolstof, handbreigaring, matte, komberse en vliegtuigsitplekbekleedsels.

Die wolbedryf is een van die oudste landboubedrywe in Suid-Afrika<sup>31</sup> en speel 'n belangrike ekonomiese rol as verdieners van buitelandse valuta en verskaffer van inkomste aan Suid-Afrikaners. Wol word in verskillende dele van Suid-Afrika, maar hoofsaaklik in ekstensiewe, semi-ekstensiewe of intensiewe omstandighede geproduseer. SA wol word dikwels as "Cape Wool" beskryf. Teenswoordig word meer as 90% van Suid-Afrikaanse wol in 'n semiverwerkte of onverwerkte vorm uitgevoer. Vetwol se uitvoer vir die 2007/2008-skeerseisoen het 31.2 miljoen kilogram beloop, wat 71.6% van die totale skeersel verteenwoordig. Die belangrikste uitvoerlande word geïllustreer deur Figuur 1<sup>8</sup>.



**Figuur 1:** *Vetwol uitvoer vir 2007/2008-seisoen<sup>8</sup>*

Die uitvoer van semiverwerkte en onverwerkte wol, eerder as die finale produk, het vanselfsprekend 'n negatiewe uitwerking op werkloosheid en geleenthede om buitelandse valuta te verdien en inkomste te skep. Waardetoevoeging voor uitvoer kan 'n positiewe uitwerking op bogenoemde faktore hê, soos geïllustreer kan word deur die kostekomponente van 'n manspak in die kleinhandel in Figuur 2. Soos gesien kan word, maak die waarde van wolvesel as sodanig minder as vyf persent van die verkoopsprys van 'n manspak uit.



**Figuur 2:** *Kostekomponente van 'n manspak*

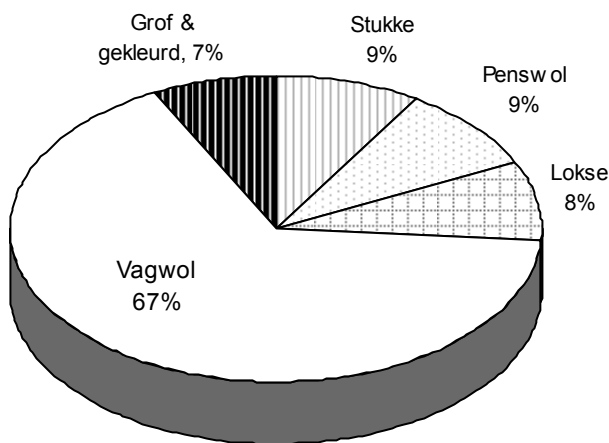
Dit is met voorafgaande in gedagte dat navorsing gedoen is om 'n kennisgefundeerde stelsel te ontwikkel, gemik op die verwerking en optimale benutting van plaaslike wol. Daarvolgens is bepaal dat die struktuur van so 'n stelsel die beginsel van netwerkverspreide stelsels moet insluit en moet bestaan uit 'n kombinasie van 'n gewone kennisgefundeerde stelsel (KBS), wat die nodige inligting op aanvraag kan verskaf, en 'n ekspertstelsel, wat advies aan verbruikers kan bied.

KBS word gedefinieer as rekenaarstelsels wat geprogrammeer is om menslike probleemoplosvermoë na te boots deur te verwys na naslaandatabasisse oor 'n spesifieke onderwerp. Ekspertstelsels is 'n tipe KBS. Sulke stelsels is rekenaarmodelle van menslike kundigheid in 'n spesifieke gebied en is ontwerp om advies te gee en besluitneming te vergemaklik vir die oplossing van 'n spesifieke probleem binne 'n goed gedefinieerde kennisdomein. 'n Ekspertstelsel tree soos 'n hoogs kundige konsultant op, vra inligting, en pas dan die inligting toe op die reëls wat dit geleer het en maak dan die nodige gevolgtrekkings<sup>16</sup>.

Hierdie artikel bespreek die konsep, ontwikkeling en struktuur van 'n verspreide kennisgefundeerde netwerkstelsel, gerig op Suid-Afrikaanse wol, en is soos volg gestruktureer: Afdeling 2 handel oor wolproduksiestatistiek in Suid-Afrika. Afdeling 3 dek die eindverbruike van die wolveisel volgens die deursnee daarvan. Afdeling 4 bespreek die basiese komponente van kennisgefundeerde stelsels. Afdeling 5 behandel die voordele van netwerkverspreide strukture. Afdeling 6 dui die besluitnemingsprosesse van die beoogde wolstelsel aan en Afdeling 7 gee 'n oorsig van vorige werk op hierdie gebied. Afdeling 8 beskryf die struktuur van die voorgestelde ekspertstelsel. Afdeling 9 bevat ontledings en gevolgtrekkings.

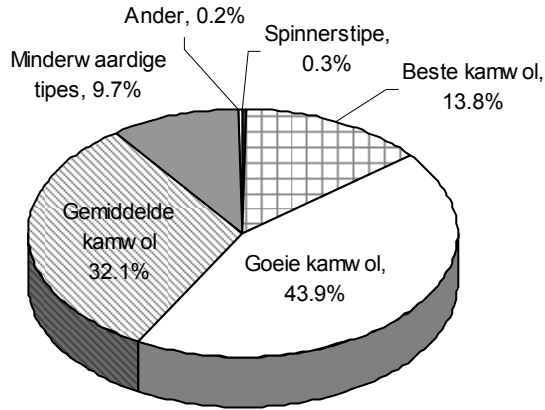
## 2. WOLPRODUKSIE-STATISTIEK

Die Suid-Afrikaanse wolskeersel bestaan hoofsaaklik uit merinowol, met die 2007/2008-wolseisoen se skeerselsamestelling soos geïllustreer in Figuur 3<sup>7</sup>. Die verspreiding van woltipes soos in 2007/2008 word in Figuur 4<sup>8</sup> geïllustreer.



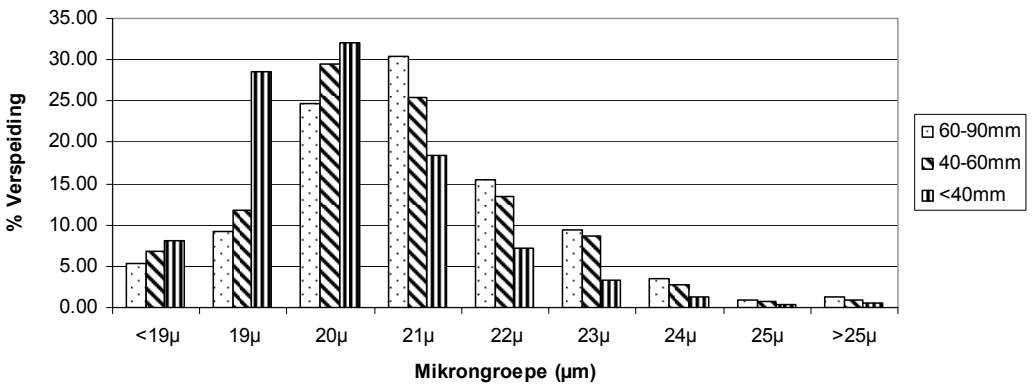
**Figuur 3:** Suid-Afrikaanse wolskeersel<sup>7</sup>

Die veseldeursnee van Suid-Afrikaanse (SA) wol varieer van sowat 18 tot 27 mikron, met meer as 77% van die skeersel fyner as 22 mikron, terwyl langwol (60mm en langer) meer as 59% [Figuur 5<sup>7</sup>] van die skeersel uitmaak.



**Figuur 4:** Klassifikasie van wol tipes<sup>8</sup>

**Mikronverspreiding binne Lengtegroepe (2007/2008 seisoen)**



**Figuur 5:** Die mikron/lengteverspreiding van SA wol<sup>7</sup>



### 3. EINDGEBRUIKE VAN WOL

Vanweë die wye verspreiding van veseldeursnee en stapellengte van SA wol, kan dit tot 'n groot verskeidenheid fynwolklarasie deur die kamwolstelsel verwerk word. Veseldeursnee (gemeet in  $\mu\text{m}$ ) en lengte (gemeet in mm) is die primêre eienskappe wat die gehalte en prys van wol bepaal. Die fynheid van SA merino-tipe wol word in die algemeen soos in Tabel 1<sup>32</sup> geklassifiseer, terwyl die tipiese wolveseldeursnee vir verskillende eindprodukte in Tabel 2<sup>3</sup> aangetoon word.

**TABEL 1:** Mikrongroepverdelings<sup>32</sup>

Mikronbestek	Mikrongroep
$\leq 19\mu\text{m}$	Superfyn
19.1 – 20 $\mu\text{m}$	Fyn
21.1 – 22 $\mu\text{m}$	Medium
22.1 – 24 $\mu\text{m}$	Sterk (grof)
24.1 – 27 $\mu\text{m}$	Oor sterk (Baie grof)

**TABEL 2:** Eindgebruike van wol (aangepas van verwysing 23)

	Volle mikron bestek (mikron)	Mees algemene mikronbestek (mikron)
<b>Klerasieprodukte</b>		
<b>Mans geweefde boklere</b>	20-31	22-27
<b>Dames geweefde boklere</b>	19-30	20-26
<b>Breiware</b>	19-33	19-22 en 26-30
<b>Onderklere</b>	19-23	19.5-22
<b>Kouse</b>	21-32	23-28
<b>Handbreigare</b>	25-34	25-26 en 30-32
<b>Nie-klerasieprodukte</b>		
<b>Saamgedrukte vilt</b>	19.5-31.5	22-31
<b>Kwiltvulsels</b>	25-37.5	28-33
<b>Meubelstof</b>	27-37	28-34
<b>Matte/Tapyte</b>	30-39	34-36
<b>Matrasvulsels</b>	30-39	33-37.5
<b>Komberse</b>	20-36	27-34

Ongeveer twee-derdes van wol se globale verbruik word opgeneem deur klerasie en een-derde in ander produkte, soos: matte, komberse, vilt en stoffering. Die nuutwolverbruik in klerasie is 20% in mansklerie, 30% in damesklerie, 25% in breiware en 25% in ander produkte. Die verbruik in nie-klerasieprodukte, is ongeveer 74% in matte en 26% in ander produkte<sup>23</sup>.

#### 4. KENNISGEFUNDEERDE STELSLS

'n Kennisbasis (KB) is 'n gesentraliseerde bewaarplek van inligting. Dit word gebruik om inligting optimaal te versamel, te organiseer en te onttrek. Dit is nie 'n statiese versameling van inligting nie, maar 'n dinamiese hulpbron wat selfs die vermoë het om as deel van kunsmatige intelligensie te leer.

'n Kennisgefundeerde stelsel (KBS) is gestruktureer om bestaande inligting in te voer, te verwerk, te stoor en te gebruik. Sulke stelsels gebruik kennisgefundeerde tegnieke om die besluitneming, leerproses en handeling van die mens te ondersteun.

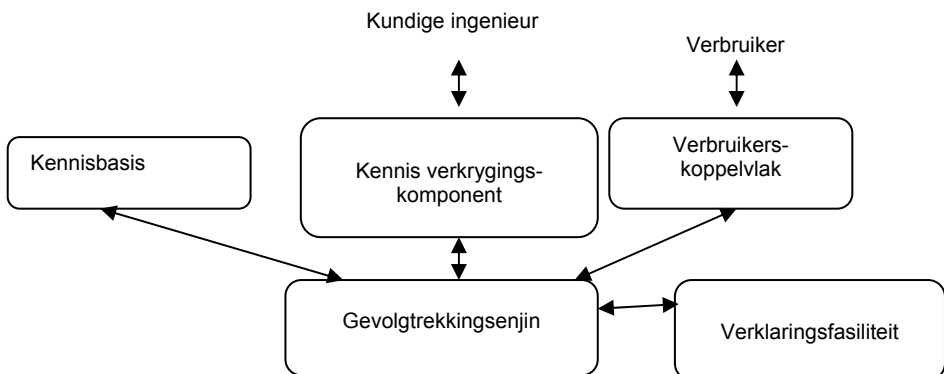
Elemente van kennisgefundeerde stelsels sluit in :

- Tegnieke om kennis in te win
- Metodes om die kennis intern voor te stel
- Soekprosedures om met die interne gestoorde kennis te werk
- Gevolgtrekkingsmeganismes om die oplossings van probleme vanuit die gestoorde kennis af te lei

'n Ekspertstelsel is 'n tipe kennisgefundeerde stelsel. 'n Tipiese ekspertstelsel ontvang data wat 'n probleem in sy vakgebied beskryf en gebruik dan die gevolgtrekkingsstegniek om die relevante inligting te onttrek uit sy kennisbasis en daarvolgens 'n antwoord te formuleer, 'n diagnose te maak of 'n oplossing te beskryf. Sulke stelsels word byvoorbeeld gebruik om mediese toetsresultate te vertolk, motorprobleme te diagnoseer en die oorsprong van telefoonlynprobleme op te spoor<sup>4, 14, 16</sup>.

Die komponente van 'n ekspertstelsel bestaan uit 'n kennisbasis, gevolgtrekkingsenjin, kennisverkrygingskomponent en 'n verklaringstelsel soos aangedui in Figuur 6.

**Kennisbasis.** Die permanente kennis van 'n ekspertstelsel word gestoor in 'n kennisbasis. Dit bevat die inligting wat die ekspertstelsel gebruik om besluite te neem. Hierdie inligting verteenwoordig die ondervinding van top domeinkundiges. Die kennis is in die vorm van feite



**Figuur 6:** Basiese struktuur van 'n ekspertstelsel

en reëls (wette). Feite is minimale elemente van die kennis wat voor enigiets anders geïdentifiseer moet word. Die reëls bestaan uit “as...dan” stellings, waar ’n gegewe stel voorwaardes sal lei tot ’n spesifieke stel resultate. As ’n voorwaarde “waar” is, dan sal ’n aksie plaasvind.

**Gevolgtrekkingsenjin.** Die doel van die gevolgtrekkingsenjin is om inligting te soek en dan verwantskappe te maak vanuit die kennisbasis en daarna die antwoorde te verskaf. Dit bepaal watter reëls toegepas sal word vir ’n gegewe vraag en in watter volgorde, deur die inligting in die kennisbasis te gebruik. Die gevolgtrekkingsenjin dryf die stelsel deur ’n gevolgtrekking te maak wanneer feite in verband gebring word met ’n kennisbasisreël en daarna te vorder na die volgende feite en reëlkombinasie<sup>4, 5</sup>.

**Kennisverkryging.** Die meeste ekspertstelsels ondergaan ’n evolusieproses met verloop van tyd. Nuwe feite en reëls kan bygevoeg word tot die kennisbasis deur die kennisverkryging-substelsel.

**Verklaringssubstelsel.** ’n Ander unieke eienskap van ’n ekspertstelsel is die vermoë om sy advies of voorstelle te verduidelik, of te verklaar, en om selfs te motiveer waarom ’n spesifieke aksie aanbeveel word. Die verklaringssubstelsel stel die ekspertstelsel in staat om sy eie beredenering te kan ontleed en sy prosesse en operasies te verduidelik. Die vermoë van die stelsel om sy eie gevolgtrekkings tot hul oorsprong te kan navolg, is van kardinale belang, beide in die oordrag van kundigheid en in probleemoplossing.

**Gebruikersinterfase (koppelvlak).** Dit is die komponent wat die interaksie tussen die verbruiker en die ekspert fasiliteer.

## 5. VERSPREIDE STELSELS

’n Netwerkverspreide stelsel bestaan uit ’n intergekoppelde/geïntegreerde versameling van selfbesturende komponente, en wat hierdie komponente in staat stel om hul aktiwiteite te koördineer en hulpbronne van die stelsel te deel, sodat die verbruikers die stelsel as ’n enkele integrale fasiliteit ervaar.

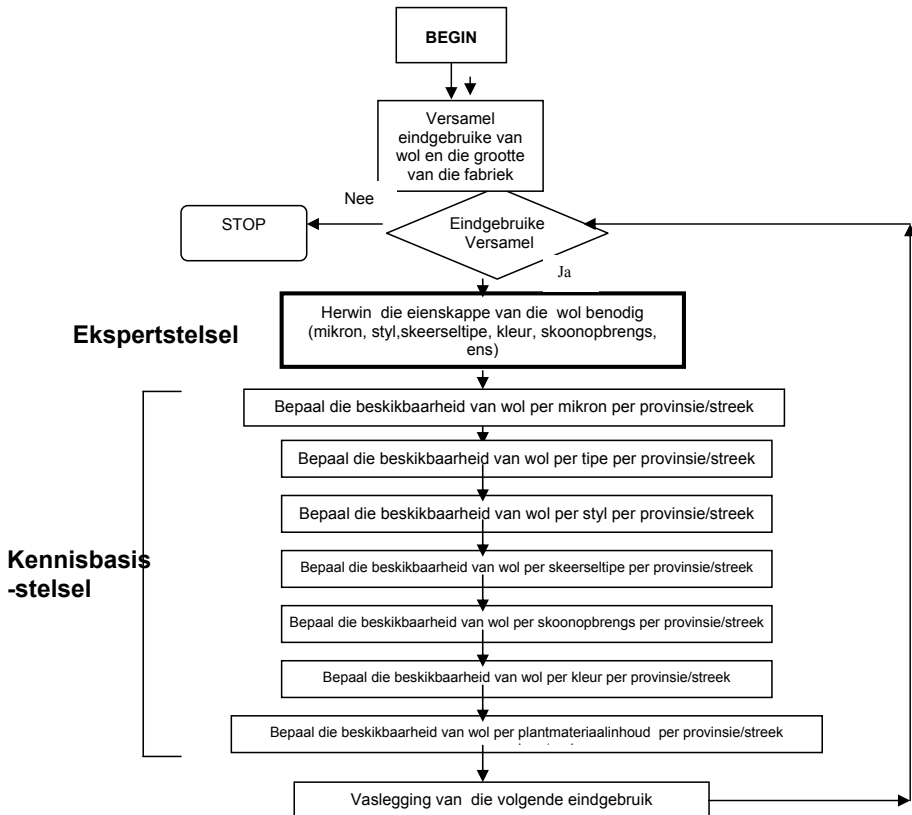
Daar is ’n aantal voordele verbonde aan netwerkverspreide stelsels<sup>9, 21</sup>, insluitend:

- **Voorsiening van verhoogde kapasiteit en groei.** Soos die stelsel groei (ontwikkel), kan nuwe komponente bygevoeg word sonder om die funksionering van ander verwante komponente te benadeel.
- **Verbeterde betroubaarheid en toegang tot die stelsel.** Al is een van die komponente af, kan die stelsel as sodanig nog steeds beskikbaar wees en voortgaan om te prosesseer. Die oorblywende komponente sal dus nog steeds kan werk. Hoe groter die toeganklikheid tot die stelsel, hoe groter die betroubaarheid daarvan.
- **Fasilitering van netwerkverspreide verdeling.** Verbruikers wat in ’n gegewe komponent belangstel, kan toegang hê tot ander databasisse en terselfdertyd beheer oor die data in hul eie komponent uitoefen.
- **Versekering van datasekuriteit.** Die verspreide aard van die stelsel skep ’n omgewing waarin inligting wat gestoor word in die stelsel, beveilig kan word. Hierdie voordele spruit uit die fisiese verdeling van onafhanklike inligting. Die fisiese grense van individuele komponente verhoed dat foute binne een komponent na die res van die stelsel versprei word.
- **Verskaffing van ruimte vir die buigsaamheid en uitbreiding van die stelsel.** Verspreide stelsels het die bykomende voordeel dat veranderings of uitbreiding van die stelsel om aan te pas by ’n veranderende omgewing moontlik is sonder om die buigsaamheid van die stelsel te benadeel.

- **Verbeterde werkverrigting.** Werkverrigting word gedefinieer in terme van die reaksietyd en deurvoertempo van data. Reaksietyd kan verminder word as daar direkte toegang is tot die nodige inligting by wyse van verspreide prosessering.
- **Netwerkverspreiding.** Die stelsel kombineer 'n netwerk van onafhanklike substelsels om 'n algehele funksionaliteit te skep.
- **Deursigtigheid.** Die verbruikers van die stelsel hoef nie bewus te wees van die bestaan van afsonderlike komponente in die stelsel nie. Eenvormige toegang tot hulpbron-komponente word verseker.
- **Konkurrensie.** 'n Komponent moet veelvuldige navrae kan oplos.

## 6. DIE WOLBENUTTINGSPROSES

Die proses van wolbenutting, behels die identifkasië van moontlike eindgebruike van 'n produk waarna die eienskappe van die wol wat benodig word vir die spesifieke eindgebruik uit die stelsel verkry kan word. Die beskikbaarheid van so 'n wol in die verskillende wolproduksiestreke en provinsies kan dan nagegaan word volgens styl, skoonopbrengs, kleur, plantaardige materiaalinhoud en mikrongrootte volgens die beskikbare statistiek, waarvan Afdeling 2 van hierdie publikasie, 'n paar voorbeelde gee.



**Figuur 7:** Die vloeiagram van prosesse in die wolbenuttingsproses

## 7. VERWANTE WERK

Netwerkverspreide tegnieke is al in baie toepassings toegepas. Verspreide leërstelsels laat gebruikers van fisies verspreide rekenaars toe om data en gestoorde bronne te deel deur die gebruik van 'n gedeelde leërstelsel<sup>18</sup>. Om addisionele koördinasie van gediversifiseerde gerekenariseerde handelinge te vermag, is dit nodig om datagefundeerde stelsels te hê wat oor 'n netwerk kan funksioneer en wat 'n heterogene “samevoeging” van rekenaars, operasionele stelsels, kommunikasieskakels en plaaslike databasisbestuurstelsels kan hanteer<sup>26</sup>. Netwerkverspreide stelsels het byvoorbeeld afstandbeheerde onderwys<sup>20,24,29</sup> moontlik gemaak en voordeel kan getrek word uit die moontlikheid om gepubliseerde inhoud op die webwerf te versprei<sup>30</sup>. Die voordeel van netwerkverspreide stelsels is waarneembaar in die mag van deelgeheue<sup>28</sup> en deeldata<sup>2</sup>.

Tekstielekspertselsels is al toegepas in kleuringresepte<sup>10, 11, 15</sup>, selektering van fluoresser-verhelderaars<sup>1</sup>, drie-dimensionele intelligente rekenaargesteunde ontwerp van klere<sup>6</sup>, vir materiaalontwikkeling<sup>3,22</sup> en die analisering van foute in tekstiele<sup>25</sup>.

Behalwe vir reël-gefundeerde en geval-gefundeerde redenasiestelsels mag ekspertselsels ook ander kennisverteenvoerdigende metodes insluit, soos raamwerke, semantiese netvorming, neurale netwerke en “wasiglogika”. In tekstiele, is neurale netwerke gebruik om materiaal foute te identifiseer<sup>17, 27</sup>, om drapering van kledingstukke te voorspel<sup>13</sup>, materiaal te ontwikkel<sup>12</sup> en wolgaringsglasse<sup>19</sup> te klassifiseer.

## 8. STRUKTUUR VAN DIE VOORGESTELDE STELSEL

Die gedeelde aard van die struktuur (argitektuur) beteken dat dit uit die volgende drie hoofelemente bestaan :

- 'n Ekspertselsel wat raadgee oor die woleienskappe wat benodig word om 'n spesifieke eindproduk te vervaardig
- 'n Kennisgefundeerde stelsel om navrae oor die verspreiding van wol met die vereiste eienskappe in SA te bepaal
- 'n Ekspertselsel vir die keuse van die beste alternatiewe gebied van investering vir 'n spesifieke eindgebruik.

### 8.1 Ekspertselsel om te adviseer oor die eienskappe van wol

#### *Verbruikerskoppelvlak*

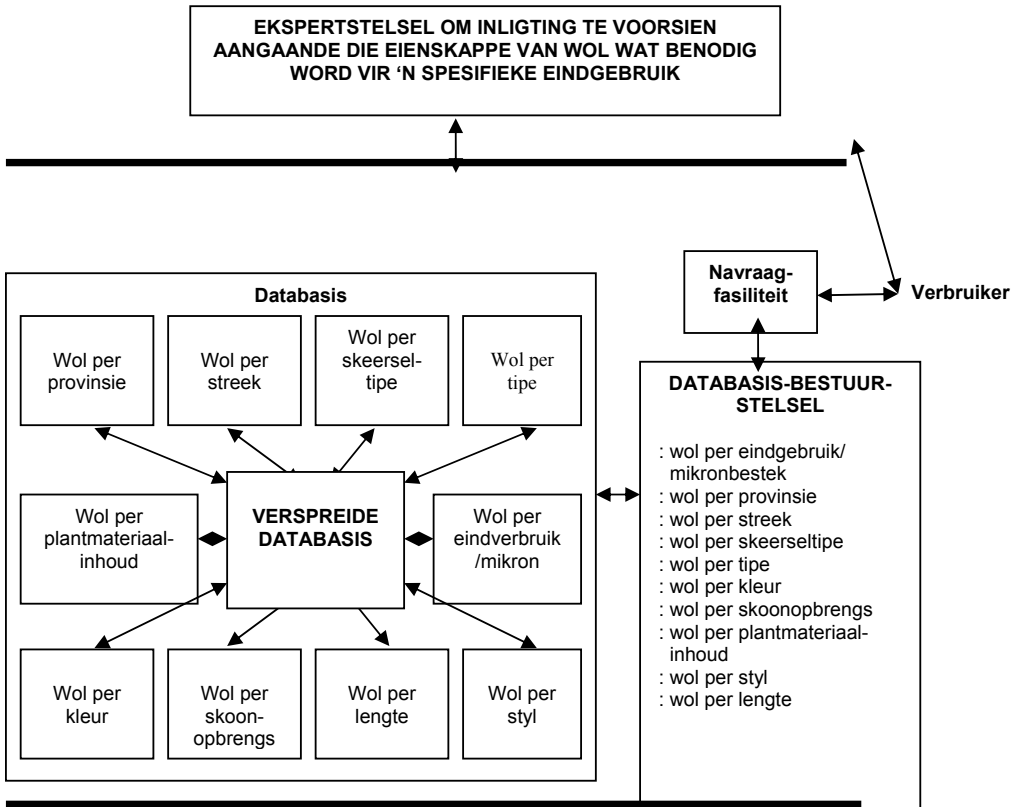
Die volgende vrae kom gewoonlik by die verbruikerskoppelvlak voor:

- Wat is die verwagte eindgebruik van die wol ?
- Hoeveel wol word benodig ?

Die uitsette van die verbruikerskoppelvlak is die hoeveelheid wol per provinsie en streek in terme van mikron, styl, skoonopbrengs, kleur, tipe en skeerseltipe. Aan die uiteinde van die stelsel, word die beste alternatiewe webwerf vir plasing van vervaardigingsbasisse gegee.

#### *Kennisbasis*

Die besluitnemingsboom in Figuur 9 verteenwoordig die verhouding tussen die eindverbruik en die veseldeursnee. In 'n ekspertselsel word die kennis in die vorm van reëls verteenwoordig.



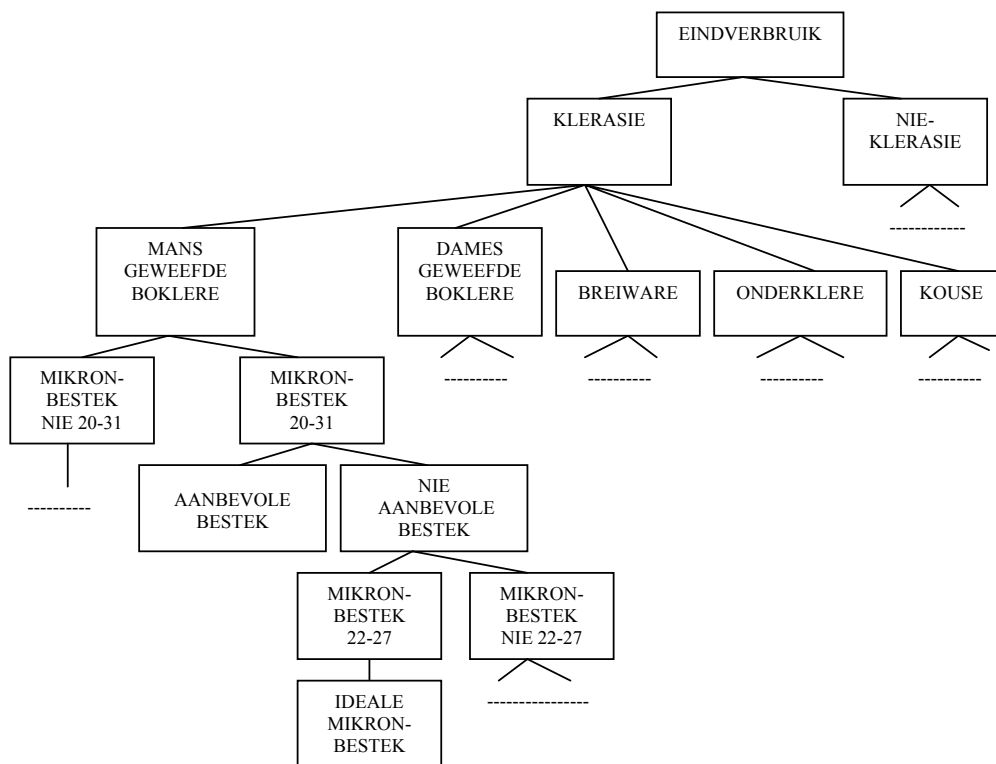
**Figuur 8:** *Struktuur van 'n ekspertstelsel vir die benutting van wol*

Die volgende verteenwoordig sommige van die reëls wat afgelei kan word van die besluit-nemingsboom soos weergegee in Figuur 6 vir die kennisbasis:

AS dit klerasie is  
 EN mans geweefde boklere  
 EN mikronbestek is tussen 20 en 31  
 DAN word die mikronbestek AANBEVEEL

AS DIT klerasie is  
 EN mans geweefde boklere  
 EN mikronbestek is tussen 22 en 27  
 EN mikronbestek is tussen 20 en 31  
 DAN is die mikronbestek IDEEAL

Dieselfde geld vir al die ander woleienskappe, soos styl, skoonopbrengs, kleur, tipe, ens.



**Figuur 9:** Besluitnemingsboom in terme van die verband tussen mikron en eindverbruik

### ***Gevolgtrekkingsenjin***

Die struktuur van die gevolgtrekkingsenjin om gevolgtrekkings van data in die kennis-basis te maak, is soos volg :

Metode EINDGEBRUIK

```

{
  AS eindgebruik mans geweefde boklere is
  {
    Roep op mans-geweefde-boklere-mikron-metode
    Roep op mans-geweefde-boklere-styl-metode
    Roep op mans-geweefde-boklere-skoonopbrengs-metode
    Roep op mans-geweefde-boklere-kleur-metode
    Roep op mans-geweefde-boklere-tipe-metode
    Roep op mans-geweefde-boklere-skeerseltipe-metode
    Roep op mans-geweefde-boklere-provinsie-metode
    Roep op mans-geweefde-boklere-streek-metode
  }
}

```

AS eindgebruik breiware is

- {
- Roep op breiware-mikron-metode
- Roep op breiware-styl-metode
- Roep op breiware-skoonopbrengs-metode
- Roep op breiware-kleur-metode
- Roep op breiware-tipe-metode
- Roep op breiware-skeerseltipe-metode
- Roep op breiware-provinsie-metode
- Roep op breiware-streek-metode
- }

Dieselfde geld vir elk van die eindgebruike soos aangetoon in Tabel 2.

}  
***Mans-geweefde-boklere-mikron-metode***

- {
- as  $22 \leq \text{mikron} \leq 27$  DAN mikron-bestek = ideaal
- as  $20 \leq \text{micron} \leq 31$  DAN mikron-bestek = aanbevole
- gaan terug na mikron-bestek
- }

***Mans-geweefde-boklere-provinsie-metode***

- {
- Roep op mans-geweefde-boklere-mikron-metode
- as mikron-bestek = ideaal; roep op ideaal-provinsie-metode
- as mikron-bestek = ideaal; roep op aanbevole-provinsie-metode
- }

ideaal-provinsie-metode

- {
- Lys alle provinsies en wolproduksie waar mikron-bestek=ideaal
- Lys alle provinsies en wolproduksie waar mikron-bestek=aanbevole
- }

## 8.2 Wol-kennisbasisstelsel

Die kennisbasisstelsel is veronderstel om statistiek oor die verspreiding van wol-produksie in elke provinsie en streek vir die volgende woleienskappe weer te gee:

- wolproduksie volgens plantmateriaalinhoud
- wolproduksie volgens styl
- wolproduksie volgens skoonopbrengs
- wolproduksie volgens vesel mikronbestek
- wolproduksie volgens kleur
- wolproduksie volgens skeerseltipe
- wolproduksie volgens tipe
- wolproduksie volgens lengte

Die kennisbasis bestaan uit 'n aantal databasisse, elk verteenwoordigend van die woleienskappe soos hierbo geïdentifiseer. Dit verteenwoordig 'n verspreide struktuur van die kennisbasis. Hierdie struktuur bevat dus al die voordele van die verspreide verwerkingstelsels soos beskryf in



Afdeling 5 van die publikasie. Navrae kan deur hierdie kennisbasieste deur die verbruiker via 'n databasisbestuurstelsel (DBBS) gedoen word. 'n DBBS is 'n sagtewarestelsel wat die ontwikkeling, bywerk, instandhouding en navrae van die databasis hanteer en bestuur.

## 9. GEVOLGTREKKINGS

In die wolnywerheid is daar 'n groot tekort aan beskikbare inligting en kundigheid wat 'n nadelige effek het op beleggingsgeleenthede binne die sektor. Kennisbasiestelsels kan help om die gaping kleiner te maak. Hierdie publikasie beskryf die konsep, ontwikkeling en struktuur van 'n netwerkverspreide, kennisgefundeerde ekspertstelsel wat tot voordeel kan wees vir beleggers en ander rolspelers in die Suid-Afrikaanse wolbedryf. Hierdie benadering vergemaklik nie net die stapsgewyse ontwikkeling van so 'n stelsel nie, maar maak ook die deel van data en inligting moontlik.

## 10. VERWYSINGS

1. Aspland, J.R., Davis, J.S., Waldrop, T.A. (1991). An expert system for selection of fluorescent whiteners, *Textile chemist and colorist*, **23**(9): 74-76.
2. Awerbuch, B., Schulman, L.J. (Jan. 1997). The maintenance of common data in a distributed system, *Journal of ACM*, **44**(1): 87-103.
3. Behera, B.K., Muttagi, S.B., Arun, G., Panwar, Utkarsk (2004). Expert systems for engineering of technical textiles, *The Indian Textile Journal*, Vol(no): 21-23.
4. Buchanan, B., Smith, R. (1988). Fundamentals of expert systems, *Annual review of computer science*, **3**: 23-58.
5. Buchanan, B.G., and Shortcliffe, E.H. (1985). *Rule-based expert systems: The MYCIN experiments of the Stanford heuristic programming project*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Boston, MA, NY, USA.
6. Liu, Y. (2003). Three-Dimensional Garment Computer aided intelligent design, *J. of Industrial Textiles*, **33**(1): 43-54.
7. Cape Wools South Africa (2008). *Statistical Overview 2007/2008 Season*, Wools Board Headquarters, Port Elizabeth, South Africa.
8. Cape Wools South Africa (2008). *Annual Report 2007/2008*, Wools Board Headquarters, Port Elizabeth, South Africa.
9. Chin, R.S., Chanson, S.T. (1991). Distributed object-based programming systems, *ACM Computing Surveys*, **23**(1): 91-124.
10. Convert, R., Schacher, L., Pierre, V. (1997). BATEM: an expert system for the dyeing recipes determination, *Proceedings of the world conference of the textile institute, Niches in the world of textiles*, : 275-276.
11. Convert, R., Schacher, L., Pierre, V. (2000). An expert system for the dyeing recipes determination, *Journal of intelligent manufacturing*, **11**: 145-155.
12. Doraiswamy, I., Basu, A., Chellamani, K.P., Kumar, P.R. (2005), Fabric engineering using artificial neural network, *Colourage Annual*, **52**: 93-107.
13. Fan, J., Newton, E., Au, R. (2001). Predicting garment drape with a fuzzy-neural network, *Textile Research Journal*, **71**(7): 605-608.
14. Giarratano, J., Riley, G.D. (2004). *Expert systems: principles and programming*, Course Technology, 4<sup>th</sup> edition, Boston, MA, NY, ISBN 0534384417.
15. Hussain, T., Wardman, R.H., Shamey, R. (2005). A knowledge-based expert for dyeing of cotton. Part 1: Design and development, *Coloration technology*, 121: 53-58.
16. Ignizio, J.P. (1991). *Introduction to expert systems: the development and implementation of rule-based expert systems*, McGraw-Hill, NY, ISBN 0-07-909785-5: 402 -.
17. Kuo, C.J., Lee, C., Tsai, C. (2003). Using neural network to identify fabric defects in dynamic cloth inspection, *Textile Research Journal*, **73**(3) : 238-244.

18. Levy, E., Silberschatz, A. (1990). Distributed file systems: concepts and examples, *ACM Computing Surveys*, **22**(4): 321-374.
19. Lewandowski, S., Stanczyk, T. (2005). Identification and classification of spliced wool combed yarn joints by artificial neural networks. Part 1: Developing an artificial neural network model, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, **13**(1): 39-43.
20. Maly, R., Abdel-Wahab, H., Wild, C., Overstreet, C.M., Gupta, A., Abdel-Hamid, A., Ghanem, S., Gonzalez, A., Zhu, X. (March 2001). IRI-h, a Java-based distance education system: architecture and performance, *Journal of Education Resources in Computing (JERIC)*, **1**(8): 1-15.
21. Mattmann, C.A., Crichton, D.J., Medvidovic, N., Hughes, S. (2006). A software architecture-based framework for highly distributed and data-intensive scientific applications, 28<sup>th</sup> ICSE'06, China, Shanghai : 721-730.
22. Ng, W.W.M (1993). Development of an expert system on denim fabric, *Proceedings of the world conference on Asia and world textiles*: 609-627.
23. Piercy, M.I. (1987). Wool in today's textile markets, *Textiles*, **16**(2): 30-36.
24. Shang, Y., Shi, H., Chen, S. (Aug. 2001). An intelligent distributed environment for active learning, *ACM Journal of Education Resources in Computing*, **1**(2)(4) : 1-15.
25. Srinivasan, K., Dastoor, P.H., Radhakrishnaia, P., Jayaraman, S. (1992). FDAS: a knowledge-based framework for analysis of defects in woven textile structures, *Journal of the textile institute*, **83**(3): 431-448.
26. Thomas, G., Thompson, R., Chung, C., Barkmeyer, E., Carter, F., Templeton, M., Fox, S., Hartman, B. (1990). Heterogeneous distributed database systems for production use, *ACM Computing surveys*, **22**(3): 237-266.
27. Tsai, I., Lin, C., Lin, J. (1995). Applying artificial neural network to pattern recognition in fabric defects, *Textile Research Journal*, **65**(3): 123-130.
28. Upfal, E., Wigderson, A. (1987). How to share memory in distributed systems, *Journal of the ACM*, **34**(1): 116-127.
29. Virvou, M., Mounridou, M. (2000). A web-based authoring tool for algebra-related intelligent tutoring system, *J. of Education Technology and Society*, **3**(2): 61-70.
30. Waldman, M., Rubin, A.D., Cranor, L.F. (Nov. 2001). The architecture of robust publishing systems, *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)*, **1**(2): 199-230.
31. Anon, An illustrated world history of the sheep and wool industry. Published by South African Wool Board (1970). National Commercial Printers Ltd., Elsie's Rivier.
32. [www.capewools.co.za](http://www.capewools.co.za) (Classing standards)