

**ONTWIKKELING VAN 'N DRIEDIMENSIONELE NETWERKMODULE  
VIR OPTIMALE ROETEBEPALING**

Deur **SWP VAN LILL**

Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die graad van  
Magister in Lettere en Wysbegeerte aan die Universiteit van Stellenbosch.



Studieleier: Prof. HL Zietsman

Desember 2001

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik aan enige universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.

## OPSOMMING

'n Kortste of mees ekonomiese roete kan maklik met behulp van 'n GIS (Geografiese Inligtingstelsel) vasgestel word, maar die meeste stelsels bereken afstande in 'n plat vlak (in twee-dimensionele ruimte). Soos die rekenaartegnologie ontwikkel, word meer drie-dimensionele ruimtelike toepassings geskep, dus moet GIS-tegnologie ook toenemend die derde dimensie inkorporeer.

In hierdie navorsing is *ArcView* se netwerk module met *Avenue* aangepas dat dit topografiese helling outomaties inreken by die bepaling van 'n kortste of mees ekonomiese roete.

Twee knoppies is tot die normale *ArcView* koppelvlak bygevoeg. Deur dit so te doen, het die gebruiker toegang tot die volle funksionaliteit van *ArcView* en dié van die nuwe funksie. Een knoppie inisieer die koppelvlak waarmee die ekonomiese parameters (brandstof verbruik, olie verbruik, band verbruik, kapitaal koste en onderhoudskoste) van 'n voertuig opgestel word. Die ander knoppie selekteer 'n padnetwerk en gebruik 'n voertuig se ekonomiese parameters (soos gedefinieer deur die gebruiker) om 'n mees ekonomiese roete vas te stel.

Hierdie tesis beskryf die prosedures, logika en metodologie waarvolgens die nuwe roeteseleksie funksie by *ArcView* geïnkorporeer is. Dit het ook gedemonstreer dat dit noodsaaklik is om drie-dimensionele ruimte by die bepaling van 'n mees ekonomiese roete in te sluit.

Die nuwe funksie bepaal tans 'n ekonomiese roete gebaseer op die voertuig-loopkoste van swaarvoertuie. Dit funksioneer bevredigend, maar daar is steeds moontlikhede vir verdere ontwikkeling en verfyning, beide van die ekonomiese kosteberekeningsformules en die gebruikers-koppelvlak. Deur ook vir ander klasse voertuie voorsiening te maak kan die plooibaarheid van die stelsel ook uitgebrei word.

## SUMMARY

A shortest or most economical route can easily be determined by using a geographical information system (GIS). Unfortunately, most systems compute distances in two dimensional space. As computer-technology moves towards three dimensional applications, it is essential that GIS keeps up with this trend.

In this research, the network module of *ArcView* (using Avenue) is customized, so that topographical slope is considered in determining the shortest or most economical route.

Two buttons were added to the normal *ArcView* interface. By doing it this way, the user has the full functionality of *ArcView*, as well as the use of the new application.

One button initiates a dialogue for capturing the economic parameters (fuel efficiency, oil usage, tyre usage, maintenance costs and capital costs) of a vehicle. The other button selects a route network and uses a vehicle's economic parameters (as determined by the user) to calculate a most economical route.

This thesis describes the procedure, logic and methodology followed in adding a most economical route-selection function to *ArcView*. It also demonstrates the importance of incorporating three dimensional space for determining a most economical route.

The new function currently calculates a most economical route, based on vehicle running costs for Heavy Goods Vehicles (HGV's). The application performs satisfactorily, but there is scope for further development and refinement, both of the economical formulae for computing costs as well as of the graphic user interface (GUI). The flexibility of the system can be enhanced by providing for additional classes of vehicles.

## **ERKENNING**

Dankie aan my ma. Vir al die ondersteuning en harde werk wat sy moes insit om my te inspireer en onderskraag. Ek waardeer dit regtig, al lyk dit nie altyd so nie.

Dankie Oom Boertjie. Sonder oom se ondersteuning sou ek heel waarskynlik nie die kans gehad het om te kon swot nie.

Dankie aan Die Skepper, wat my die brein en die kanse gegee het om te kom tot waar ek is. Dankie dat ek kan weet dat U my altyd bystaan en krag gee.

Dankie aan Dr. Swart vir die taalversorging van hierdie tesis.

## INHOUD

	Bladsy
<b>OPSOMMING</b>	iii
<b>SUMMARY</b>	iv
<b>ERKENNING</b>	v
<b>HOOFTUK 1: INLEIDING EN TEORETIESE AGTERGROND</b>	<b>1</b>
<b>1.1 TEORETIESE AGTERGROND</b>	<b>1</b>
1.1.1 Vervoergeografie as subdissipline	1
1.1.2 Die aard van vervoernetwerke	2
1.1.3 Konseptuele benadering tot vervoerstelsels	3
1.1.4 Verklaring van terme	3
1.1.5 Kompleksiteit van vervoer	5
1.1.6 Vervoer se rol in hulpbronontginning	5
1.1.7 Die rol van inligtingstechnologie in vervoerdienslewering	6
1.1.8 GIS in vervoerbepanning en dienslewering	6
1.1.9 Vervoerkoste	7
<b>1.2 Tipes koste vir padvervoer</b>	<b>7</b>
1.2.1 Vaste koste	8
1.2.2 Voertuig-loopkoste	10
1.2.3 Oorhoofse koste	11
<b>1.3 DIE PROBLEEM: SUBOPTIMALE ROETESELEKSIE</b>	<b>12</b>
<b>1.4 DOELWITTE</b>	<b>12</b>
<b>1.5 DATA EN STUDIEGEBIED</b>	<b>13</b>
<b>1.6 METODOLOGIE</b>	<b>15</b>
<b>HOOFTUK 2: MANIPULERING VAN DIE <i>ARCVIEW</i> NETWERK MODULE</b>	<b>18</b>
<b>2.1 DATAVEREISTES EN VOORBEREIDING</b>	<b>18</b>
2.1.1 Datavoorbereiding met <i>ARC/INFO</i>	18
2.1.2 Datavoorbereiding in <i>ARCVIEW</i>	20
<b>2.2 ONTWIKKELING VAN <i>AVENUE</i> MODULES</b>	<b>21</b>
2.2.1 Die helling	21
2.2.2 Die kosteberekeningsmetode vir brandstofverbruik	24
2.2.3 Bandverbruik	26
2.2.4 Enjin-olieverbruik	27
2.2.5 Rente op kapitaal	28
2.2.6 Onderhoud	29
2.2.7 Totale kosteberekening per kilometer	30

<b>HOOFSTUK 3: GEBRUIKERSKOPPELVLAK EN STELSELLOGIKA</b>	<b>32</b>
<b>3.1 OPSTELLING VAN EKONOMIESE GEGEWENS</b>	<b>32</b>
<b>3.2 OPSTELLING VAN PADNETWERK</b>	<b>35</b>
<b>3.3 ROETEBEPALINGS</b>	<b>39</b>
<b>HOOFSTUK 4: EVALUERING VAN NUWE FUNKSIE</b>	<b>42</b>
<b>4.1 GELDIGHEID VAN NUWE FUNKSIE</b>	<b>42</b>
<b>4.2 GRAFIESE KOPPELVLAK</b>	<b>57</b>
<b>HOOFSTUK 5: SLOT</b>	<b>61</b>
<b>5.1 SAMEVATTING</b>	<b>61</b>
<b>5.2 VERDERE NAVORSINGSMOONTLIKHEDE</b>	<b>62</b>
<b>BRONNELYS</b>	<b>63</b>
<b>ADDENDUM A: VRAELYS AAN RESPONDENTE</b>	<b>66</b>
<b>ADDENDUM B: PROGRAMMERINGSGESKRIFTE VIR DIE OUTOMATISERING VAN DIE NUWE FUNKSIE</b>	<b>67</b>

**TABELLE**

<b>Tabel 1:</b>	<b>Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (eerste sirkel, Kaapstad-Beaufort - Wes-roete)</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 2:</b>	<b>Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (tweede sirkel, Kaapstad-Beaufort - Wes-roete)</b>	<b>46</b>
<b>Tabel 3:</b>	<b>Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (derde sirkel, Kaapstad-Beaufort - Wes-roete)</b>	<b>48</b>
<b>Tabel 4:</b>	<b>Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (Kaapstad en Bitterfontein)</b>	<b>43</b> <b>51</b>
<b>Tabel 5:</b>	<b>Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (Kaapstad en George)</b>	<b>53</b>



## FIGURE

<b>Figuur 1:</b>	<b>Konseptuele voorstelling van 'n vervoerstelsel</b>	<b>4</b>
<b>Figuur 2:</b>	<b>Samestelling van voertuigkoste</b>	<b>9</b>
<b>Figuur 3:</b>	<b>Studiegebied</b>	<b>14</b>
<b>Figuur 4:</b>	<b>Stappe wat gevolg moet word in die beoogde program</b>	<b>16</b>
<b>Figuur 5:</b>	<b>Voorbeeld van moontlike rigtings uit 'n nodus</b>	<b>19</b>
<b>Figuur 6:</b>	<b>Vloediagram van stappe wat gedurende STAP 1 uitgevoer word</b>	<b>32</b>
<b>Figuur 7:</b>	<b>Vloediagram van die skep van 'n voertuie-tabel</b>	<b>34</b>
<b>Figuur 8:</b>	<b>Voorbeeld van hoe 'n voertuie-tabel lyk</b>	<b>35</b>
<b>Figuur 9:</b>	<b>Vloediagram van STAP 3 en lei na STAP 4</b>	<b>36</b>
<b>Figuur 10:</b>	<b>Voorbeeld van hoe 'n spesifieke voertuig se tabel lyk (nadat STAP 4 afgehandel is)</b>	<b>38</b>
<b>Figuur 11:</b>	<b>Voorbeeld van 'n hipotetiese roete-hellingsprofiel</b>	<b>43</b>
<b>Figuur 12:</b>	<b>Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Kaapstad en Beaufort - Wes)</b>	<b>44</b>
<b>Figuur 13:</b>	<b>Eksperiment 1 - Toets van keuse van roete</b>	<b>45</b>
<b>Figuur 14:</b>	<b>Eksperiment 2 - Toets van keuse van roete</b>	<b>47</b>
<b>Figuur 15:</b>	<b>Vergelyking tussen roetes (Kaapstad en Beaufort - Wes)</b>	<b>49</b>
<b>Figuur 16:</b>	<b>Vergelyking tussen roetes (Kaapstad en Bitterfontein)</b>	<b>50</b>
<b>Figuur 17:</b>	<b>Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Kaapstad en George)</b>	<b>52</b>
<b>Figuur 18:</b>	<b>Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Wellington en Stellenbosch)</b>	<b>54</b>
<b>Figuur 19:</b>	<b>Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Calitzdorp en Oudtshoorn)</b>	<b>55</b>
<b>Figuur 20:</b>	<b>Voorbeeld van die <i>ArcView</i> aansig, vir die nuwe roeteseleksie funksie</b>	<b>57</b>
<b>Figuur 21:</b>	<b>Persentasie tevredenheid met koppelvlak (vrae 1 - 4)</b>	<b>58</b>

## HOOFSTUK 1. INLEIDING EN TEORETIESE AGTERGROND

*"Transportation is a measure of the relation between areas and is therefore an essential part of geography".* Dit is die woorde van Ullman, soos aangehaal uit Elliot Hurst (1974: 1). Wat hieruit volg, is dat vervoer (en dus interaksie tussen geografies verwyderde gebiede) van uiterste belang in geografie is. Hoyle & Knowles (1992) sê dat mobiliteit 'n fundamentele aktiwiteit en behoefte van mense is, en dat geografiese teorieë, metodes en perspektiewe 'n belangrike bydrae lewer tot die begrip van vervoerprobleme en hul uiteindelige oplossings.

### 1.1 TEORETIESE AGTERGROND

Hierdie gedeelte bespreek die teoretiese agtergrond van die tesis en verwys na vervoergeografie as dissipline, die aard van 'n vervoernetwerk, 'n konsepsuele benadering tot vervoerstelsels, 'n verklaring van terme, die kompleksiteit van vervoer, vervoer se rol in hulpbronontginning, die rol van inligtingstechnologie in vervoerdienslewering, GIS in vervoerbeplanning en dienslewering en vervoerkoste.

#### 1.1.1 Vervoergeografie as subdissipline

Vervoergeografie het in die 1950's ontstaan. In Noord-Amerika het geograwe begin navorsing doen oor roete-klassifikasie, beskrywende kartering van roetes en kartering van die vloei van goedere. Europese geograwe het weer gefokus op die modusse van vervoer en die kommoditeite wat vervoer word (Elliott Hurst, 1974). Hierdie studies was meestal beskrywend van aard, met min wetenskaplike waarde.

Die Noord-Amerikaanse navorser, Edward Ullman, was die eerste persoon wat probeer het om 'n breë basis vir 'n teoretiese benadering tot vervoer te skep. Sy idees is egter nie universeel aanvaar nie. Ullman het wel 'n drie-faktor tipologie neergelê, wat beweging of interaksie tussen twee areas verduidelik. Die eerste faktor is **komplementariteit**, wat beteken dat daar 'n vraag/aanbod verhouding tussen twee plekke is. Die tweede faktor, 'n **tussenkoms-geleentheid**, inhibeer interaksie tussen twee plekke, omdat 'n derde plek makliker in 'n behoefte kan voorsien. **Oordraagbaarheid** is die derde faktor van die

tipologie. Dit behels die vervanging van een behoefte vir 'n ander, wanneer die wrywing (as gevolg van afstand) die kanse vir interaksie tussen twee plekke verminder (Elliott Hurst, 1974: 4-5).

Teen die einde van die 1950's het Noord-Amerikaanse geografe meer prominent na vore getree, met die sg. kwantitatiewe revolusie toe vervoergeografie met liggingsteorie en ruimtelike analise te doen gekry het. Wat veral van belang is, is Christaller se sentrale plek-teorie, wat vir die eerste keer aan die Engelssprekende-wêreld bekend geraak het. Gedurende die 1960's het vervoergeografie van struktuurlose beskrywende studies ontwikkel in 'n dinamiese veld gekenmerk deur eksperimentering en vernuwing. Die 1960's was 'n periode van konsolidasie met 'n definitiewe Noord-Amerikaanse-stempel (Elliott Hurst, 1974).

### **1.1.2 Die aard van vervoernetwerke**

Vervoer en kommunikasie het baie oor die afgelope paar jaar verbeter, maar 'n belangrike gevolg hiervan is dat, alhoewel absolute afstand tussen twee plekke dieselfde bly, die relatiewe afstand korter word. Soos die relatiewe afstand korter geword het, is ook ekonomiese groei aangehelp, omdat die koste van vervoer (soms dramaties) gedaal het.

Cooley (1974: 17) sê dat 'n mens nie vervoer kan verstaan (oplossings vir probleme vind) sonder om die geografiese fasette wat dit beïnvloed, te verstaan nie. Die invloed van hierdie permanente fisiese feite vorm die grondslag vir die teorie van vervoergeografie. As daar nog in ag geneem word (volgens Watson, 1974) dat afstand 'n meetbare fenomeen is, wat basies tot die studie van geografie is, word dit duidelik dat vervoer 'n sterk geografiese karakter het. Vervoer vind op sekere roetes plaas en sommige roetes (Cooley, 1974) het fisiese hindernisse, byvoorbeeld hoë bergreekse, binnelandse water of oseane, gevolglik is daar 'n noue verwantskap tussen die studie van vervoer-veranderlikes en geografiese verskynsels.

Vervoer het vyf basiese karaktertrekke. Eerstens is daar die geografiese karakter, wat verwys na interaksie tussen twee (of meer) plekke. Tweedens het vervoer 'n belangrike ekonomiese dimensie. Beweging word beskryf as die energie wat deur 'n gebied na enige ander gebied vloei. Dit kan selfs met bloed in die menslike liggaam vergelyk

word. In die derde plek is vervoer 'n agent van verandering. Die beskikbaarstelling of verwydering van vervoerskakels bring geografiese verandering, skep nuwe verhoudings binne areas en bring verandering in relatiewe ligging. Vervoer is vierdens nie 'n abstrakte konsep nie, maar het 'n konkrete, werklike teenwoordigheid wat gesien en gehoor kan word (bv. spoorlyne [sien] en vliegtuie wat opstyg [hoor] ). Vyfdens is vervoer 'n belangrike aangeleentheid van regerings en beleidmakers. Toekomstige verandering word goed beplan en gemanipuleer, sodat die visie van die beleidmakers en/of regerings nagestreef word (Barke, 1986: 1 - 2).

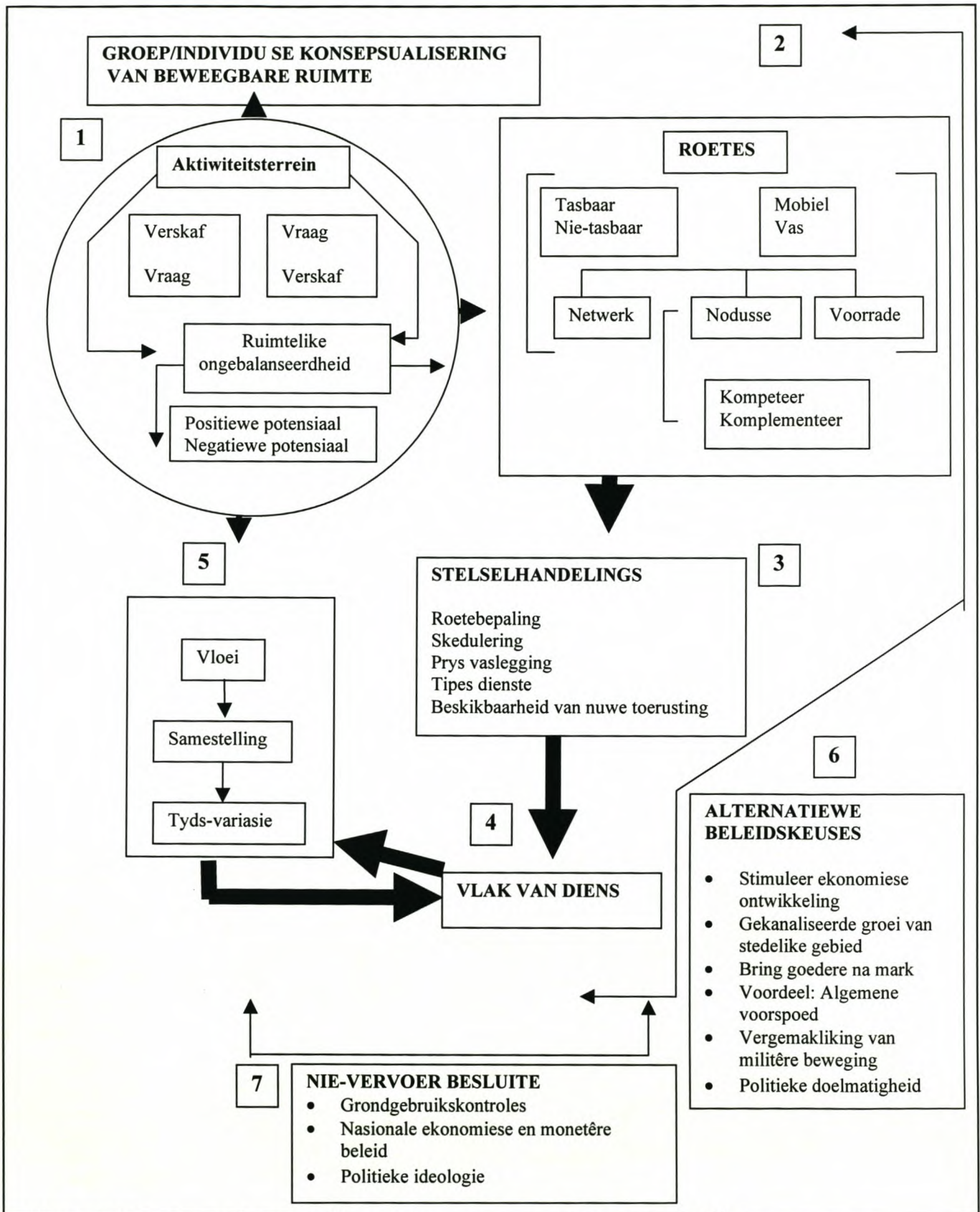
### **1.1.3 Konseptuele benadering tot vervoerstelsels**

As 'n funksionele benadering gebruik word kan vervoergeografie as 'n vervoerstelsel beskryf word. Figuur 1 (p. 4) wys 'n konseptuele voorstelling van dié vervoerstelsel. Uit die bestudering van Figuur 1 kan duidelik gesien word dat 'n vervoerstelsel 'n baie komplekse stelsel is. Dit het nie net te make met die fisiese netwerke (padnetwerke) en nodusse (dorpe) nie, maar dit het ook te make met beleidsverklarings, vlak van dienslewering, die vloei van goedere en stelsel-handelings. Die meeste werk (uit 'n geografiese oogpunt) is gedoen oor rame twee en vyf van die diagram. Beplanning het egter só belangrik geword dat daar al hoe méér op komponente ses en sewe gefokus word. Rame drie en vier verwys meer na operasionele of bestuurskomponente. Hierdie tesis sal juis op hiérdie elemente (drie en vier) fokus. Daar sal in 'n mindere mate na die aspekte in raam twee gekyk word.

### **1.1.4 Verklaring van terme**

As 'n noodsaaklike vertrekpunt vir die studie, word sekere terme eers verduidelik. Netwerke (volgens Elliot Hurst, 1974: 3) verwys na die uitleg, geometrie of patrone van die vervoerstelsel. Tipes analyses wat onder netwerkstudies geklassifiseer word, is: analise van die ligging van kruispunte en nodusse; die digtheid en lengte van roetes, die toeganklikheid van punte en die afstande afgelê om elke punt op die netwerk te bereik.

Tipes vervoer verwys na die verskillende tipes vervoer (bv. padvervoer of lugvervoer), hulle tegniese karakter, koste strukture, historiese ontwikkeling en hul groeipatrone in verskillende gebiede (Elliot Hurst, 1974: 9).



Figuur 1: 'n Konseptuele voorstelling van 'n vervoerstelsel (aangepas uit Elliot Hurst, 1974: 8)

Op dieselfde bladsy sê Elliot Hurst dat voorraad opgedeel kan word in twee tipes: mobiele voorraad, wat byvoorbeeld verwys na voertuie of spoorlyntoerusting en geïnstalleerde voorraad, wat bv. na kilometers (pad of spoorlyn) verwys.

Vloei verwys na die vloei van bv. mense, goedere en inligting (boodskappe). Omdat daar so baie verskillende tipes vloei is, word vloei met vervoer-vloeimodelle geanaliseer (Elliot Hurst, 1974: 9).

### 1.1.5 Kompleksiteit van vervoer

Geograwe (Elliot Hurst, 1974) en vervoerekonome (Button, 1993) is dit eens dat vervoer soveel fasette het dat één persoon nie 'n volledige studie van vervoer kan maak nie. Dit is hoekom spesialisasie en navorsing plaasvind.

Bell, Blackledge & Bowen (1983) is van mening dat die meeste mense nie van vervoer gebruik maak omdat dit vir hulle 'n plesier is nie, maar omdat hulle móét. Die vraag na vervoer is dus nie 'n direkte behoefte nie, maar spruit uit 'n ander behoefte.

### 1.1.6 Vervoer se rol in hulpbronontginning

Wanneer 'n hulpbron in 'n behoefte voorsien, word dit in ekonomiese teorieë (Bell, Blackledge & Bowen, 1983), gesien as 'n hulpbron met **gebruik**. Drie tipes gebruike kom voor: gebruik van **vorm**, van **toestand** en van **plek**. Bell, Blackledge & Bowen (1983: 3) maak van 'n baksteenvervaardigingsvoorbeeld gebruik om die terme te verduidelik: Die eerste stap is om die klei in die vorm van bakstene te vorm. Dit is gebruik van vorm. Wanneer die bakstene gebak word, staan dit bekend as gebruik van toestand. Die vervaardigde bakstene sal min waarde hê as dit by die vervaardiger bly lê. Dit is waar vervoer inkom. Dié stap staan as gebruik van plek bekend. Hierdie fase staan ook bekend as die "*bridging-the-producer-consumer-gap*" -fase.

Die vervoer-fase is dus die kritieke fase, waartydens goedere van punt A na punt B verskeep word. Vervoer is 'n groot, belangrike en arbeidsintensiewe industrie. In Brittanje is padvervoer die grootste werkverskaffer (74%) van alle vervoerindustrië

(Bell, Blackledge & Bowen 1983). In Suid-Afrika is padvervoer verantwoordelik vir omtrent 55% van die ton per kilometer goedere wat vervoer word. Die res word per spoor vervoer. Wanneer die waarde van die goedere wat vervoer word egter in ag geneem word, is die verdeling omtrent 70% per padvervoer teenoor 30% per spoorvervoer.

### **1.1.7 Die rol van inligtingstegnologie in vervoerdienslewering**

Vervoer is die verskuiwing van dinge (Cooley, 1974: 15). Onderliggend hieraan, is dat alle vervoeraksies na 'n sekere doelwit neig. Dit vereis dat die verskuiwing van iets op die goedkoopste moontlike manier, met die minste tyd en minimale kragbesteding, moet plaasvind. Die noodigheid vir die beweging van dinge (bv. goedere, informasie, mense) is inherent aan elke soort sosiale organisasie (Cooley, 1974). Dit is waarom inligtingstegnologie al hoe belangriker word.

Die "*Centre for Research on Transportation*" (1998) wys daarop dat vervoer al hoe meer afhanklik is van inligtingstegnologie. Button & Owens (1999) stem hiermee saam en wys op die feit dat ekonome erken dat inligtingstelsels en vervoer nou met mekaar geskakel is. Beter inligtingstelsels kan vervoerverskaffing laat verbeter. 'n Sprekende voorbeeld (Button & Owens 1999) hiervan is die besighede wat pakkies oornag vervoer (bv. *FedEx*). Met beter inligtingstegnologie kan pakkies vinniger en met meer sekuriteit van een punt na 'n ander vervoer word.

### **1.1.8 GIS in vervoerbeplanning en dienslewering**

GIS-spesialiste het al baie toepassings ontwikkel, waarmee 'n GIS help om verkeersvloei van openbare vervoer, privaatvervoer en die beplanning van nuwe paaie te verbeter (Hauschildt, 1999; Wagner, 1998; Washburn, 1998). Jones (1993) het gewys hoe 'n GIS gebruik kan word om die reaksie-tyd van ambulanses te meet. Die model maak gebruik van die kortste tydroete. In 'n ander studie deur Hernandez (1995) word verduidelik hoe GIS gehelp het om verkeerskongestie in Los Angeles te verminder. In hierdie toepassing maak die model weer gebruik van die kortste reistyd, ongeag hoe lank die roete is wat gekies word.

Inligtingstechnologie, geografie en ekonomie speel almal 'n ewe belangrike rol in die strewe na optimale vervoerverskaffing om in al die mens se behoeftes te voorsien. Cooley (1974) meen dat daar geen geskikte teorie van vervoer kan wees wat net een aspek van die sosiale funksies (bv. ekonomie) uitsonder nie. Alles hou met mekaar verband en is essensieel vir sosiale en ekonomiese vooruitgang.

### **1.1.9 Vervoerkoste**

Die vervoer van goedere is duur. Die rede hiervoor is dat die vervoeroperateur hoë koste moet aangaan om die beste moontlike diens te kan lewer. Voeg by die feit dat "*die algemene doelwit wat in 'n stelsel van ondernemingsvryheid nagestreef word, die langtermyn maksimisering van die welvaart van die eienaars is*" (Bosch, 1990: 3), dan is dit begryplik dat vervoerkoste die hoogte in kan skiet.

Turro (1993) wys daarop dat padvervoer onderwerp is aan sterk interne kompetisie. Mwase (1988) ondersteun hierdie standpunt, maar wys daarop dat vervoerkoste vasgestel moet word sodat winsgrense kompetierend is. As vervoerkoste te hoog is, is daar geen mark nie. Wanneer die vervoerkoste laag is, maak meer besighede van vervoermaatskappye gebruik, wat tot hoër winsgrense lei. Dit maak die deur vir toetreding deur nuwe maatskappye in die vervoermark oop. Dit kan nadelig vir kleiner vervoermaatskappye wees, omdat die prys van vervoer (as gevolg van kompetisie) so laag kan daal dat die maatskappy nie meer kop bo water kan hou nie. Wanneer dit gebeur, lei dit gewoonlik tot 'n herorganisasie van ligging van vervoermaatskappye, want die vervoermaatskappye probeer hulself vestig op plekke waar daar min of geen kompetisie is.

Vervoerkoste kan in verskillende tipes koste ingedeel word. Hierdie tipes koste sal nou bespreek word.

## **1.2 TIPES KOSTE VIR PADVERVOER**

Daar is baie geskryf oor hoe om vervoerkoste vas te stel, maar al die skrywers sê min of meer dieselfde (vgl. Badenhorst, 1994; Bell, Blackledge & Bowen, 1983; Button, 1977; Button, 1993; Cole, 1987; Ferreira, 1998; Geldenhuys, 1994; Human, 1993; Janse van



Rensburg, 1992; Pienaar, 1985; Pretorius, 1997). Almal is dit eens dat drie tipes koste onderskei kan word, tw. vaste koste, voertuig-loopkoste en oorhoofse koste. Die tipes koste word hierna bespreek. Die outeur wat die tipes koste die eenvoudigste beskryf het, word aangehaal.

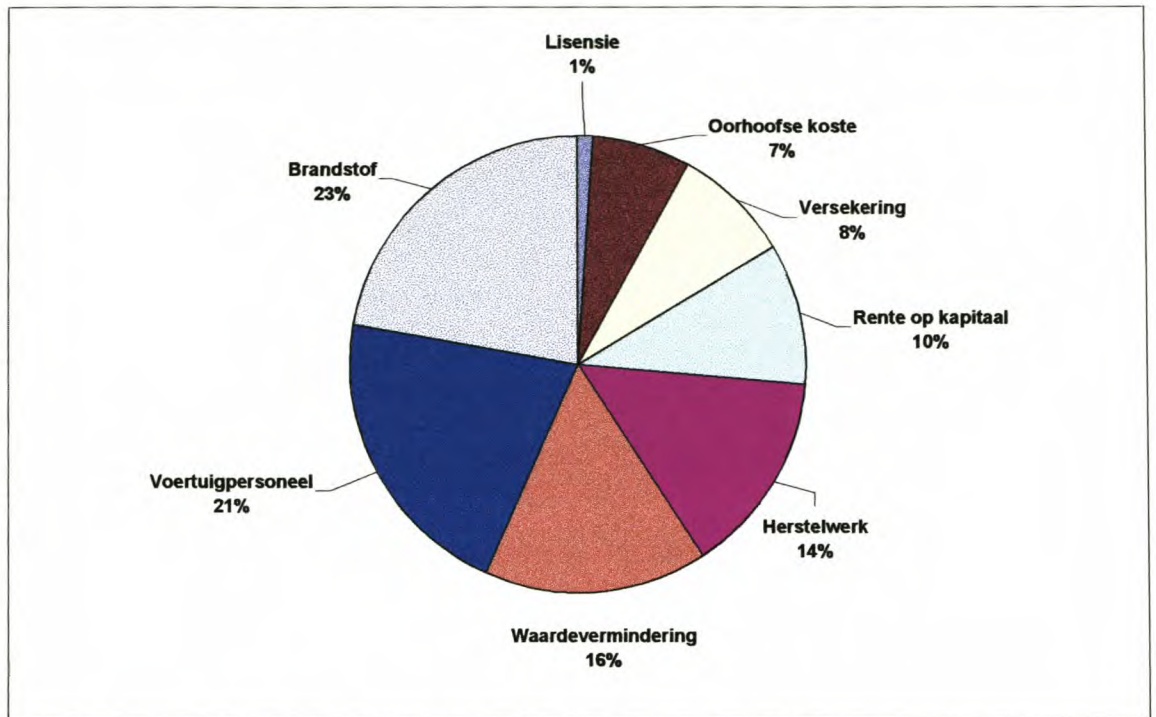
### 1.2.1 Vaste koste

Vaste koste is al die tydgebonde koste wat aan 'n voertuig toegedeel word, ongeag die omvang van die voertuig se benutting. Hierdie koste word gewoonlik oor 'n tydperk van 'n jaar bereken en word uit 'n hele aantal elemente saamgestel (Badenhorst, 1994) en word vervolgens bespreek.

Alle voertuie wat van 'n openbare pad gebruik maak, is verplig om geregistreer en **gelisensieer** te wees. Voertuie wat 'n bruto massa van meer as 3500 kg het, moet 'n sertifikaat van padwaardigheid ("*certificate of fitness*"- *CoF*) ook hê. Hierdie **padwaardigheidsertifikaat** en lisensie moet vir elke bak (sleepwa) ook verkry word. Die wet bepaal dat die padwaardigheidsertifikaat elke ses maande hernieu moet word, maar vervoeroperateurs kry ses maande gracie om 'n padwaardigheidsertifikaat te verkry. 'n Voertuig se **lisensie** word egter nie sonder 'n padwaardigheidsertifikaat uitgereik nie (Badenhorst, 1994).

**Voertuigversekering** word as 'n jaarlikse tarief aangeslaan. Die koste aan die versekering van die vrag word nie hierby ingereken nie, maar word afsonderlik met die kliënt onderhandel wanneer die vervoertarief bereken word.

**Lone en salarisse** (soos wat in Figuur 2 deur *voertuigpersoneel* aangedui word) maak 'n groot deel van die koste van vervoer uit. Ongeag of die voertuig loop of nie, moet die voertuigbestuurder en sy assistent (as die voertuigbestuurder een het) betaal word. Wanneer die voertuigbestuurder (en sy assistent) nie by hul eie huise oornag nie, moet hulle daarvoor vergoed word (verblyf). Elke ete (onderhoud) wat hierdie persone van hul huise af weg is, moet ook betaal word (Badenhorst, 1994).



Figuur 2: Samestelling van voertuigkoste (Badenhorst, 1994: 7)

Die **huur van die perseel** (deel van oorhoofse koste op Figuur 2) is die volgende element wat bespreek word. Ongeag van hoe groot die operateur se vloot is, moet hy 'n terrein hê waar die voertuie parkeer kan word. Die koste van die parkeerarea moet ingesluit word by die koste van die voertuig wat die ruimte benut. Indien die parking onderdak is, moet die waarde van die gebou ook in berekening gebring word (Badenhorst, 1994).

Badenhorst (1994) sê dat **rente op kapitaal** in voertuie belê ook as 'n staande koste-item van voertuie beskou moet word. Om hierdie rede moet dit ook by vaste koste ingesluit word. In die lig van die relatiewe hoë rentekoerse en inflasie word die koste van lenings 'n belangrike faktor in alle besigheidsbesluite. Die operateur moet dus streef na wins uit die bedryf van die besigheid, asook na 'n opbrengs uit die kapitaal geïnvesteer.

**Waardevermindering** verwys na die verwagte leeftyd en die herverkoopwaarde van 'n voertuig. Die verwagte leeftyd van 'n voertuig kan in jare of afstand (in kilometer) uitgedruk word. Daar moet dus voorsiening gemaak word vir die vervanging van die voertuig en die opbou van 'n fonds uit die inkomste van die huidige voertuig. 'n Metode

moet ontwikkel word waarvolgens daar na bereiking van die verwagte leeftyd genoeg fondse geakkumuleer sal wees om die vervanging te bekostig (Badenhorst, 1994).

### 1.2.2 Voertuig-loopkoste

Loopkoste ontstaan as gevolg van die bedryf van 'n voertuig en word gekoppel aan die afstand deur die voertuig afgelê. Loopkoste word in die volgende paragrawe bespreek.

Brandstofkoste (kyk Figuur 2) het 'n groot invloed op die totale koste van 'n voertuig. Om hierdie rede is dit van uiterste belang dat dit deurentyd gemonitor word. Voertuigbestuurders (die manier waarop hulle die vragmotors bestuur) het ook 'n groot invloed op **brandstofverbruik**. Brandstofverbruik kan uitgedruk word as km/l, of as l/100km (Badenhorst, 1994). Sodra dit vasgestel is, kan daar 'n randwaarde aan brandstofverbruik gekoppel word. Die vervoeroperateur moet egter daarvan bewus wees dat die tipe roete (bv. bergpasse teenoor gelyk oppervlaktes en stedelike verkeer teenoor nie-stedelike verkeer) 'n belangrike invloed op brandstofverbruik het.

**Oliekoste** is die kleinste koste-item (Ferreira, 1998; Geldenhuys, 1994; Human, 1993) wat aangeteken moet word en sluit die vervanging van olie en oliefilters in. Die koste-item word as onderhoudskoste hanteer.

**Onderhoudskoste** sluit die volgende in:

- (i) Standaard diens, wat smeermiddels, olie en filters insluit
- (ii) Standaard meganiese ondersoek
- (iii) Alle meganiese herstelwerk
- (iv) Elektriese herstelwerk
- (v) Herstel aan bak
- (vi) Insleepkoste
- (vii) Herbou en verf
- (viii) Ongeluk herstelwerk
- (ix) Alle ander vervangings.

Hierdie koste, volgens Badenhorst (1994), kan ingedeel word in koste verbonde aan onderdele en koste verbonde aan arbeid.

**Bandkoste** is moeilik om te bereken, want daar moet voersiening gemaak word vir die versool van bande (Badenhorst, 1994: 18). 'n Nuwe band kan versool word as die bandkarkas nie beskadig is nie. Dit kos dan heelwat goedkoper as wat 'n nuwe band kos. 'n Nuwe band kan tot soveel as sewe keer versool word, voordat dit onbruikbaar is. As 'n band bars, of die bandkarkas word beskadig, kan die band nie versool word nie en moet 'n nuwe of versoolde band aangeskaf word.

### 1.2.3 Oorhoofse koste

Oorhoofse koste verwys na alle koste aangegaan in die bedryf van 'n vervoeronderneming, wat nie direk tot 'n bepaalde voertuig toegedeel kan word nie (Badenhorst, 1994: 18 - 19). Alle koste wat nie as 'n vaste- of loopkoste geklassifiseer is nie, word as oorhoofse koste behandel. Oorhoofse koste kan die volgende insluit:

- (i) Bestuurskoste
- (ii) Kantoor en administratiewe koste
- (iii) Werkswinkel
- (iv) Koste aangegaan ten opsigte van bemerking
- (v) Professionele dienste.

Turro (1993) verwag dat daar geen dramatiese tegnologiese veranderinge in die vervoersektor binne die volgende paar jaar sal plaasvind nie. Hy meen egter dat die veranderinge wat wel gaan plaasvind, meestal deur toepassings van inligtingstechnologie sal geskied. Hy gaan dan verder om te sê dat verbeterde inligtingstechnologie openbare vervoer beter sal laat funksioneer. Dit sal ook kan help om rit-afstand en reistyd te verminder.

Geografiese spesialisasie is 'n probleem vir die kopers van vervoerdienste (Nordström, 1993). Kliënte probeer so veel moontlik om net een vervoermaatskappy te gebruik, maar soms dwing geografiese ligging die gebruik van meer as een vervoermaatskappy af.

Padvervoer is die belangrikste modus van vervoer in die meeste ontwikkelende lande, alhoewel padstandaarde kan verskil van growwe grondpaaie tot hoë kwaliteit teerpaaie (Cole, 1987). Die "*Economic Research Centre*" (1994) wys dat die eienskappe van padvervoer dit moontlik maak om maklik tyd-, plek- en hoeveelheid-aanpassings te maak

wanneer 'n vrag vervoer gaan word. In teenstelling hiermee kan daar gesien word dat spoorweë steeds grootmaat losmaat-goedere tussen nodusse vervoer.

### 1.3 DIE PROBLEEM: SUBOPTIMALE ROETESELEKSIE

Die meeste geografiese inligtingstelsels wat netwerkanalises toelaat kan 'n kortste of mees ekonomiese ritroete, bereken deur roetelengtes op 'n plat vlak (twee dimensies) te bepaal (Heivly, 1991; Jones, 1993). Aangesien rekenaartegnologie al hoe meer die derde dimensie inkorporeer, vind dieselfde ook in GIS-toepassings plaas. Die toenemende belangstelling in 3D toepassings kan duidelik gesien word in die titels van artikels in onlangse uitgawes van verskillende GIS-tydskrifte (Hodges, 2000; Sárközy, 1994; Welch, 1990). Die derde dimensie word nog nie in die datastrukture van netwerkmodes van die verskillende GIS-rekenaarpakkette aangewend nie. Om die resultate van hierdie modelle meer bruikbaar en realisties te maak, is dit nodig om hierdie verfyning te doen. As topografiese helling (as skynweerstand) by die vasstel van 'n kortste of mees ekonomiese ritroete ingereken word, sal dit definitief 'n uitwerking hê op waar of hoe dié roete sal loop (Hickey, Smith, & Jankowski, 1994).

### 1.4 DOELWITTE

In hierdie navorsing sal gepoog word om *ArcView* se netwerkmodes só te manipuleer dat dit helling outomaties sal inreken by die bepaling van 'n vinnigste of mees ekonomiese roete. Dit sal 'n meer realistiese oplossing onder bepaalde omstandighede teweegbring. Afhangende van hoe steil 'n helling is, sal dit 'n invloed hê op hoe vinnig en hoe ekonomies daar op daardie deel van die netwerk beweeg kan word.

Om te bepaal hoe ekonomies daar deur die netwerk beweeg kan word, sal veranderlikes soos (a) werkverrigting van voertuie teen sekere gradiënte, (b) tipe pad en (c) tipe padoppervlak ingereken word. Deur dit te outomatiseer, sal die module goed deur bv. vervoermaatskappye gebruik kan word, waar helling baie keer 'n beslissende faktor is in hoe vinnig 'n vrag afgelewer, en hoe ekonomies die vrag vervoer kan word. Om dit te bereik is die volgende derhalwe nodig:

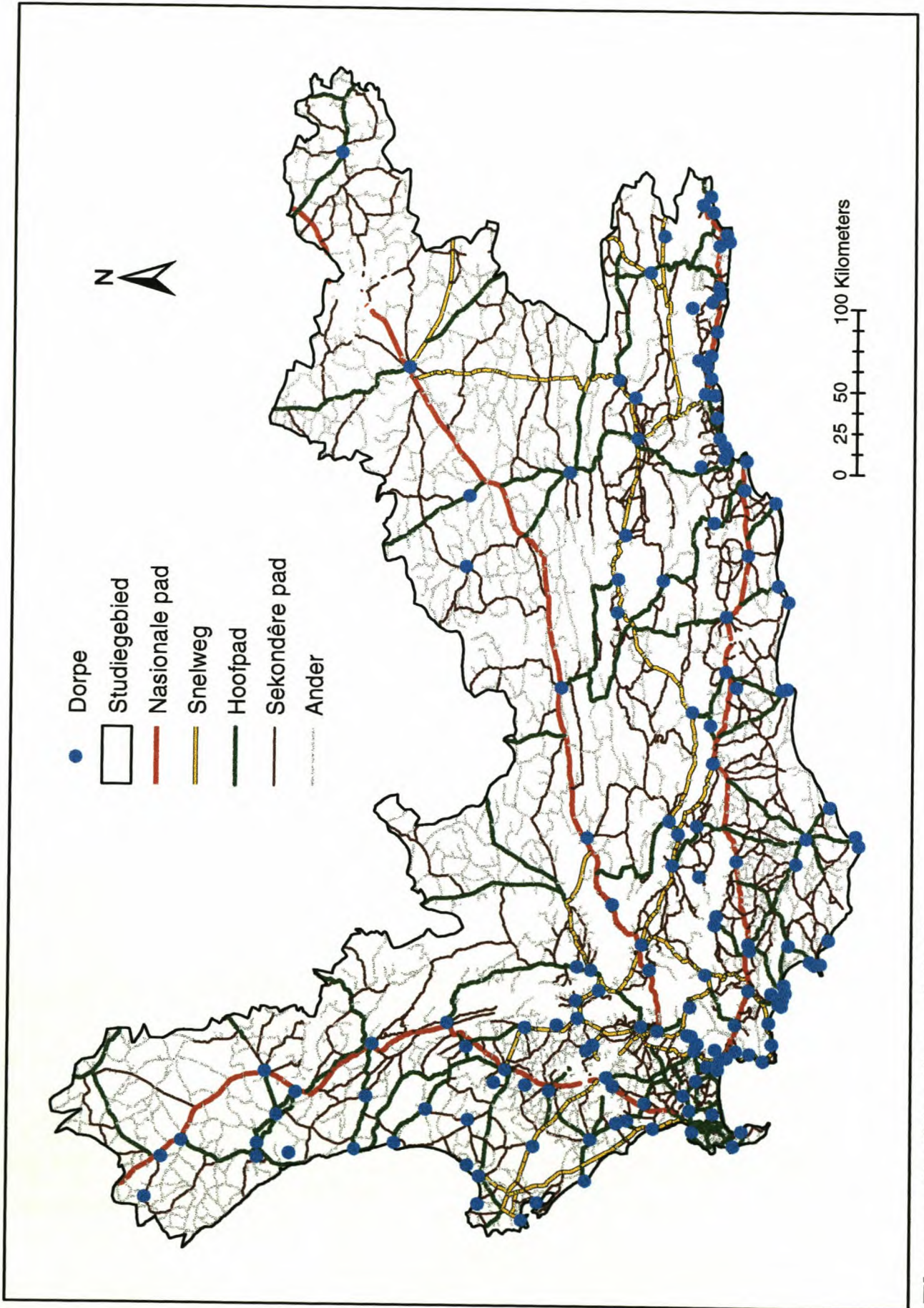
- (i) Aanpassing van die netwerkmodule met *ArcView* se programmeringstaal *Avenue*, sodat dit helling as skynweerstand in ag neem by die bepaling van 'n optimale roete;
- (ii) Inkorporering van voertuig-werkverrigting, tipe pad en tipe padoppervlak as skynweerstand in die algoritme vir die bepaling van 'n optimale roete;
- (iii) Ontwikkeling van 'n grafiese koppelvlak in *ArcView* vir die gebruik van dié nuwe funksie;
- (iv) Toetsing van prototipe vir korrektheid, volledigheid, robuustheid en gebruikersvriendelikheid.

## 1.5 DATA EN STUDIEGEBIED

Om hierdie doelwitte te bereik is digitale data oor die topografie en ligging van paaie en dorpe van 'n spesifieke gebied nodig. Die Wes-Kaap Provinsie is as studiegebied geneem, omdat 'n verskeidenheid padtipes met verskillende oppervlaktipes teen wisselende hellings hier voorkom. Data in verband met die werkverrigting (brandstof- en olieverbod teen verskillende gradiënte) van vragmotors is ook belangrik, sodat daar bepaal kan word wat dit sal kos om op 'n spesifieke stuk pad te ry. Ekonomiese gegewens oor vragmotors sluit in die hoeveelheid band wat per kilometer gebruik word, die kapitaalokoste (per kilometer) wat aangegaan word en die onderhoudskoste per kilometer van die voertuig.

Digitale data oor die paaie en die topografie van die Wes-Kaap is van die Sentrum vir Geografiese Analise aan die Universiteit van Stellenbosch verkry (sien Figuur 3). Data in verband met die werkverrigting van die verskillende vragmotors is gestandaardiseer Pienaar & Schutte (1996). Die volgende datastelle is benut:

- Die padnetwerk (volgens tipe) in die Wes-Kaap;
- Die geografiese liggingskoördinate van en name van dorpe in die Wes-Kaap;
- Kontoerdata (afkomstig vanaf Kaapse Natuurbewaring) is deur middel van mnr. A. van Niekerk (Departement Geografie en Omgewingstudie, Universiteit van Stellenbosch) verkry;



**Figuur 3: Studiegebied**

- Ekonomiese gegewens (oor die loopkoste van swaarvoertuie) is vanaf prof. W. Pienaar (Departement Vervoer-ekonomie, Universiteit van Stellenbosch) verkry;

## 1.6 METODOLOGIE

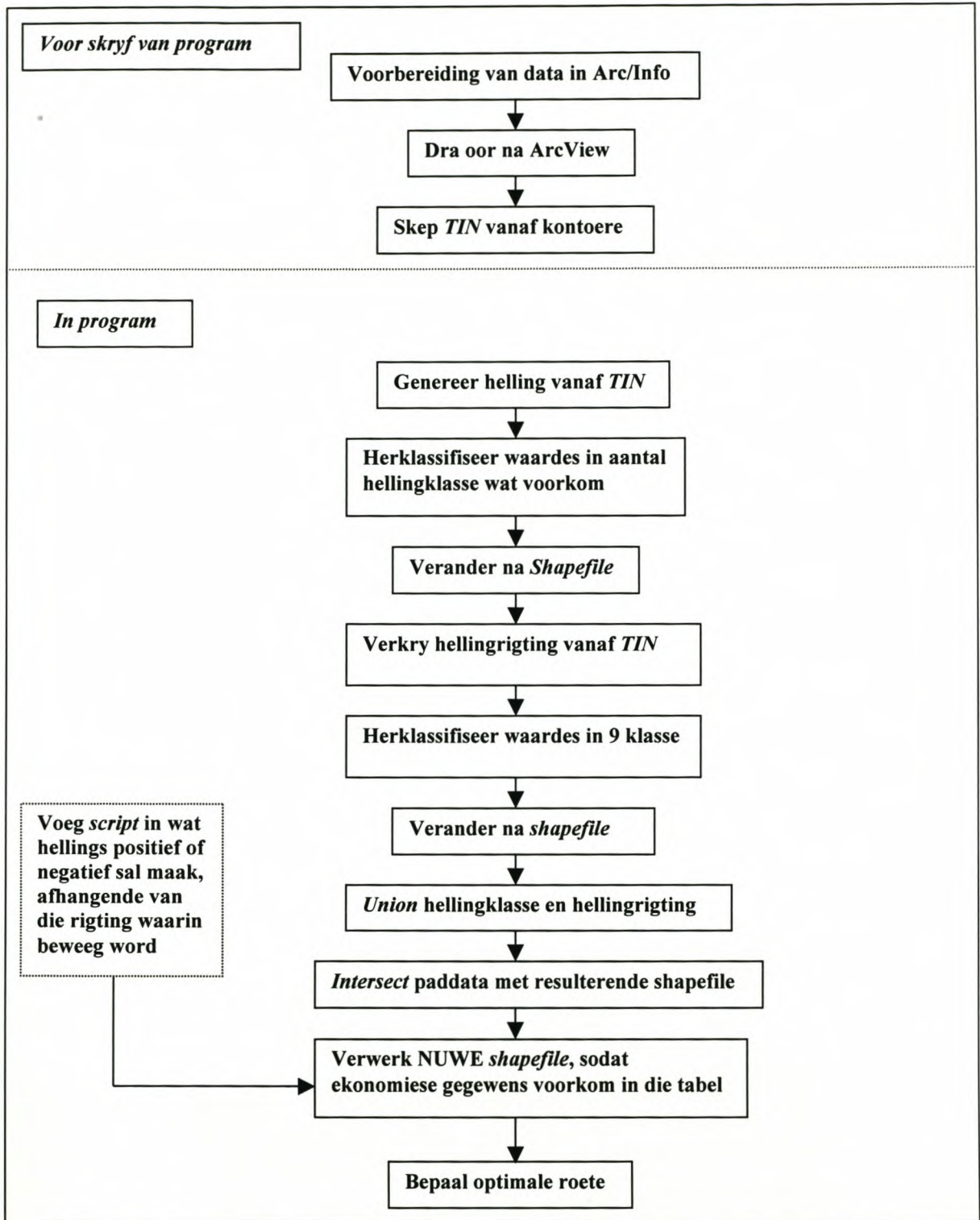
'n Literatuurstudie is gedoen om te bepaal of daar reeds 'n GIS is wat die derde dimensie by netwerkontleding insluit. Daar is ook vasgestel aan watter vereistes stelselontwikkeling en grafiese koppelvlakke moet voldoen om verder suksesvol aangewend te word.

Die metodologie behels basies dat 'n rekenaarprogram in die interne programmeringstaal van *ArcView* (*Avenue*) geskryf is om die nodige data vanaf die gebruiker aan te vra, dit te verwerk en die kortste/mees optimale ekonomiese roetes (grafies) in 'n GIS te vertoon. Geen rou data is deur die navorser self ingesamel nie, want die gegewens was geredelik beskikbaar. Nadat die data verkry is, is dit na toepaslike formate vir *ArcView* GIS omgeskakel.

Die netwerkmodule van dié pakket word deur die nuutgeskrewe *Avenue* program gemanipuleer om die tesisdoelwitte te realiseer. *Avenue* is gebruik om dit vir die gebruiker maklik te maak om die nuwe funksie te gebruik. Die nuwe funksionaliteit is getoets deur 'n aantal vergelykende roete-seleksies te doen, ten einde die programmatuur vir korrektheid te verifieer, asook om die groter doeltreffendheid daarvan te demonstreer.

Die stappe wat gevolg is ten einde die doel van die beoogde nuwe funksie en die navorsing te verwesenlik word vervolgens bespreek en kan in Figuur 4 gesien word. Eerstens is die data voorberei sodat dit in *ArcView* gebruik kan word. 'n *TIN* (*triangulated irregular network*) is uit die kontoerdata geskep, sodat daar aan elke punt in die studiegebied 'n hoogtewaarde gekoppel is. Daarna is die gradiënte en die gradiëntrigtings vanaf die *TIN* verkry en verwerk. Hierdie attribuutdata is daarna met die attribuutdata van die paaie gekoppel, sodat 'n datastel geskep is wat aan elke padsegment beide helling-attribue en pad-attribue toeken. Daarna is wiskundige formules gebruik om die koste van beweging oor 'n spesifieke boog (*arc*) van die padnetwerk te bepaal. As dit gedoen is, kan die roete bepaal word. Al hierdie stappe (behalwe die laaste twee) is eers deur die navorser gedoen, sonder die gebruik van enige programmeringsfunksies.





Figuur 4: Stappe wat gevolg moet word voor en in die beoogde program.

Nadat die outomatisering van al hierdie stappe (insluitende die laaste twee) afgehandel is, is 'n grafiese koppelvlak geskep wat dit vir die gebruiker makliker maak om die stelsel te gebruik. Die nuwe funksionaliteit is as twee knoppies op die keusebalk (*buttons* op die

*toolbar*) bygevoeg op die gewone *ArcView* koppelvlak. Dit is so gedoen sodat die volle funksionaliteit van *ArcView* en die nuwe funksie vir die gebruiker beskikbaar bly. Die twee knoppies het elkeen 'n eie spyskaart, waardeur die gebruiker met die keuse van 'n opsie die roete kan bepaal. Om dit vir die gebruiker makliker te maak, verskyn altwee spyskaarte op die skerm elke keer as die projek oopgemaak word. Wanneer enige van hierdie twee spyskaarte per ongeluk of met voorbedagte rade toegemaak word, kan dit maklik weer (met die druk van 'n knoppie) geaktiveer word.

Die een knoppie aktiveer die spyskaart waarmee die ekonomiese gegewens opgestel word. Op hierdie spyskaart verskyn al die stappe wat gevolg moet word om die ekonomiese gegewens van elke voertuig vas te stel. Daar is ook 'n opsie om die ekonomiese data op te dateer (indien die brandstofprys, olieprys of die prys van 'n stel bande verander). Die ander spyskaart, om die mees ekonomiese roete te vind, bevat die opsies wat die gebruiker in staat sal stel om (a) 'n dorp te identifiseer, (b) 'n kortste roete vas te stel (dit kan inherent klaar deur *ArcView* bepaal word, maar die gebruiker hoef nie *ArcView* se stappe te volg nie) en (c) 'n mees ekonomiese roete vas te stel.

Hierdie afdeling het die teoretiese agtergrond en die doel van hierdie werkstuk uiteengesit. Nou sal die manipulerings van *ArcView* se netwerkmodule bespreek word.

## HOOFSTUK 2. MANIPULERING VAN DIE *ARCVIEW* NETWERK MODULE

Hierdie hoofstuk handel oor hoe die rou data manipuleer is om dit na die regte, bruikbare formaat om te skakel. Daarna word die ontwikkeling van die *Avenue*-programkodes en -modules bespreek.

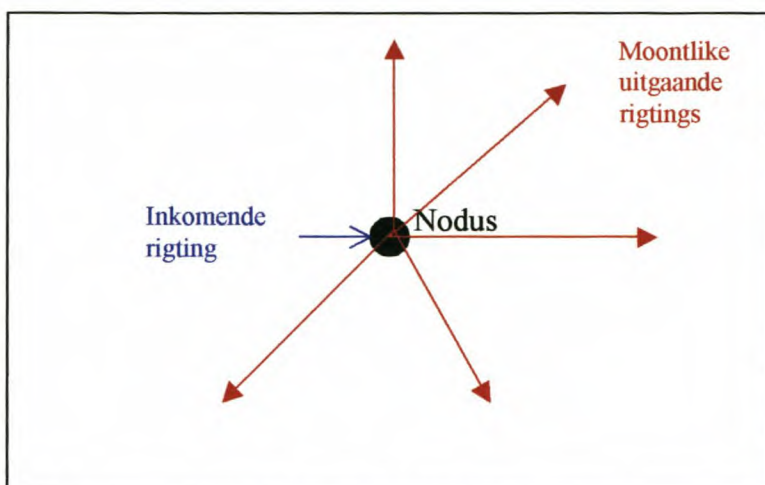
### 2.1 DATAVEREISTES EN VOORBEREIDING

Die datavoorbereiding het in beide *Arc/Info* en *ArcView* plaasgevind. Dit was nodig omdat *ArcView* nie oor al die funksionaliteit beskik om aan die vereistes van datavoorbereiding vir hierdie tesis te voldoen nie.

#### 2.1.1 Datavoorbereiding met *ARC/INFO*

Al die data was in *shapefile*-formaat beskikbaar. Eers is die paddata van *ArcView* *shapefile*-formaat na *Arc/Info* formaat omgeskakel. Die paddata is daarna na die Albers Oppervlak Getroue projeksie geprojekteer. Dit is gedoen sodat die lengtes van padsegmente in kilometer bereken kon word.

Die paddata is ontfout, waarna topologie in die *Arc/Info* formate vir die lyne (paaie) gebou is. Nadat dit gedoen is, is nodustopologie ook geskep sodat interseksies op die lyne bygevoeg is. Deur topologie vir lyne en nodusse te skep, word vir alle moontlike aansluitings by 'n bepaalde nodus voorsiening gemaak (sien Figuur 5). Dit is belangrik om nodustopologie te bou, want as 'n boog nie van 'n nodus af versyfer is nie, word dit nie as 'n moontlike roete gesien wanneer *ArcView* 'n roete vind nie. Wanneer nodustopologie geskep word, word dié boë ook as moontlike roetes erken. Nadat die data op hierdie wyse ontfout en gestruktureer is, is dit weer na *ArcView*-formaat omgeskakel, sodat dit gereed was vir verdere prosessering met *ArcView*.



Figuur 5: Voorbeeld van moontlike rigtings uit 'n nodus

Dieselfde ontfootings en datastruktureringsprosedure is met die kontoerdata gevolg. Eers is die kontoerdata (wat op 50m hoogte-intervalle beskikbaar was) na *Arc/Info*-formaat omgeskakel, waarna dit na die Albers Oppervlak Getroue projeksie (met dieselfde parameters as die paddata) geprojekteer is. In 'n GIS moet alle data na 'n gemeenskaplike kaartprojeksie en koördinaatsisteem getransformeer word sodat dit geïntegreerd aangewend kan word. Derhalwe is die grenslyn van die Wes-Kaap ook na *Arc/Info*-formaat oorgeskakel en geprojekteer (dieselfde projeksie met dieselfde parameters as die vorige data). Die kontoerdata is daarna met die grenslyn as patroonplaat geknip sodat net die kontoere wat binne die Wes-Kaap val oorgebly het. Topologie vir die kontoerdata is eweneens met die lynopsie gebou. Laastens is dié datastelle weer na *ArcView*-formaat teruggeskakel.

Ook die dorpdata is na *Arc/Info*-formaat oorgeskakel, want die rou data het al die dorpe in Suid-Afrika ingesluit. Weer eens is die Albers Oppervlak Getroue projeksie (met dieselfde parameters as die vorige data) gebruik om die dorpe te projekteer. Hierdie data is ook met die grenslyn van die Wes-Kaap geknip sodat net die dorpe wat in die Wes-Kaap voorkom in *Arc/Info*-formaat beskikbaar was. Nadat topologie vir dié data met die punt opsie gebou is, is dit omgeskakel tot *ArcView*-formaat.

### 2.1.2 Datavoorbereiding in *ARCVIEW*

Nadat die data van *Arc/Info*-formaat na *ArcView-shapefile* formaat omgeskakel is, is dit ook van vektorformaat na roosterformaat omgeskakel. Die roostergrootte is 250 \* 313.

Die volgende bykomende modules van *ArcView* is vir die doel van hierdie navorsing nodig, nl. *3D Analyst*, *Network Analyst* en *Spatial Analyst*. Hierdie modules beskik oor bepaalde funksionaliteite wat vir die ontwikkeling van die 3-D netwerkaanpassing noodsaaklik is.

*3D Analyst* is gebruik om die hoogtedata in *ArcView* te visualiseer. *Spatial Analyst* is gebruik om die helling-gradiënte vir die Wes-Kaap uit die kontoerdata te genereer. Die hellingwaardes is na die naaste heelgetal afgerond en die resulterende lêer is toe na 'n *ArcView-shapefile* omgeskakel. Dit beteken dat hellings slegs in volle grade-eenhede gemeet is.

Die hellingrigtings vir die studiegebied is eweneens (met behulp van *Spatial Analyst*) uit die hoogtedata gegenereer. Op dieselfde wyse as die hellings, is ook die hellingrigtings tot die naaste heelgetal afgerond en die resulterende lêer na 'n *ArcView-shapefile* omgeskakel. Die hellingrigtings is belangrik, want afhange van die bewegingsrigting, moet 'n voertuig op of af oor 'n spesifieke helling beweeg. As die hellingrigting bekend is (en die padrigting is bekend) kan vasgestel word of die voertuig op of af oor die helling beweeg. Dit moet gedoen word en in die roete ingewerk word, anders neem *ArcView* aan dat alle hellings positief (dus opdraand) is, ongeag die rigting waarin die voertuig in werklikheid teen die helling beweeg. Daar sal later meer hieroor uitgebrei word.

Die paddata is vertoon, sodat die liggings en tipes roetes gevisualiseer kan word. Die gradiënt en hellingrigting is met die *geoprocessing wizard* van *ArcView* oor mekaar gelê en die twee temas is met behulp van 'n *union*-opsie geïntegreer. Beide die gradiëntklasse en die hellingrigtingklasse is dus as aparte attribuut kolomme na die resulterende databasistabel oorgedra. Dit is moontlik, omdat *ArcView* se roosterformaat toelaat dat elke sel meer as een attribuut kan hê - maak nie saak of dit deel van 'n poligoon, lyn of punt is nie (sien *ArcView Help, Microstation Cells*). Om die padinligting en die

oppervlakgegevens te integreer is die *geoprocessing wizard* se *intersect*-opsie aangewend, sodat al die ruimtelike gegewens in een lêer beskikbaar was.

Die datavoorbereiding wat in die voorafgaande afdeling beskryf is, is noodsaaklik vir die opstel van die databasis vir gebruik van die 3-D optimale roeteseleksiefunksie. Hierdie voorbereidende werk word eenmalig vooraf vir 'n bepaalde gebied en roetenetwerk gedoen. Dit kan deur die gebruiker self gedoen word, mits die nodige *ArcView* sagteware beskikbaar is. Andersins is dit werk wat uitgekontraakteer moet word. Die ruimtelike omvang van die gebied en die resolusie waarop die ontledings gedoen gaan word, bepaal hoe groot die databasis sal wees en hoe lank dit neem om hierdie taak te voltooi.

## **2.2 ONTWIKKELING VAN AVENUE MODULES**

Om die doelwitte van hierdie tesis te realiseer is dit belangrik dat alles wat gedoen moet word om te sorg dat 'n optimale roete bepaal kan word in *ArcView*, so maklik as moontlik afgehandel kan word. Vir hierdie doel is 'n aantal programme geskryf spesifiek vir die doel van hierdie tesis. Dit is maklik aanpasbaar, sodat die veranderlikes (wat in hierdie tesis gebruik word) met ander veranderlikes (wat in die gebruiker se behoeftes sal voorsien) vervang kan word. Die programmeringsgeskrifte kan in Addendum B opgekyk word.

### **2.2.1 Die helling-module**

Die basiese beginsel van GIS is die koppeling van geometriese data en attribute. Dit is belangrik dat 'n geometriese konfigurasie 'n hele aantal attribute kan hê (Sárközy, 1994). Die rede hiervoor is dat meer as een attribuut met 'n spesifieke geografiese ligging geassosieer word. Volgens Sárközy (1994) het GIS-tegnieke baie vinnig ontwikkel, maar het dit duidelik geword dat die tradisionele twee-dimensionele GIS sommige probleme nie bevredigend kon oplos nie. Om dié rede het GIS-pakkette die derde dimensie begin insluit. Huidige drie-dimensionele modellering word meestal vir visualisering gebruik, maar dit kan vir ander toepassings ook gebruik word (Hodges, 2000).

Dit is waar 'n DEM (Digitale elevasiemodel) belangrik word om helling- en uitsigwaardes te verskaf. Hierdie DEM is essensieel vir studies van verkeer en roete-ontwerp, sowel as baie ander studievervelde vir GIS spesialiste. *Arc/Info* en *ArcView* het wel die funksionaliteit om die derde dimensie te kan hanteer, maar nie een van dié pakkette se netwerkmodule sluit die derde dimensie in nie.

Helling speel 'n belangrike rol in die berekening van voertuig-loopkoste (Badenhorst, 1994). Die een groot voordeel om helling by die bepaling van 'n roete in te reken, is dat die roete se ware afstand vertoon word (gewone twee-dimensionele pakkette se roeteafstande onderskat afstande omdat daar aanvaar word dat 'n lyn in die (x,y) vlak en nie in die (x,y,z) vlak loop nie. Dit het dus implikasies vir hoe lank dit sal neem om van punt A na punt B te beweeg en hoeveel dit sal kos. Die grootte van die afwyking sal vir verskillende voertuigklasse verskil, maar vir 'n vragmotor wat 'n maksimum vrag dra, is tyd, helling en brandstofverbruik baie belangrik.

Helling is 'n belangrike veranderlike wanneer daar na 'n mees ekonomiese roete gesoek word. Wanneer daar opwaarts oor 'n helling beweeg word, vermeerder die voertuigloopkoste, want volgens (Badenhorst, 1994; Ferreira, 1998; Geldenhuys, 1994; Janse van Rensburg, 1992; Pienaar, 1985) vermeerder die brandstof- en olieverbui. Deur afwaarts oor 'n helling te beweeg, verminder dit die voertuigloopkoste tot op 'n minimum vlak, wat deur die tipe voertuig en die spoed van die voertuig op daardie oomblik bepaal word. Dit het noodwendig finansiële implikasies vir die vervoeroperateur. Helling het ook 'n invloed op spoed, wat self 'n belangrike veranderlike is wanneer dieselverbruik en olieverbui bereken word.

'n Probleem wat opgelos moes word, was om die helling waarteen 'n bepaalde padsegment loop te bereken. Die gradiënte en hul rigtings is vir die topografie van die Wes-Kaap met behulp van 'n *TIN* gegenereer. Die kontoerdata (hoogtewaardes) vir die Wes-Kaap is gebruik om 'n *TIN* te skep. 'n *TIN* is 'n datastruktuur vir die grafiese voorstelling van 'n oppervlak. Omdat 'n oppervlak op 'n hele aantal maniere voorgestel kan word, het 'n *TIN* 'n spesifieke datastruktuur waarvolgens oppervlakdata gestoor word. 'n *TIN* deel 'n oppervlak in 'n stel aangrensende, nie-ooriggende driehoeke op. 'n Hoogte waarde word aan elke nodus van die driehoek toegeken. Hoogtes tussen die

nodusse kan bepaal word deur interpolasie, sodat 'n kontinue oppervlak geskep word. Enige datastel kan met 'n *TIN* voorgestel word, wat dit moontlik maak om 'n komplekse en onreëlmatige oppervlak met 'n klein datastel voor te stel (*ArcView Help, TIN*). Hierdie datastel het egter nog nie die hellings van die paaie aangedui nie, want 'n pad loop nie altyd loodreg oor 'n helling nie. Die padsteilte moes dus bepaal word om dit as helling by die berekening van brandstofverbruik te gebruik.

Eerstens moes die padrigting van elke padsegment bepaal word. Elke padsegment se beginpunt is geneem en die rigting waarin dit loop, is bereken. Dit is gedoen deur 'n *Avenue* program vanaf die ESRI - webwerf af te laai (Guoyon, 1999).

Die program vind eers die beginpunt van 'n boog ("*arc*") se x-koördinaat ( $X_1$ ). Dan vind dit die eindpunt van die boog se x-koördinaat ( $X_2$ ). Die beginpunt van die boog se y-koördinaat ( $Y_1$ ) en die eindpunt van die boog se y-koördinaat ( $Y_2$ ) word dan gevind. Die program stel dan vas of  $X_2 > X_1$  is of nie. Dit bepaal of  $X_1$  van  $X_2$  afgetrek word en of  $X_2$  van  $X_1$  afgetrek word. Dieselfde geld vir  $Y_1$  en  $Y_2$ .

As  $X_2 > X_1$  is, dan is  $X_{11} = X_1$ ,  $Y_{11} = Y_1$ ,  $X_{22} = X_2$  en  $Y_{22} = Y_2$ .

As  $X_2 < X_1$  is, dan is  $X_{11} = X_2$ ,  $Y_{11} = Y_2$ ,  $X_{22} = X_1$  en  $Y_{22} = Y_1$ .

Die formule vir die berekening van die padrigting is dan as volg:

$$P = \frac{(180 * k)}{\pi}$$

waar

$P$  = padrigting in grade vanaf Noord

$k = \text{ArcTan}(Y/X)$

$Y = Y_{22} - Y_{11}$

$X = X_{22} - X_{11}$

As  $P < 0$ , moet 180 by  $P$  getel word, sodat die regte padrigting (in grade) bepaal kan word. Die program skep 'n nuwe attribuutkolom (*Angle*) in die databasis en skryf daarna die berekende padrigting per padsegment na hierdie attribuutkolom.



Om die padsteilte van elke padsegment uit die padrigting en hellinggradiënt te bereken, is die volgende formule toegepas:

$$G = 100 \times \tan \left\{ \arctan \left[ \frac{(\cos \theta)(\sin(g))}{\sqrt{(\sin \theta)^2 + \{(\cos \theta)(\cos(g))\}^2}} \right] \right\}$$

waar

G = Padsteilte

$\theta$  = Padrigting

g = Helling (in radiale) soos verkry uit die TIN.

Die padsteilte is bereken vir padsegmente in die rigting waarin hierdie lynsegment versyfer is. Hierdie waardes is in die attribuuttabel in 'n kolom *from\_to* gestoor. Om die padsteilte in die teenoorgestelde rigting te bereken, is die *from\_to* - padsteilte met (-1) vermenigvuldig en in die kolom genaamd *to\_from* gestoor. Die padsteilte bly dus dieselfde; dit word net positief of negatief, afhangende van in watter rigting daar met die helling (padsteilte) beweeg word.

### 2.2.2 Die kosteberekeningsmetode vir brandstofverbruik

**Brandstofkoste** is die grootste (veranderlike) koste-item en in die meeste gevalle die grootste bydraer tot die totale voertuig-loopkoste (Ferreira, 1998; Geldenhuys, 1994). Die belangrikheid vir die vasstelling van die hoeveelheid brandstofverbruik en die afstand (in km's) afgelê is dus vanselfsprekend.

Volgens Ferreira (1998) hang brandstofverbruik ook van die meganiese toestand van die voertuigenjin, die topografie van die roete, die tipe pad wat gevolg word en die bestuurgewoontes van die voertuigbestuurders af. Met tipe pad word byvoorbeeld enkelbaanpaaie, meerlaanpaaie of gruispaaie bedoel.

Tipe bande het ook 'n invloed op brandstofverbruik (Geldenhuys 1994). 'n Straallaagband het 'n laer rolweerstand as kruislaagbande, wat tot 'n laer brandstofverbruik lei. Die banddruk moet korrek wees, sodat rolweerstand (en dus brandstofverbruik) geminimaliseer word.

Dit is noodsaaklik dat elke voertuig se brandstofverbruik apart bereken word, want dit gee die vervoeroperateur 'n ware beeld van die werklike kostebydrae van elke voertuig tot die koste van die diens wat deur die firma gelewer word. Ook is die monitering van brandstofverbruik 'n grondige manier om onreëlmatighede (bv. die diefstal van diesel) te identifiseer. Om hierdie rede is dit belangrik om die ekonomiese gegewens (die veranderlikes wat gebruik word om voertuigloopkoste te bereken) vir elke voertuig in 'n firma se voertuigvloot vas te stel.

Die formule\* wat gebruik word om die brandstofverbruik te bereken, is soos volg:

$$B = \left( 173.0 + \frac{3660.1}{V} \right) + (0.0383 \times V^2) + (181.0 \times G)$$

waar

B = brandstofverbruik per 1000 voertuig kilometers

V = konstante spoed in km/h

G = helling as 'n persentasie

'n Alternatiewe formule is:

$$B = \left( x + \frac{3660.1}{V} \right) + (y \times V^2) + (z \times G)$$

waar

B = brandstofverbruik per 1000 voertuig kilometers

V = konstante spoed in km/h

G = helling as 'n persentasie

x = veranderlike vir elke voertuigklas

y = veranderlike vir elke voertuigklas

z = veranderlike vir elke voertuigklas

Vir afdraandes geld dieselfde formule, maar die minimum waarde van B word gegee deur  $3660.1 / V$ . Dit beteken dat die oomblik wat B minder as  $3660.1 / V$  is, moet  $3660.1 / V$  as brandstofverbruik geneem word. Die rede hiervoor is dat die konstante

(3660.1) 'n verwantskap met brandstofverbruik tydens luiering toon. Dit is die minimum waarde van brandstofverbruik (Janse van Rensburg, 1992).

### 2.2.3 Bandverbruik

Ferreira (1998), Geldenhuys (1994) en Human (1993) is dit almal eens dat dit uiters moeilik is om *bandkoste* vooruit te bepaal. Die lewensduur van bande en die koste daaraan verbonde word deur loopvlakslytasie, lekkasies, ongebalanseerde wiele en bandkarkasbeskadiging beïnvloed. Geldenhuys (1994) en Human (1993) wys egter daarop dat, deur noukeurig rekord te hou van die bande se verskillende leeftye, 'n gemiddelde lewensduur (per band) bepaal kan word.

'n Ander aspek wat 'n invloed op bande se lewensduur het, is banddruk (Geldenhuys, 1994: 20). 'n Band is ontwerp om 'n spesifieke maksimum vrag teen 'n spesifieke maksimum spoed, oor 'n spesifieke afstand en teen 'n spesifieke banddruk te dra. Indien die banddruk nie korrek is nie, het dit 'n invloed op die leeftyd en die werkverrigting van die band. Dit het weer direkte finansiële implikasies vir die vervoeroperateur.

Padweerstand is nog 'n faktor wat 'n invloed op bande se lewensduur het (Geldenhuys, 1994). Padweerstand word deur voertuigmassa, padoppervlak en banddruk beïnvloed. Bandweerstand word gewoonlik as 'n persentasie van die bruto voertuigmassa uitgedruk. Soos wat rolweerstand toeneem, word die band se leeftyd korter. Soos voorheen genoem, het padweerstand ook 'n invloed op brandstofverbruik, wat finansiële implikasies het.

Geldenhuys (1994) en Human (1993) bespreek die koste implikasies tussen nuwe en versoolde bande. Versoolde bande is goedkoper as nuwe bande, maar hul verwagte leeftyd is korter as dié van nuwe bande. Nuwe bande het die voordeel dat, as daar geen karkasbeskadiging is nie, hulle versool kan word, wat die algehele leeftyd van nuwe bande nog langer maak. Om 'n koste vir bandgebruik te bepaal, gee Geldenhuys (1994: 21) en Human (1993: 42) die volgende formule:

---

\* Die konstantes wat gebruik word in die formules is almal empiries bereken deur Prof. W. Pienaar (sien bronnelys).

$$\frac{\text{Getal nuwe bande} \times \text{prys van 'n nuwe band} + \text{Getal versoolde bande} \times \text{prys van 'n versoolde band}}{\text{Verwagte leeftyd van nuwe bande} \quad + \quad \text{Verwagte leeftyd van versoolde bande}} \\ \text{uitgedruk in kilometer} \qquad \qquad \qquad \text{uitgedruk in kilometer}$$

Pienaar & Schutte (1996) gee 'n formule vir bandkoste, wat beide nuwe en versoolde bande in ag neem:

$$T = 0.029936 \times V - 0.00014 \times V^2$$

waar

T = bandverbruik in persentasie loopvlakslitasie per 1000 voertuig kilometer

V = konstante spoed (km/h)

Om die ware bandkoste per 1000 kilometer (X) uit hierdie vergelyking te verkry, is die formule as volg herskryf:

$$\frac{X}{K} \times \frac{100}{1} = T$$

$$\text{dus } X = \frac{T \times K}{100}$$

waar X = die bandkoste per 1000 kilometer

K = die koste van 'n stel bande.

#### 2.2.4 Enjin-olieverbruik

Enjinolie-verbruik is die kleinste koste-item (Ferreira, 1998; Geldenhuys, 1994; Human, 1993) wat aangeteken moet word. Enjinolie-verbruik sluit die vervanging van olie en oliefilters in wat spruit uit verdamping, verbranding en lekkasies. Enjinolie-verbruik word uitgedruk in koste per kilometer en kan op een persent van die totale loopkoste beraam word. Vir die doeleindes van die nuwe *ArcView*-funksie wat geskep is, is die vervanging van oliefilters deel van onderhoudkoste. Om die oliekomponent van die totale loopkoste te bepaal, word die volgende formule gebruik:

$$O = 3.06 + 0.0021 \times (B + AH + AS)$$

waar

O = olieverbuiik in liter per 1000 voertuig kilometer

B = brandstofverbuiik per 1000 voertuig kilometer

AH = addisionele brandstofverbuiik as gevolg van beweging op 'n horisontale kurwe, in liter per 1000 voertuig kilometer

AS = brandstofverbuiik in liter per 1000 voertuigkilometer, spoedverandering-siklusse addisioneel tot brandstofverbuiik teen 'n konstante spoed

Vir die doeleindes van die berekenings vir *ArcView* word beweging in 'n horisontale kurwe en spoedverandering-siklusse nie in ag geneem nie. Hierdie veranderlikes sal 'n groot rol speel wanneer daar in 'n stedelike gebied beweeg word, maar op paaie tussen stedelike nedersettings, waar verkeer vryvloeiend is, speel hierdie veranderlikes 'n weglaatbaar-klein rol in die olieverbuiik van 'n swaarvoertuig. Die formule lees dus soos volg:

$$O = 3.06 + 0.0021 \times B.$$

### 2.2.5 Rente op kapitaal

Rente op kapitaal is 'n koste-item wat dikwels swak verstaan word en gereeld uit kosteberekeninge weggelaat word (Ferreira, 1998; Geldenhuys, 1994; Human, 1993). As 'n vervoeroperator sy geld of kapitaal in 'n spaarrekening sou hou, sou hy rente ontvang vir die gebruik van sy geld of kapitaal. Wanneer hy sy geld of kapitaal in voertuie investeer, moet hy ook hier "rente" op sy geld verdien. Hierdie rente word verkry deur dit as 'n koste-item in die tarief in te bou. Die vervoeroperator strewende daarna om 'n hoër opbrengs of "rente" op sy kapitaal te verdien as wat hy op 'n belegging in 'n spaarrekening sou verdien.

Indien die vervoeroperator van geleende geld gebruik maak, moet hy nog steeds rentekoste in sy tarief insluit, omdat hy rente aan die finansieringsinstansie moet betaal.

In 'n persoonlike onderhoud met prof. W. Pienaar (hoof van die Departement van Vervoereconomie aan die Universiteit van Stellenbosch) het prof. Pienaar 'n formule verskaf, wat die kapitaalkomponent inbou by voertuigloopkoste. Die formule is soos volg:

$$K = \frac{1}{-7.754863 + (6.9862775 \times V^a)}$$

waar

K = kapitaalkoste per 1000 voertuig kilometer

V = konstante spoed

a = 0.40980399.

Die konstantes verskil van tipe voertuig tot tipe voertuig. Hierdie vergelyking maak net voorsiening vir swaarvoertuie met twee sleepwaens. In 'n persoonlike onderhoud met Prof. W. Pienaar het hy verduidelik hoe die konstantes vir kapitaalkoste empiries bereken is. Regressie wat kapitaalkoste weerspieël is 'n hiperbool gegrond op die vermindering van koste per kilometer namate spoed en afstand toeneem. Navorsing het getoon dat namate gemiddelde voertuigspoed toeneem die afstandbenutting van 'n voertuig oor sy dienslewe verbeter.

### 2.2.6 Onderhoud

Onderhoudskoste is die koste wat aangegaan word om 'n voertuig in goeie meganiese en elektroniese toestand te hou sodat padwaardigheidstandaarde nagekom word (Ferreira, 1998; Geldenhuys, 1994; Human, 1993). Onderhoudskoste bestaan uit twee komponente, nl. roetine onderhoud en nie-roetine onderhoud.

*Roetine onderhoud* verwys na voorkomende onderhoudsdienste wat byvoorbeeld die koste van nuwe olie- en brandstoffilters insluit (Ferreira, 1998). *Nie-roetine* onderhoud verwys na onderhoudskoste wat aangegaan word as gevolg van die onklaarraking van 'n voertuig, weens byvoorbeeld stukkende turbo-aanjaers of 'n stukkende koppelaar (Human, 1993).

Die vervoeroperateur moet voorsiening maak vir onderhoudskoste. Dié koste moet oor die hele leeftyd van die vragmotor versprei word. 'n Goeie manier, volgens Human (1993), is om dit as per kilometer-koste in die gekwoteerde tarief in te werk. Dit kan nie as 'n onmiddellike tarief in berekening gebring word slegs wanneer herstelwerk nodig is nie, want dit sal die volgende vraag wat vervoer word se prys die hoogte in laat skiet.

Prof. Pienaar het 'n formule verskaf, waarmee onderhoudskoste (per 1000 kilometer) bepaal kan word:

$$O = \frac{9.83}{f \times 0.844587}$$

waar

O = onderhoudskoste per 1000 voertuig kilometer

f = prys van nuwe voertuig

Onderhoudskoste se konstantes is deur Prof. W. Pienaar met behulp van meervoudige regressie-analise van empiriese metings vasgestel. 'n Rentekoers van 10 persent is gebruik in die berekening van hierdie konstantes.

### **2.2.7 Totale kosteberekening per kilometer**

Dit is opvallend dat al die formules koste per 1000 voertuig kilometer bereken. Alle kostewaardes is vervolgens deur 1000 gedeel, om koste per voertuig kilometer uit te druk.

Padsegmentlengtes in die paaie se attribuuttabel is ook na kilometer eenhede omgerek deur met 1000 te deel, omdat die lengtes in meter gegee was. Op hierdie manier is die waardes in die lengtekolom en die waardes in die onderskeie kostekolomme almal per kilometer omgerek. Die totale koste per padsegment is vervolgens vir beide rigtings bereken deur die padsegmentlengte met die onderskeie koste-items te vermenigvuldig en die resultate te sommer.

Om die totale koste te bepaal, is 'n kostekolom geskep wat al die veranderlike koste by mekaar getel het:  $FTCost^* = F_{diesel} + F_{folie} + F_{bande} + F_{onderhoud} + F_{kapitaal} + F_{tipepad}$ .  $TFCost = T_{diesel} + T_{folie} + T_{bande} + T_{onderhoud} + T_{kapitaal} + T_{tipepad}$ .

Hierdie hoofstuk het verduidelik hoe die netwerkmodule gemanipuleer moet word sodat die doelwitte van hierdie tesis vervul kan word. Die formules wat gebruik is om die koste te bepaal is verduidelik. Die potensiële gebruiker is egter nog nie betrek nie. In die volgende afdeling sal verduidelik word watter stappe die gebruiker moet volg om 'n mees ekonomiese roete te kan bepaal.

---

\*  $FTCost$  verwys na die *from-to* koste vir 'n spesifieke padsegment wanneer daar in die rigting waarin dit versyfer is, op daardie padsegment beweeg word.  $TFCost$  verwys na die *to-from* koste vir 'n spesifieke padsegment, wanneer daar teen die rigting waarin dit versyfer is, daarop beweeg word. F verwys deurgaans na die *from-to* rigting en T verwys na die *to-from* rigting.

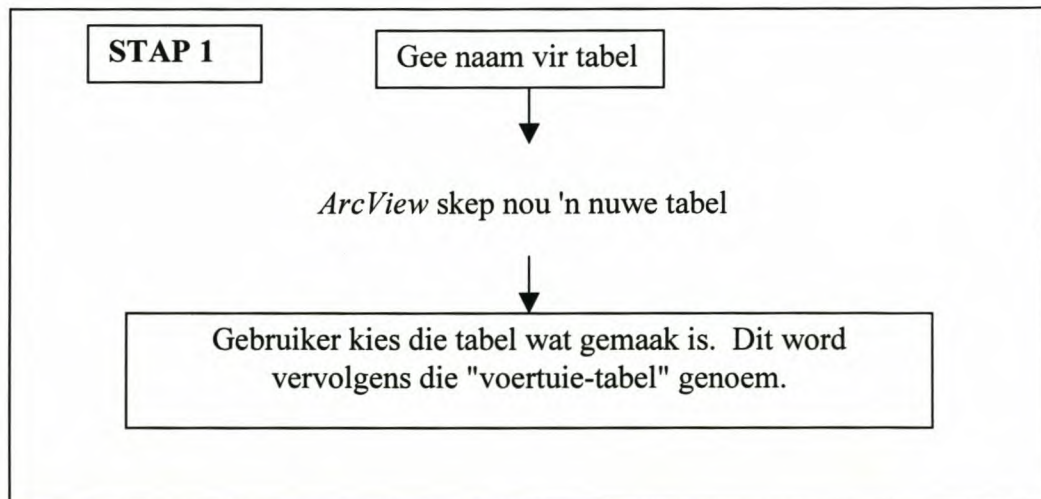


## HOOFSTUK 3. GEBRUIKERSKOPPELVLAK EN STELSELLOGIKA

Hierdie hoofstuk verduidelik watter stappe die gebruiker moet volg wanneer die nuwe funksie gebruik word. Dit verduidelik ook wat in die agtergrond gebeur en in watter volgorde dit geskied.

### 3.1 OPSTELLING VAN EKONOMIESE GEGEWENS

Die gebruiker aktiveer hierdie funksie deur met die muis op die knoppie te klik wat die opstelvorm vir die ekonomiese gegewens op die skerm laat verskyn (as die koppelvlak nie klaar oop is nie). Die eerste ding wat die gebruiker moet doen, is om 'n leë tabel te skep ("*STAP 1*" op die grafiese koppelvlak), wat uiteindelik die ekonomiese gegewens van elke voertuig (in die vervoeroperateur se vloot sal bevat (sien Figuur 6). Die program versoek die gebruiker om 'n naam vir die tabel te spesifiseer. Die tabel word as 'n databasislêer (*.dbf*) gestoor. Daarna word die gebruiker gevra om die tabel wat sopas gedefinieer is, uit 'n lys van tabelle te kies.



Figuur 6: Vloeiagram van take wat gedurende STAP 1 uitgevoer word.

Kolomme moet in die leë tabel geskep word wat die ekonomiese gegewens van die onderskeie voertuie sal bevat. Om dit te doen, kies die gebruiker die "*STAP 2*" opsie op die grafiese koppelvlak. Die gebruiker word gevra om die voertuie-tabel wat in die eerste stap gedefinieer is, uit 'n lys tabelle te kies. Hierdie seleksie word toegelaat sodat meer as een stel ekonomiese gegewens opgestel kan word om voorsiening vir

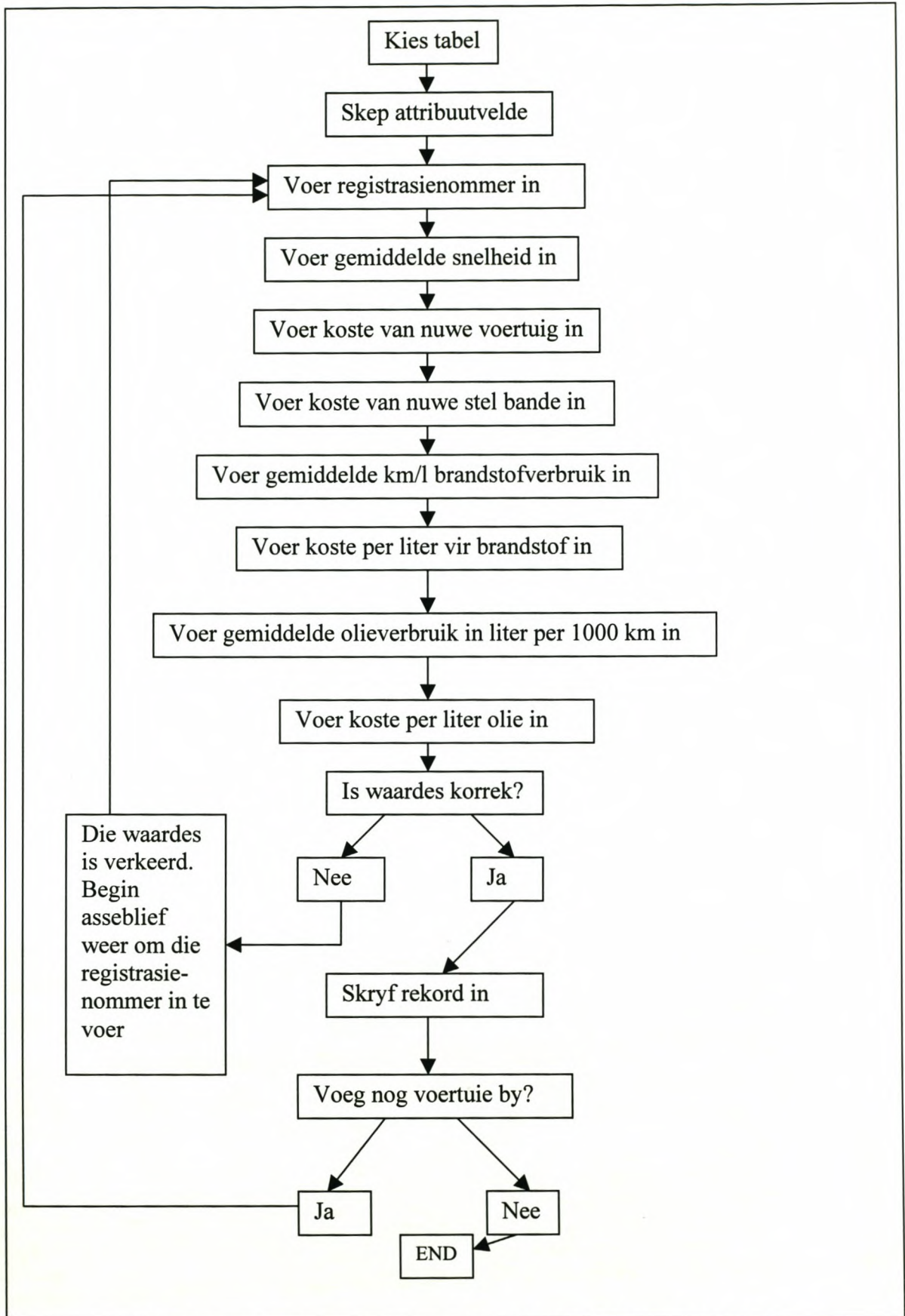
verskillende klasse voertuie te maak. Voertuie se enjingroottes kan verskil en 'n vervoeroperateur mag voertuie waarvan die enjins dieselfde grootte is, moontlik met mekaar wil vergelyk. STAP 1 word van STAP 2 geskei, sodat die gebruiker eers soveel voertuigtabelle kan opstel as wat verlang word. Op hierdie wyse kan al die stappe een-een afgehandel word vir al die voertuigtabelle wat gedefinieer is.

Nadat die voertuigtabel gekies is, word die volgende kolomme outomaties gemaak (as hulle nie reeds bestaan nie):

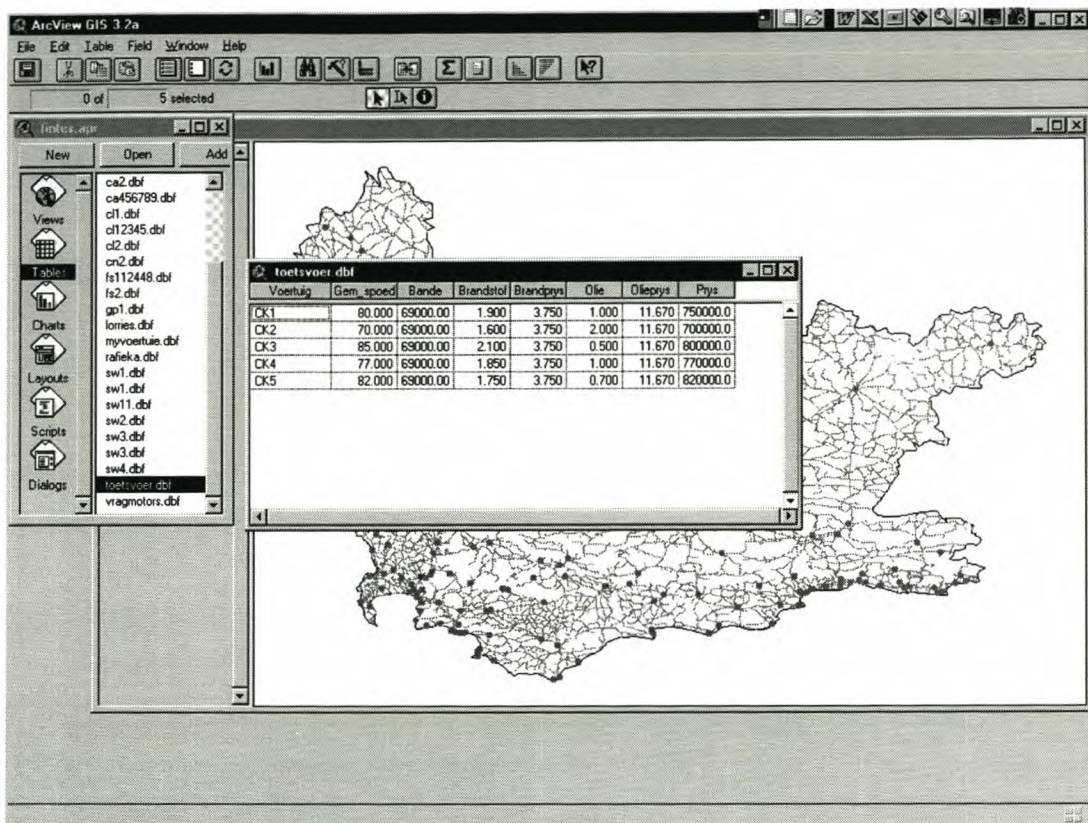
- Voertuig - die voertuig se registrasienommer
- Gem\_spoed - gemiddelde snelheid wat die voertuig handhaaf wanneer dit beweeg
- Bande - die koste van 'n nuwe stel bande (noodwiele uitgesluit)
- Brandstof - gemiddelde brandstofverbruik in km/l
- Brandprys - koste van 'n liter brandstof in Rand
- Olie - gemiddelde olieverbruik in l/1000km
- Olieprys - koste van olie per liter in Rand
- Prys - koste van 'n nuwe voertuig in Rand.

Daarna verskyn daar 'n boodskapkassie wat die gebruiker vra om (a) die voertuig se registrasienommer, (b) sy gemiddelde snelheid (in km/h), (c) die koste van 'n nuwe voertuig, (d) die koste van 'n nuwe stel bande, (e) die gemiddelde kilometers per liter brandstof vir die voertuig, (f) die koste van die brandstof per liter, (g) die gemiddelde olieverbruik (per 1000 km) en (h) die koste van 'n liter olie, in te voer.

Nadat dit gedoen is, word die gebruiker gevra om te verifieer dat die waardes korrek is. Die waardes word in 'n boodskapkassie aan die gebruiker getoon. Indien 'n fout gemaak is, begin die gebruiker weer by die invul van die registrasienommer van die voertuig, en word die proses herhaal (sien Figuur 7). As die waardes korrek is, word die gegewens as 'n rekord tot die tabel bygevoeg. Figuur 8 gee 'n voorbeeld van hoe so 'n tabel lyk. Die gebruiker word vervolgens gevra of daar nog voertuie is om by die tabel te voeg. Indien die gebruiker bevestigend antwoord, verskyn die boodskapkassie weer, wat die gebruiker vra om die waardes vir die ag veranderlikes in te voer (sien Figuur 7).



Figuur 7 : Vloediagram van die skep van 'n voertuie-tabel (deel van STAP 2)



Figuur 8: Voorbeeld van hoe voertuie-tabel lyk.

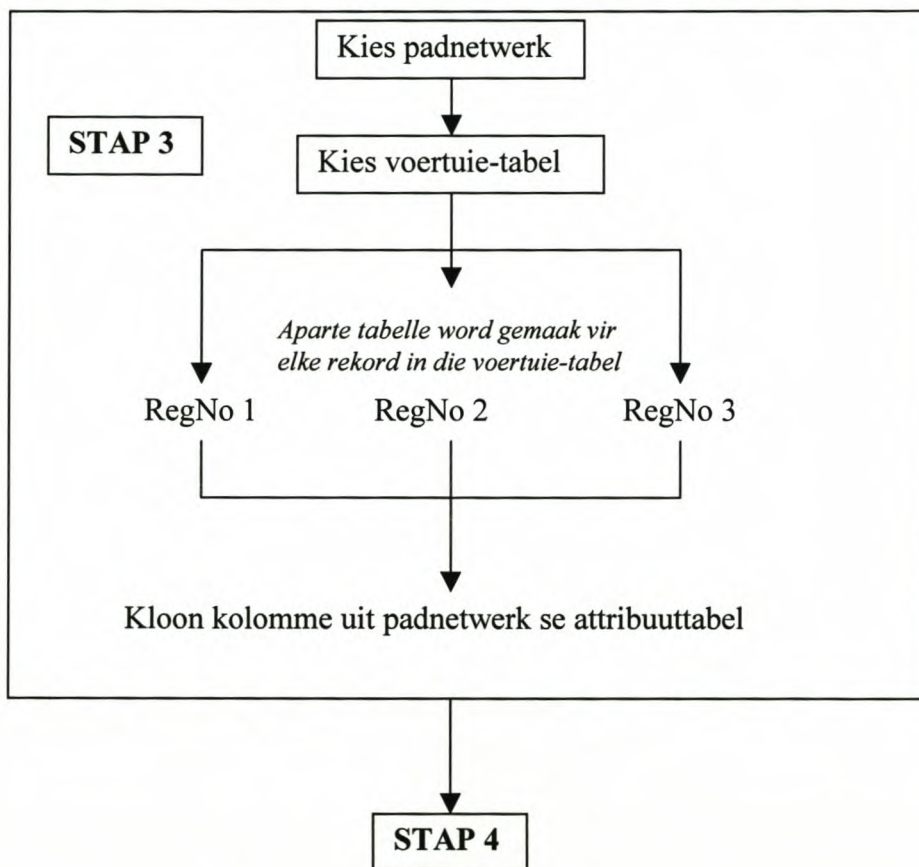
### 3.2 OPSTELLING VAN PADNETWERK

Nadat die voertuigdata ingevoer is, moet die gebruiker die "STAP 3"- opsie op die grafiese koppelvlak kies om die padnetwerk wat gebruik gaan word te selekteer (dit is die attribuu-tabel van die padnetwerk). Vir die doeleindes van dié tesis is die padnetwerk van die Wes-Kaap gebruik. In die geval van 'n vervoermaatskappy sal dit die beste wees as die hele Suid-Afrikaanse padnetwerk gebruik kan word. Dit sal onmiddellik alle moontlike roetes (tussen 'n gegewe oorsprong en bestemming) binne die grense van Suid-Afrika identifiseer. Hier sal die vervoeroperateur kan besluit of al die paaie in Suid-Afrika of net 'n sekere seleksie van die paaie benodig word.

Die gebruiker word gevra om 'n voertuie-tabel (Figuur 8) te kies. Die program lees deur die voertuie-tabel (Figuur 9) en skep daarna 'n leë databasislêer met die voertuig se registrasienuommer as die naam vir die nuwe tabel.

Uit die padnetwerk se attribuuttabel (wat vroeër gekies is), word 'n paar kolomme gekloon, en in die nuwe tabel(-le) geplaas. Die kolomme wat gekloon word, is:

- Shape - Tipe verskynselvorm aandui, byvoorbeeld 'n lyn, punt of poligoon.
- Length - Lengte van die segment op die padnetwerk.
- Tipepad - Tipe pad, byvoorbeeld, Nasionale pad of Hoofpad. 'n waarde is aan elke tipe pad toegeken, sodat die tipe pad nou 'n getal in monetêre terme aandui.
- Name - Pad se naam, byvoorbeeld, N1 of R300.
- Fpadsteil - Padsteilte as daar in die rigting waarin die segment versyfer is, langs die padsegment beweeg word.
- Tpadsteil - Padsteilte as daar in die teenoorgestelde rigting beweeg word as waarin die segment versyfer is.



Figuur 9: Vloeidiagram van STAP 3 en lei na STAP 4

Wanneer hierdie stap afgehandel is, moet die gebruiker teruggaan na die grafiese koppelvlak van die ekonomiese gegewens. Die vierde opsie "STAP 4" moet dan gekies word. Hier word die gebruiker deur middel van een boodskapkassie gevra watter voertuie-tabel gebruik moet

word (sodat die program weet watter voertuie se waardes [per rekord] nog nie bepaal is nie\*). Hierdie boodskapkassie is ingevoeg om die program gebruikerbestand te maak. Die gebruiker mag dalk versuim het om 'n voertuig in die voertuie-tabel in te skryf. As die verlangde voertuig nie daar is nie, moet die gebruiker weer al die stappe herhaal, maar "STAP 3" sal nie so lank neem nie, omdat 'n tabel net vir die voertuig wat nog nie bygevoeg is nie, geskep sal word. Die gebruiker kies die voertuie-tabel en die program gaan dan outomaties voort om die koste vir elke voertuig, per rekord, uit te werk.

Die nuwe tabel (Figuur 10) bevat dus nou die volgende kolomme:

- Shape - Tipe verskynsel, byvoorbeeld 'n lyn, punt of poligoon.
- Length - Lengte van die segment op die padnetwerk.
- Tipepad - Tipe pad, byvoorbeeld, Nasionale pad of Hoofpad. 'n waarde is aan elke tipe pad toegeken, sodat die tipe pad nou 'n getal in monetêre terme aandui.
- Name - Pad se naam, byvoorbeeld, N1 of R300.
- Fpadsteil - Padsteilte as daar in die rigting waarin die segment versyfer is, langs die padsegment beweeg word.
- Tpadsteil - Padsteilte bevat, as daar in teenoorgestelde rigting beweeg word.
- Bande1 - Bandverbruik in Rand.
- Fdiesel - Brandstofverbruik in Rand, as daar indie rigting beweeg word waarin die boog versyfer is.
- Tdiesel - Brandstofverbruik in Rand as daar teen die rigting beweeg word waarin die boog versyfer is.
- Fdiesel1 - Brandstofverbruik in Rand per 1000 km. Hierdie waarde word later in die berekening van die *Folie*-waarde gebruik.
- Tdiesel1 - Brandstofverbruik in Rand per 1000 km. Hierdie waarde word later in die berekening van die *Tolie*-waarde gebruik.
- Folie - Olieverbruik in Rand, as daar in die rigting beweeg word waarin die boog versyfer is.
- Tolie - Olieverbruik in Rand, as daar teen die rigting beweeg word waarin die boog versyfer is.
- Onderhoud - Onderhoudskoste van voertuig in Rand.
- Kapitaal - Kapitaalkoste van voertuig in Rand.
- FTCost - Die som van Bande1, Fdiesel, Folie, Onderhoud, Kapitaal en Tipepad.

---

\* Die "Voertuig" kolom in die voertuie-tabel word gebruik om die tabelle te kies wat die

- TFCost - Die som van Bande1, Tdiesel, Tolie, Onderhoud, Kapitaal en Tipepad.
- IdNommer - Dit is 'n kolom wat ingevoeg is vir gebruik wanneer die tabelle vir elke voertuig (tabelle wat ekonomiese gegewens per rekord bevat) onderskei moet word van ander tabelle wat in ArcView se projeklêer kan voorkom. Hierdie kolom dien as 'n wyser (*pointer*) in Avenue sodat net tabelle wat ekonomiese gegewens bevat, aan die gebruiker getoon word wanneer 'n voertuig gekies word waarvoor daar 'n mees ekonomiese roete bepaal word.

Die berekeningstyd van hierdie stap is afhanklik van die getal voertuie in die voertuie-tabel en die grootte en kompleksiteit van die roetenetwerk. Sestien verskillende berekeninge moet vir elke voertuig gedoen word. Om hierdie prosedure te voltooi kan lank duur. ArcView kan op hierdie punt geminimiseer word, of daar kan met ander werk aangegaan word terwyl ArcView die taak voltooi.

Tipepad	Name	Expansie	Tipepad	Bande1	TDiesel	TDiesel	TDiesel	TDiesel	Tolie	Tolie	Onderhoud	Kapitaal	TFCost	TFCost	IdNommer
1.300	#003.46	0.894	-0.894	15.7687620	13.560	6.546	625.685	302.057	0.675	0.024	0.00020410	3.26965160	34.573	26.908	0.000
1.300	#011.66206	1.746	-1.746	15.8597954	16.959	3.223	773.897	147.845	0.729	0.024	0.00020527	3.26752160	38.176	23.695	0.000
1.300	#011.66590	1.746	-1.746	16.0912195	17.248	3.270	773.897	147.845	0.740	0.025	0.00020827	3.33545272	38.715	24.022	0.000
1.300	#011.66445	12.620	-12.620	16.5052532	62.338	1.038	2748.091	45.751	1.426	0.026	0.00021363	3.42131632	84.591	22.291	0.000
1.300	#001.9611	-0.996	0.996	16.5352435	6.445	14.638	283.595	644.147	0.591	0.026	0.00021402	3.42753298	28.299	35.327	0.000
1.300	#011.66371	-14.961	14.961	16.6854549	1.049	72.735	45.751	3171.812	0.515	0.027	0.00021596	3.45866368	23.008	94.206	0.000
1.300	#011.66167	1.316	-1.316	16.8565769	16.265	5.228	702.067	225.675	0.748	0.027	0.00021817	3.49414096	38.664	28.306	0.000
1.000	N1	-2.630	2.630	16.7365956	1.053	21.624	45.751	939.901	0.517	0.027	0.00021666	3.46899232	22.780	42.861	0.000
1.300	#011.66619	1.979	-1.979	17.0868947	19.315	2.483	822.070	105.672	0.801	0.028	0.00022127	3.54374632	42.056	24.451	0.000
1.300	#011.66554	0.096	-0.096	17.1027768	11.142	10.665	474.007	453.735	0.679	0.028	0.00022136	3.54517488	33.769	32.641	0.000
1.300	#012.37723	-11.173	11.173	17.1368726	1.078	58.595	45.751	2486.194	0.529	0.028	0.00022180	3.55242448	23.586	80.572	0.000
1.300	#011.66806	1.426	-1.426	17.4948951	17.399	4.947	721.977	205.765	0.763	0.029	0.00022644	3.62645568	40.564	27.398	0.000
1.300	52674	1.746	-1.746	17.6919738	18.963	3.595	773.897	147.845	0.813	0.030	0.00022889	3.66730744	42.436	26.285	0.000
1.300	#011.66378	2.632	-2.632	18.4708368	23.869	1.161	940.263	45.751	0.910	0.033	0.00023907	3.82879528	48.379	24.794	0.000
1.200	365	1.746	-1.746	18.9156006	20.275	3.844	773.897	147.845	0.870	0.034	0.00024482	3.92094880	45.182	27.915	0.000
1.300	#013.34\	1.746	-1.746	18.7544748	20.102	3.811	773.897	147.845	0.862	0.034	0.00024274	3.88754960	44.906	27.787	0.000
1.100	R27	-0.763	0.763	19.2513749	8.619	15.927	325.768	601.974	0.705	0.035	0.00024917	3.99055024	33.666	40.304	0.000
1.200	366	-2.007	2.007	19.1266673	2.646	21.753	100.604	827.138	0.613	0.035	0.00024767	3.96656568	27.561	46.090	0.000
1.300	#001.9616	1.746	-1.746	19.2171712	20.598	3.905	773.897	147.845	0.883	0.035	0.00024973	3.98346032	45.982	28.441	0.000
1.100	Z7	-0.327	0.327	20.2483620	11.262	14.556	404.684	523.058	0.775	0.039	0.00026207	4.11972124	37.593	40.141	0.000
1.300	#011.66807	-0.843	0.843	21.1234565	9.037	17.896	311.288	616.454	0.768	0.043	0.00027340	4.37860752	36.607	44.741	0.000
1.300	#011.66598	1.570	-1.570	23.4223383	24.061	5.785	748.041	179.701	1.061	0.053	0.00030317	4.85534200	54.721	35.417	0.000
1.300	#011.66184	-10.404	10.404	24.7078856	1.954	79.698	45.751	2346.995	0.763	0.058	0.00031979	5.12161126	33.447	110.886	0.000
1.300	#010.24828	-3.620	3.620	26.1979853	1.647	40.293	45.751	1119.091	0.809	0.066	0.00033908	5.43040600	35.384	73.287	0.000
1.300	#013.380	1.278	-1.278	27.0901022	25.883	8.658	695.189	232.953	1.198	0.070	0.00035063	5.61541288	61.087	42.734	0.000
1.300	#011.66199	-1.452	1.452	30.1338754	8.327	30.095	201.059	726.683	1.027	0.087	0.00039002	6.24634576	47.035	67.863	0.000
1.300	#001.9622	-0.810	0.810	31.4628854	13.728	26.415	317.261	610.481	1.148	0.095	0.00040748	6.52597736	54.195	65.819	0.000

Figuur 10: Voorbeeld van hoe 'n spesifieke voertuig se tabel lyk (nadat STAP 4 afgehandel is)

gekloonde kolomme bevat.

'n Verdere funksie op die koppelvlak, naamlik "*ALTERNATIEWE STAP*", waarmee die bandprys, brandstofprys en olieprys opgedateer kan word indien die gegewens verander het. Die gebruiker kies die voertuie-tabel wat opgedateer moet word en voer die nuwe waarde vir die bandprys, brandstofprys of olieprys in. Die gegewens word outomaties opdateer.

Dieselfde stappe as die vorige module van die hoofprogram, word gevolg, maar met die veranderde bandprys, brandstofprys of olieprys. Dit sal die *FTCost* en die *TFCost* ook opdateer.

Weer eens neem hierdie gedeelte van die program redelik lank om uit te voer, want talle berekeninge moet van vooraf gedoen word. Dit is nie nodig om die koste van 'n nuwe voertuig op te dateer nie, want die onderhoud- en kapitaalkoste word bereken op die aankoopkostevan die voertuig. Netso is dit nie nodig om die brandstofverbruik of olieverbbruik op te dateer nie, want vir die vervoeroperateur om die meeste moontlike wins te maak, is dit noodsaaklik dat sy voertuie in goeie toestand gehou moet word. Sodra die brandstofverbruik of olieverbbruik afneem, moet die voertuig herstel, of verkoop word. 'n Onekonomiese voertuig lei tot 'n laer winste.

### **3.3 ROETEBEPALINGS**

Wanneer daar op die tweede knoppie (op die boonste keusebalk van *ArcView*) geklik word, word 'n ander grafiese koppelvlak aan die gebruiker getoon (as dit nie alreeds geaktiveer is nie). Hier word drie keuse-opsies aan die gebruiker verskaf. Die eerste opsie laat die gebruiker toe om 'n dorp in die Wes-Kaap te identifiseer. Die tweede opsie laat die gebruiker toe om die kortste roete vanaf punt A na punt B te vind en die derde opsie laat die gebruiker toe om die mees ekonomiese roete tussen twee punte te bepaal.

Om 'n spesifieke dorp se ligging te kan identifiseer is belangrik, want soms is die gebruiker nie seker waar 'n dorp geleë is nie. Dit sal onmoontlik wees om 'n roete tussen twee punte te bepaal as een van die punte se ruimtelike ligging onbekend is. Om hierdie rede het die program 'n funksie wat enige dorp (in die databasis) se ruimtelike ligging kan bepaal.



Die bestaande databasis is egter nie foutloos nie. Daar is ses dorpe wat so naby aan mekaar lê (vir die skaal van die databasis), dat hulle twee-twee saam gegroepeer is. Dié dorpe is: Goedverwag en Witwater, Witsand en Port Beaufort, asook Vredenburg en Saldanha. Drie boodskapkassies verskyn, wat die gebruiker van hierdie feit in kennis stel. Die boodskapkassies lyk soos volg:

- Boodskapkassie 1 - Indien u Goedverwag of Witwater soek, moet u die volgende invoer: Goedverwag/Witwater.
- Boodskapkassie 2 - Indien u Witsand of Port Beaufort soek, moet u die volgende invoer: Witsand/Port Beaufort.
- Boodskapkassie 3 - Indien u Vredenburg of Saldanha soek, moet u die volgende invoer: Vredenburg/Saldanha.

'n Volgende boodskapkassie verskyn, wat die gebruiker vra om die dorp te vind deur die naam in te vul. In geval van 'n verkeerde spelling (of ingeval die dorp buite die studiegebied val) word die gebruiker gevra om seker te maak dat die spelling korrek is, anders verskyn 'n boodskapkassie wat die gebruiker inlig dat die dorp nie in die databasis voorkom nie. Indien die dorp wel in die databasis is, word dit in rooi op die skerm vertoon. Tans kan slegs een dorp op 'n slag in rooi vertoon word.

Om 'n kortste roete in afstand te vind, is 'n funksie wat inherent aan *ArcView* se *Network Analysis* module is, maar dit is by die nuwe funksie ingesluit omdat vervoeroperateurs soms die kortste roete eerder as die mees ekonomiese roete tussen twee plekke wil bepaal. Dit is moontlik dat 'n vrag binne 'n spesifieke tyd op 'n plek moet wees (byvoorbeeld uitvoervrugte wat na 'n hawe vervoer moet word). Solank die vervoeroperateur seker is dat sy tarief hoog genoeg is om 'n wins te maak op die vervoer van die vrag, kan hy die diens so vinnig as moontlik maak deur hierdie opsie te kies. Die koppelvlak aktiveer net die interne program ("*find best route*") en die gebruiker volg die stappe om 'n kortste roete te bepaal.

Om die mees ekonomiese roete te vind, word die gebruiker deur middel van 'n boodskapkassie gevra om die voertuig waarvoor dit bepaal moet word, te selekteer\*. Daarna word die gebruiker gevra om die padnetwerk waarop die kortste roete gevind moet word, te selekteer. Die voertuig se ekonomiese gegewens (tabel wat die *FTCost*- en *TFCost*-kolomme bevat) word nou gekoppel aan die padnetwerk se attribuut-tabel met *ArcView* se *join* opdrag.

---

\* Die kolom IdNommer is 'n tipe wyser wat die voertuie identifiseer.

Weer eens roep die program *ArcView* se inherente funksie om 'n kortste roete te bepaal. Die gebruiker word egter gevra (deur middel van 'n boodskapkasie) om die kostekolom *Cost* te kies, in plaas van die outomatiese waarde *Length*. Nou word die gebruiker gevra om die dorpe waartussen die mees ekonomiese roete gevind moet word, te selekteer. Die dorpe waarvandaan beweeg word, moet eerste geselekteer word. Die program gaan dan verder en bepaal die mees ekonomiese roete.

Die bestuursaanwysings van die mees ekonomiese roete word in rand eenhede weergegee. Dit is nie baie behulpsaam nie en moet na afstand-eenhede omgeskakel word. Dit kan maklik met die druk van 'n knoppie omgeskakel word in kilometer, maar dit is ongerieflik.

Hierdie afdeling het verduidelik watter stappe deur die gebruiker gevolg moet word wanneer die nuwe funksie gebruik word. Dit het ook verduidelik wat agter die gebruikerskoppelvlak geskied, omdat dit belangrik is om te verstaan hoe die logika van die nuwe funksie en die stappe wat deur die gebruiker gevolg word, aan mekaar verwant is. In die volgende afdeling sal die nuwe funksie prakties toegepas en ge-evalueer word.

## HOOFSTUK 4. EVALUERING VAN NUWE FUNKSIE

In hierdie hoofstuk word die nuwe funksie ge-evalueer, ten opsigte van korrektheid en geldigheid. Kommentaar oor die gebruik van die grafiese koppelvlak deur persone wat die nuwe funksie gebruik het word ook aangebied.

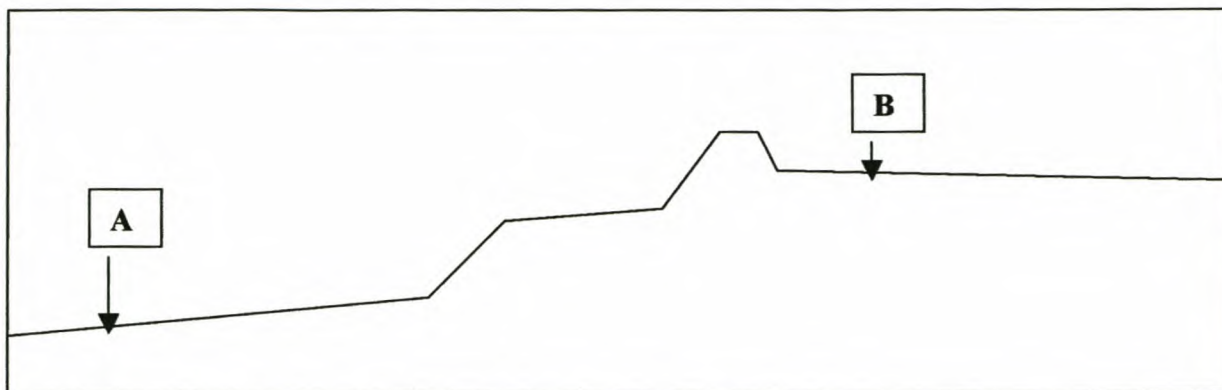
### 4.1 GELDIGHEID VAN NUWE FUNKSIE

Om die nuwe funksie te toets, sal die resultate ook kartografies uitgebeeld word. Vier dorpe is geïdentifiseer. Dié toetsdorpe is Kaapstad, Beaufort-Wes, Bitterfontein en George. Al hierdie dorpe is op nasionale roetes geleë. Hierdie roetes is strek oor verskillende terreinhellings, wat dit ideaal maak vir toetsing. Eerstens is die mees ekonomiese roete vanaf Kaapstad na elk van die dorpe bereken. Daarna is die kortste roete vanaf Kaapstad na elk van die dorpe bereken\*. Vervolgens is die mees ekonomiese roete vanaf elk van die dorpe na Kaapstad bereken. Kaapstad is geneem omdat al die hoofroetes by Kaapstad eindig. Dit is dus 'n logiese beginpunt vir enige vragroete.

Die mees ekonomiese roete moes in beide rigtings (vanaf Kaapstad en na Kaapstad) bereken word, omdat dié roetes ruimtelik (watter roete geïdentifiseer is) en in koste van mekaar kan verskil. Figuur 11 wys 'n voorbeeld van 'n dwarsprofiel van die aardoppervlakte om te illustreer waarom vervoerkostes langs 'n roete in beide rigtings bereken moet word. Punte A en B is dorpe op die aardoppervlak. Die roete vanaf A na B is amper konstant opdraand. Die roete vanaf B na A is amper konstant afdraand. Die werkklas van die enjin van 'n voertuig wat van A na B beweeg sal hoër wees as die werkklas van 'n enjin van 'n voertuig wat van B na A beweeg. Aangesien die werkklas van dieenjins verskil, sal die roetes teen verskillende koste afgelê word. Dit is waarom die roetes in beide rigtings bepaal moet word.

---

\* Dit was nie nodig om die kortste roete vanaf elk van die toetsdorpe na Kaapstad te bereken nie, want per definisie is die kortste roete tussen twee plekke ook die kortste afstand tussen twee plekke.

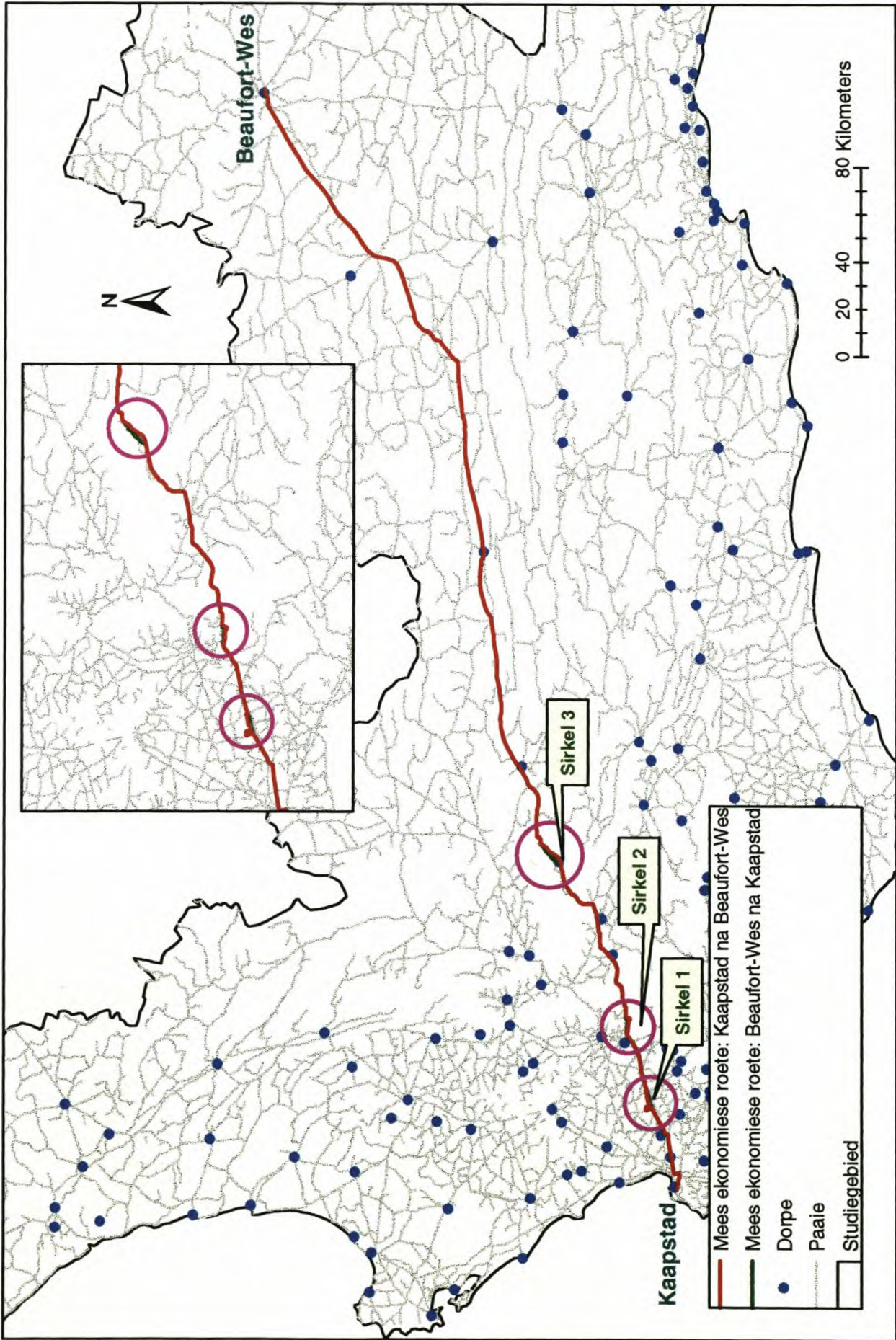


Figuur 11: Voorbeeld van 'n hipotetiese roete-hellingsprofiel

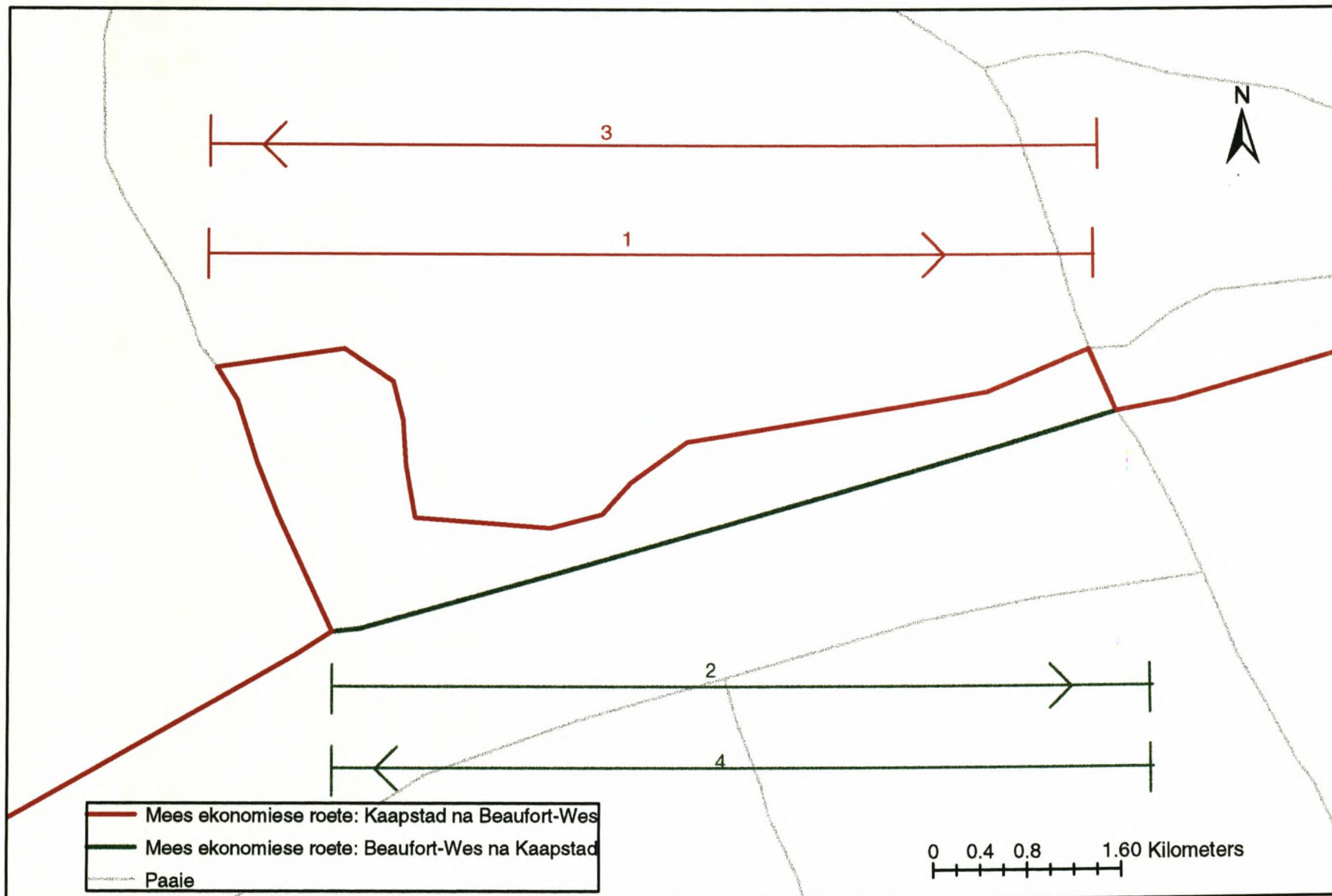
Eerstens word 'n vergelyking tussen die mees ekonomiese roetes (Kaapstad na Beaufort-Wes en Beaufort-Wes na Kaapstad) ontleed (Figuur 12). Dit is opvallend dat die twee roetes baie goed met mekaar vergelyk. Die heen-roete (Kaapstad na Beaufort-Wes) verskil net op drie plekke van die terug-roete (Beaufort-Wes na Kaapstad). Die drie plekke waar dit verskil is op Figuur 12 omring. Om die funksie te toets, is daar vasgestel of die roete wat gekies is, werklik die goedkoopste is. In Tabel 1 word die roetes (in sirkel 1 op Figuur 12, vergroot in Figuur 13) se koste met mekaar vergelyk. Wanneer die koste met mekaar vergelyk word, moet die rigting waarin die padsegmente versyfer is en die rigting waarin daar beweeg word, in ag geneem word, sodat daar bepaal kan word watter kostekolom (FT\_Cost of TF\_Cost) gebruik moet word.

Tabel 1 Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (eerste sirkel, Kaapstad-Beaufort - Wes-roete)

Roete	Kaapstad na Beaufort-Wes	
1	Helling	-5.772
	Koste	3.449
2	Helling	-1.746
	Koste	4.868
	Beaufort-Wes na Kaapstad	
3	Helling	29.343
	Koste	45.012
4	Helling	0.254
	Koste	2.354



**Figuur 12: Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Kaapstad en Beaufort-Wes)**



**Figuur 13: Eksperiment 1 - Toets van keuse van roete**

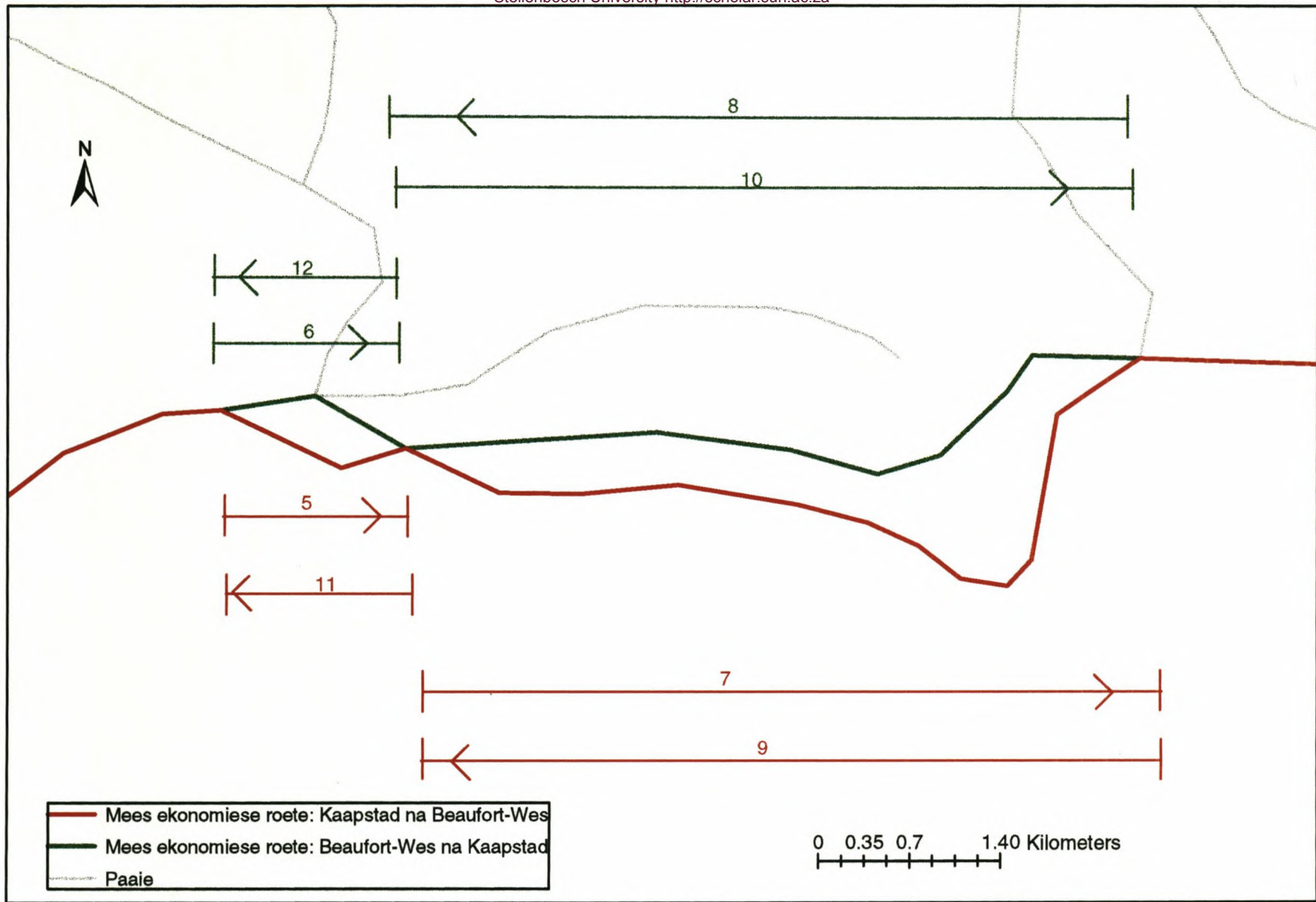
As daar van Kaapstad na Beaufort-Wes beweeg word, moet die rooi roete (1) se koste kleiner as die groen roete (2) se koste wees. Wanneer daar van Beaufort-Wes na Kaapstad gery word, moet die groen roete (4) se koste laer as die rooi roete (3) se koste wees. Tabel 1 getuig van die geldigheid van die nuwe funksie (vergelyk Figuur 13). In die heen-roete en die terug-roete het *ArcView* altwee kere die goedkoopste roete gekies. By die tweede sirkel (Figuur 14) is dieselfde toets gedoen (vergelyk Figuur 14). Tabel 2 vertoon die resultate.

Tabel 2: Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (tweede sirkel, Kaapstad-Beaufort - Wes-roete)

Roete	Kaapstad na Beaufort-Wes	
5	Helling	-21.244
	Koste	2.164
6	Helling	10.551
	Koste	5.922
7	Helling	-3.181
	Koste	4.651
8	Helling	1.159
	Koste	7.469
	Beaufort-Wes na Kaapstad	
9	Helling	5.031
	Koste	2.418
10	Helling	-10.551
	Koste	2.331
11	Helling	-24.668
	Koste	7.262
12	Helling	-2.025
	Koste	6.647

Weer eens word die funksie se korrektheid bewys. Vergelyk Figuur 14 met Tabel 2. As die keuse tussen roete 5 en roete 6 gemaak moet word, kies die program die mees ekonomiese roete. Netso word die goedkoopste roete tussen 7 en 8, 9 en 10 en 11 en 12 gekies.

As daar na die derde sirkel (op Figuur 12) gekyk word, word die patroon weer eens herhaal (Tabel 3). Die roete wat gekies is, is die goedkoopste roete.



**Figuur 14: Eksperiment 2 - Toets van keuse van roete**

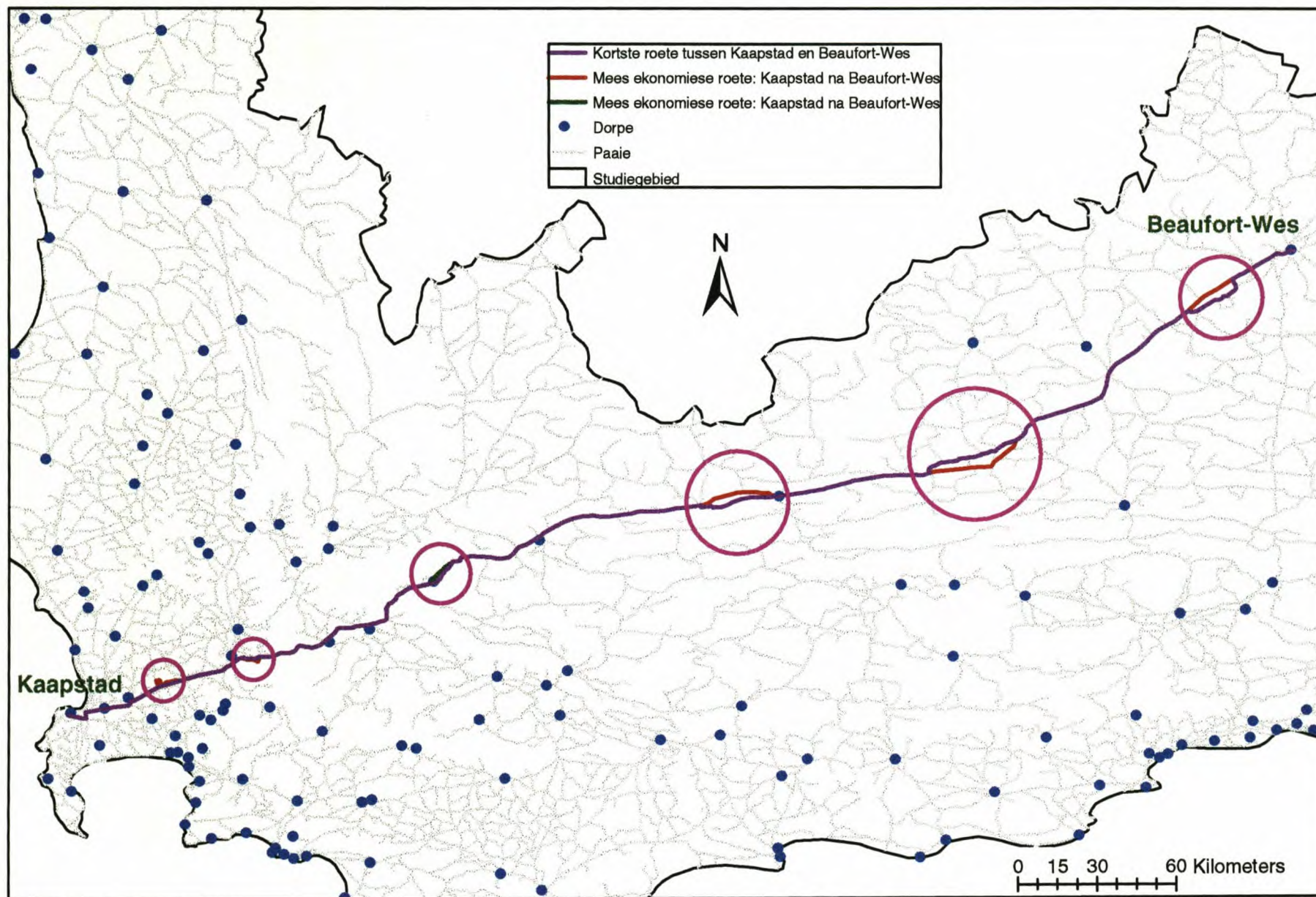


Tabel 3: Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (derde sirkel, Kaapstad-Beaufort - Wes-roete)

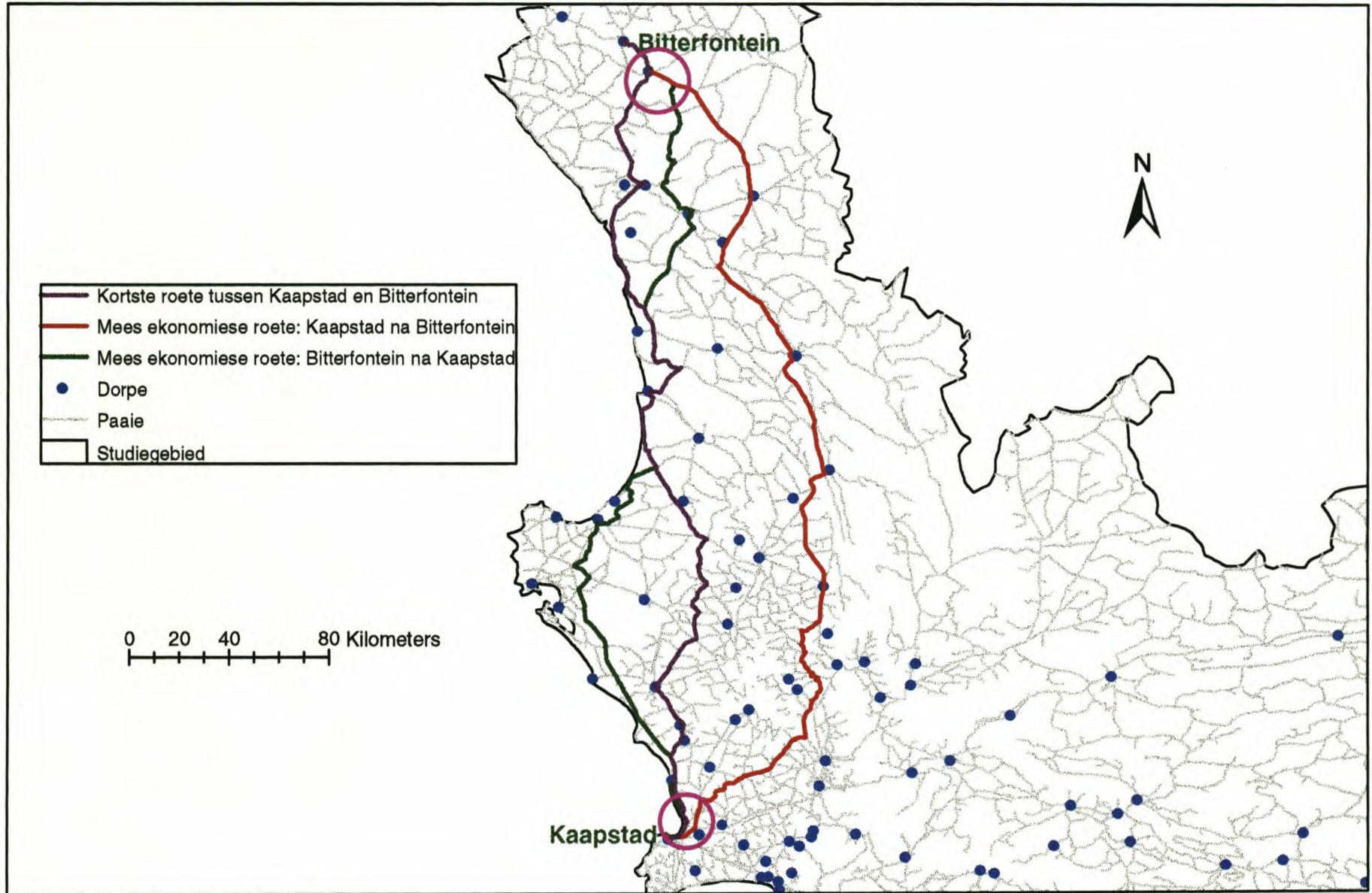
<b>Roete</b>	<b>Kaapstad na Beaufort-Wes</b>	
<b>13</b>	<b>Helling</b>	<b>1.746</b>
	<b>Koste</b>	<b>5.644</b>
<b>14</b>	<b>Helling</b>	<b>1.746</b>
	<b>Koste</b>	<b>16.883</b>
	<b>Beaufort-Wes na Kaapstad</b>	
<b>15</b>	<b>Helling</b>	<b>-52.596</b>
	<b>Koste</b>	<b>2.134</b>
<b>16</b>	<b>Helling</b>	<b>-1.746</b>
	<b>Koste</b>	<b>2.428</b>

Verder kan daar ondersoek ingestel word na die tipe pad en die tipe oppervlakte van die roete wat gekies is. Die mees ekonomiese roetes en die kortste roete volg die N1 amper heeltyd (kyk Figuur 15) en dit volg altyd 'n pad wat 'n geteerde oppervlakte het. Die kortste roete het 'n totale afstand van 462.31 km. Die heen-roete het 'n koste van R1 528.32. Die terug-roete het 'n koste van R1 288.57. Die mees ekonomiese roetes verskil van die kortste roete op presies dieselfde plekke (Figuur 15). Verder volg die kortste roete dieselfde pad as die heen-roete (verskil van die terug-roete op presies dieselfde plekke).

Wanneer die heen- en terug-roetes tussen Kaapstad en Bitterfontein met mekaar vergelyk word (Figuur 16), kan daar gesien word dat *ArcView* vir elke toetsroete, 'n ander roete kies. Die kortste afstand tussen die twee plekke is 388.64 km (Tabel 4). Die heen-roete (Kaapstad na Bitterfontein) is duurder (R1 021.07) as die terug-roete (Bitterfontein na Kaapstad, R976.32). As dieselfde metodologie gevolg word as wat op die vorige bladsy bespreek is, word Tabel 4 se resultate verkry.



**Figuur 15: Vergelyking tussen roetes (Kaapstad en Beaufort-Wes)**



**Figuur 16: Vergelyking tussen roetes (Kaapstad en Bitterfontein)**

Tabel 4: Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (Kaapstad en Bitterfontein)

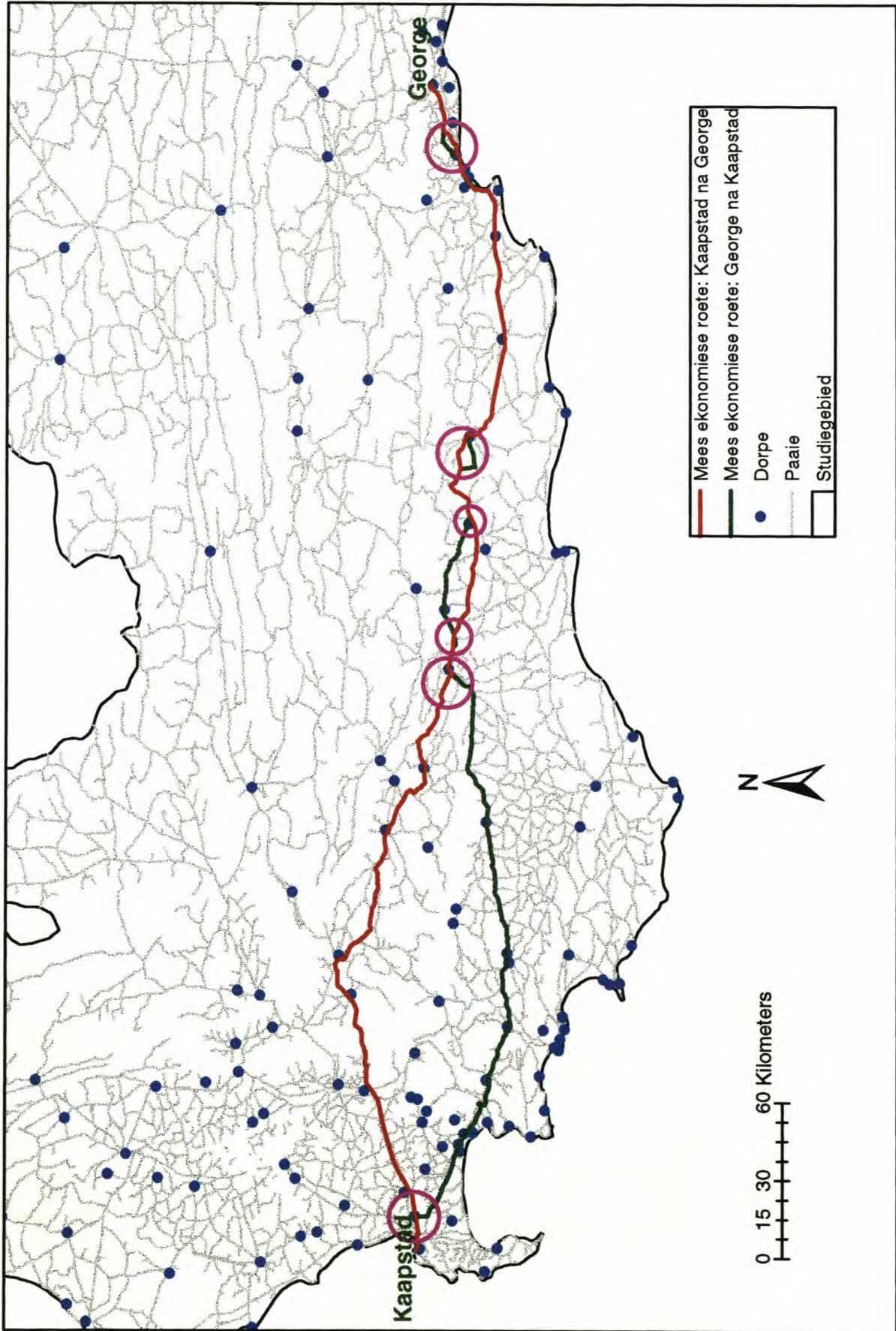
<b>Roete</b>	<b>Kaapstad na Bitterfontein</b>	
<b>17</b>	<b>Helling</b>	<b>-3.385</b>
	<b>Koste</b>	<b>2.308</b>
<b>18</b>	<b>Helling</b>	<b>1.746</b>
	<b>Koste</b>	<b>8.732</b>
	<b>Bitterfontein na Kaapstad</b>	
<b>19</b>	<b>Helling</b>	<b>0.191</b>
	<b>Koste</b>	<b>12.796</b>
<b>20</b>	<b>Helling</b>	<b>-3.276</b>
	<b>Koste</b>	<b>11,654</b>

Weer eens word waargeneem, nadat dit empiries bewys is, dat die nuwe funksie korrek werk. Daar kan ook aanvaar word dat die funksie werk, omdat 'n verskillende roete vir elke toetsroete gekies is. As die nuwe funksie nie gewerk het nie, sou die roetes almal dieselfde gewees het.

Die roete tussen Kaapstad en George se heen- en terug-roete verskil weer eens heelwat van mekaar (Figuur 17 en Tabel 5). Die terug-roete (George na Kaapstad) volg meestal die N2, terwyl die heen-roete (Kaapstad na George) die N1 tot by Worcester volg, waarna dit wegswaai, om net suid van Swellendam by die N2 aan te sluit. Daarna volg altwee roetes min of meer dieselfde paaie.

Weer eens kan daar gesien word dat die nuwe funksie korrek werk. Om die nuwe funksie verder te toets, is plekke geïdentifiseer wat nader aan mekaar lê, sodat al die padsegmente van die hele roete gesommeer kan word, om sodoende vas te stel of die mees ekonomiese roete wel gekies is.

Wellington en Stellenbosch is as toetsdorpe gekies. Die rede hiervoor was dat die verskillende roetes tussen Wellington en Stellenbosch wel bekend is. Enige onreëlmatighede (in koste of padhellings) sal dus maklik opgespoor kan word.



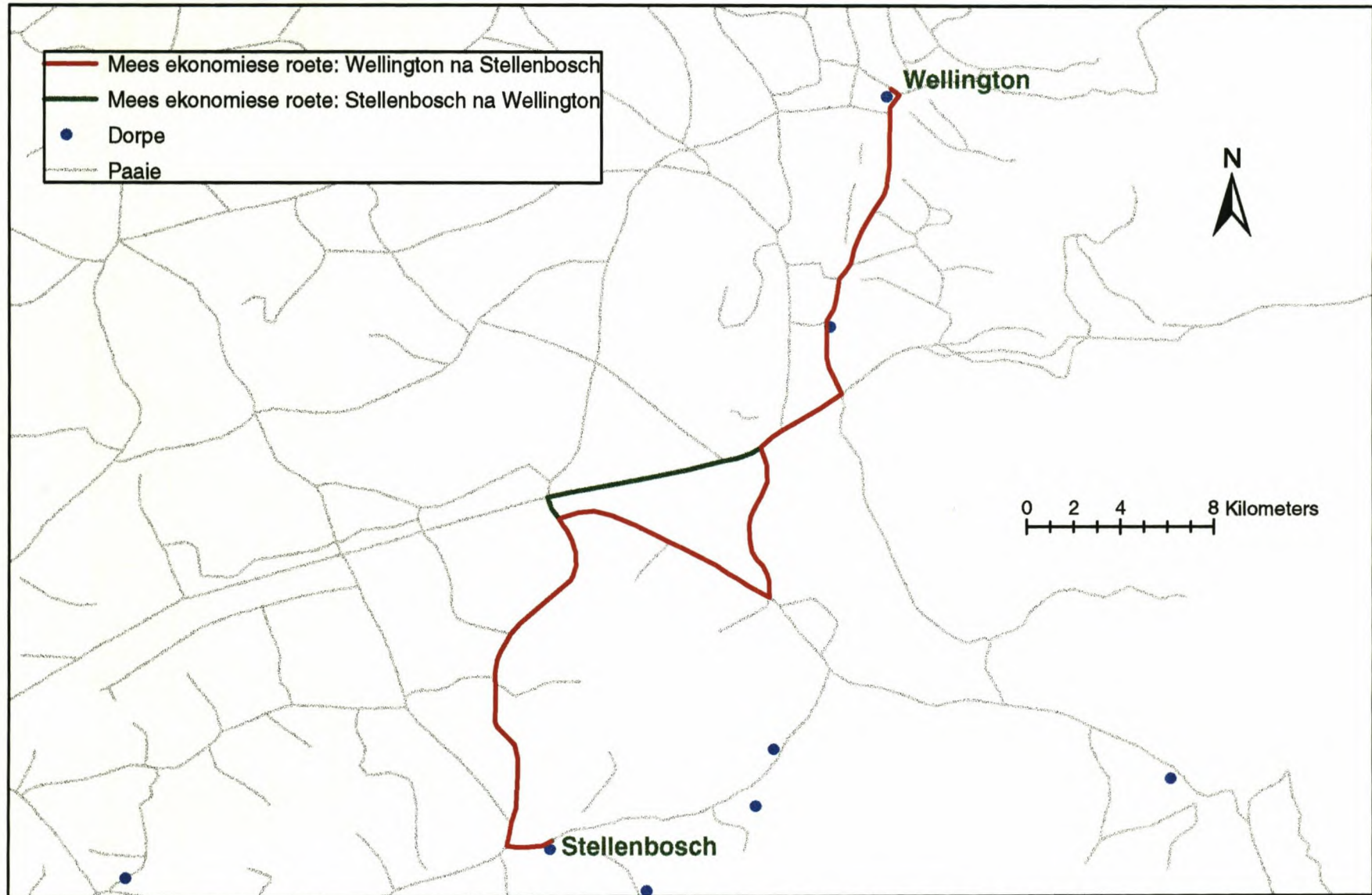
**Figuur 17: Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Kaapstad en George)**

Tabel 5: Vergelyking van hellings (grade) en koste (Rand) (Kaapstad en George)

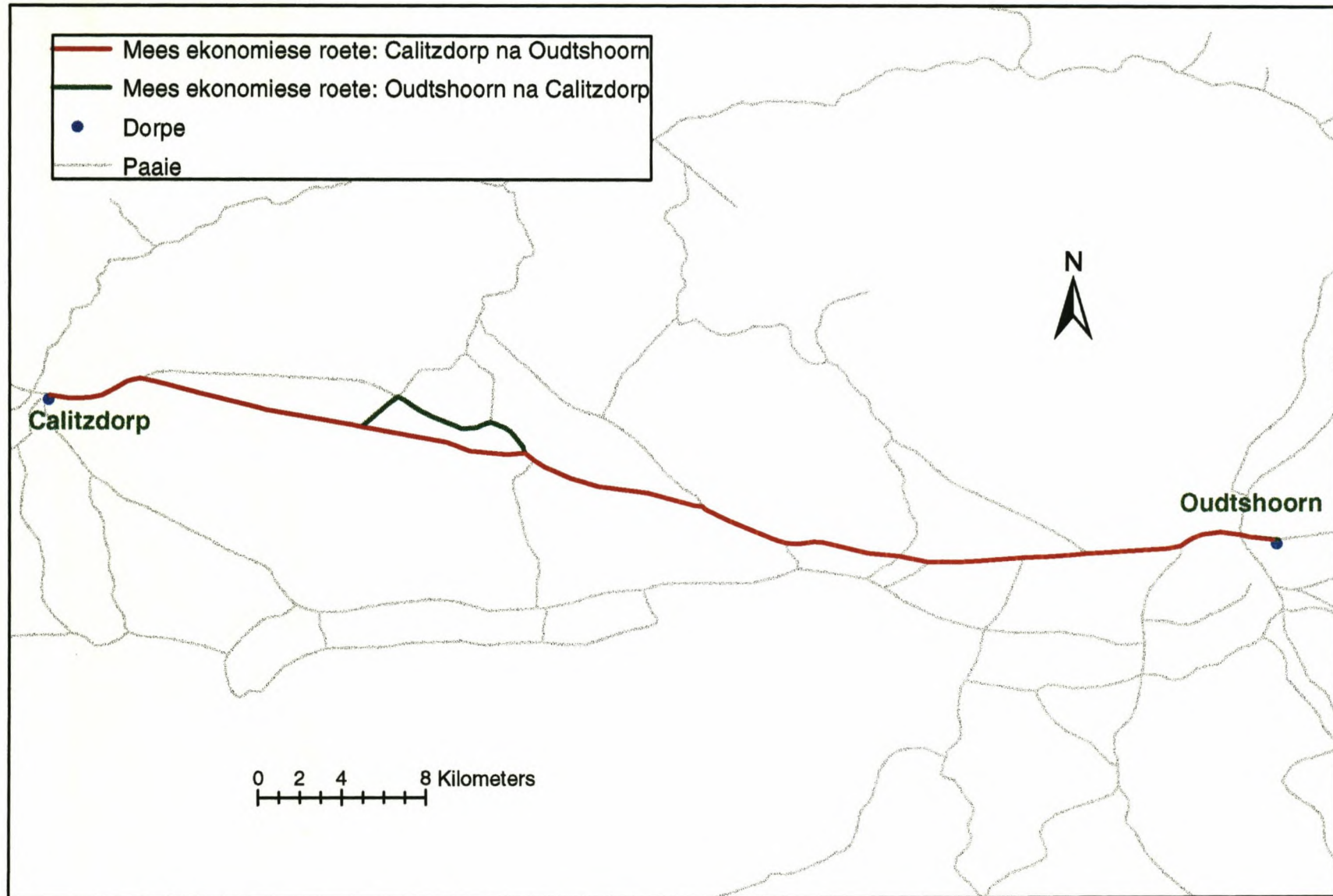
<b>Roete</b>	<b>Kaapstad na George</b>	
<b>21</b>	<b>Helling</b>	<b>-11.344</b>
	<b>Koste</b>	<b>5.587</b>
<b>22</b>	<b>Helling</b>	<b>2.632</b>
	<b>Koste</b>	<b>12.745</b>
<b>23</b>	<b>Helling</b>	<b>3.492</b>
	<b>Koste</b>	<b>3.699</b>
<b>24</b>	<b>Helling</b>	<b>1.485</b>
	<b>Koste</b>	<b>14.24</b>
	<b>George na Kaapstad</b>	
<b>25</b>	<b>Helling</b>	<b>11.343</b>
	<b>Koste</b>	<b>19.599</b>
<b>26</b>	<b>Helling</b>	<b>-1.737</b>
	<b>Koste</b>	<b>2.32</b>
<b>27</b>	<b>Helling</b>	<b>2.966</b>
	<b>Koste</b>	<b>7.598</b>
<b>28</b>	<b>Helling</b>	<b>1.746</b>
	<b>Koste</b>	<b>4.237</b>

Die rigtings waarin die padsegmente versyfer is, is met behulp van *Arc/Info* vasgestel. Hierna is die goedkoopste roetes tussen Stellenbosch en Wellington gevind (Figuur 18). Drie verskillende roetes is deur die program gevind. Elke roete se koste (in die rigting Wellington na Stellenbosch) is bepaal. Die goedkoopste roete vanaf Wellington na Stellenbosch kos R181.52. Die naas-goedkoopste roete kos R185.09. Dieselfde ontledings vir die roete is gedoen in die rigting Stellenbosch na Wellington. Die goedkoopste roete vanaf Stellenbosch na Wellington, kos R144.69. Die naas-goedkoopste roete kos R149.93. Hieruit word afgelei dat die funksie geldige resultate lewer en dat *ArcView* wel die mees ekonomiese roete vind.

Net om dubbel seker te maak, is die roetes tussen Oudtshoorn en Calitzdorp ook getoets. Oudtshoorn is op totaal ewekansige wyse gekies. Calitzdorp is lê gerieflik naby aan Oudtshoorn. Weer eens is die roetes (Figuur 19) se totale koste gesommeer. Die roete vanaf Calitzdorp (na Oudtshoorn) se koste beloop R143.400 en die roete vanaf Oudtshoorn (na Calitzdorp), se koste beloop R165.423. Die roetes se koste verskil na gelang van die rigting waarin die padsegmente versyfer is, wat saam met die padhelling 'n belangrike rol in die bepaling van die voertuig-loopkoste speel.



**Figuur 18: Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Wellington en Stellenbosch)**



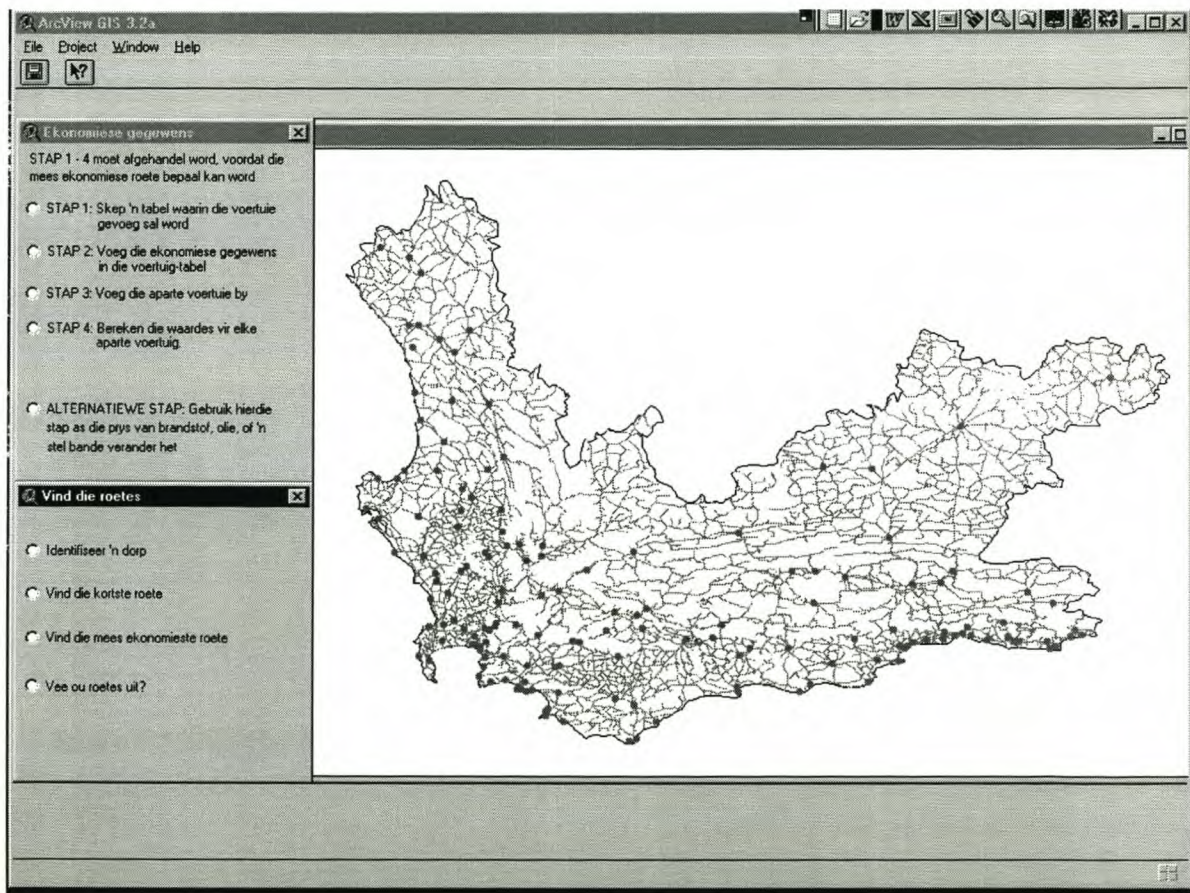
**Figuur 19: Vergelyking tussen mees ekonomiese roetes (Calitzdorp en Oudtshoorn)**



Dit blyk dat die nuwe funksie korrek werk. As daar gekyk word na watter roetes gekies word wanneer daar in verskillende rigtings beweeg word, is dit duidelik dat dieselfde roete nie gekies word nie. Helling, en dus brandstofverbruik, word 'n belangrike en bepalende faktor by die keuse van 'n mees ekonomiese roete.

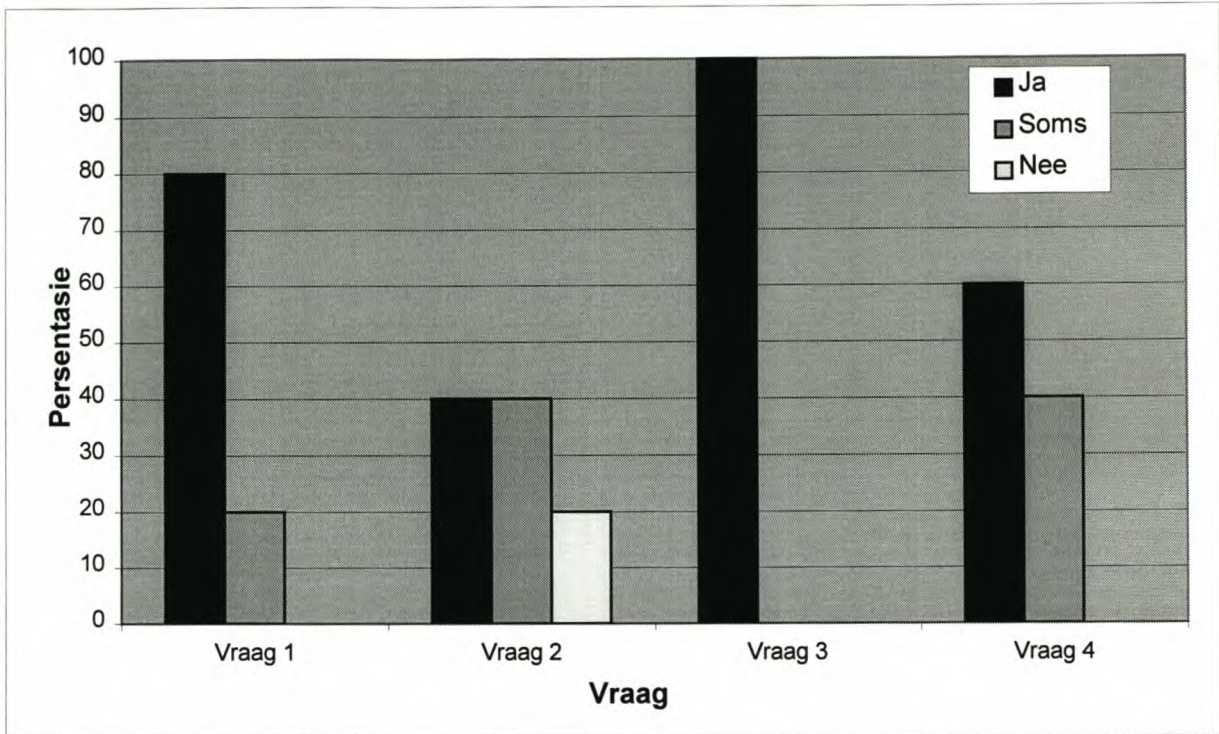
## 4.2 GRAFIESE KOPPELVLAK

ArcView het nie 'n baie goeie ingeboude funksie om 'n grafiese koppelvlak te skep wat sowel esteties aanvaarbaar as prakties sal wees nie. Daar kan prentjies (in die vorm van ikone) op die koppelvlak geplaas word, maar dit is basies al. Die kleur en grootte van teks kan glad nie verander word nie. Geen prentjies kan as agtergrond op die koppelvlak geplaas word nie. Die lei daartoe dat die koppelvlakke of "aftrek kieslyste" nie visueel baie aantreklik is nie. Dit bring mee dat die koppelvlak prakties, maar grys en oninteressant vertoon, soos Figuur 20 aandui.



Figuur 20: Voorbeeld van die *ArcView* aansig, vir die nuwe roeteseleksie funksie

Om die koppelvlakke en programlogika te toets, is 'n kort vraelys opgestel aan vyf gebruikers om die koppelvlak te evalueer (Addendum A). Figuur 21 wys hoe daar op die vrae geantwoord is.



Figuur 21: Persentasie tevredenheid met koppelvlak (vrae 1 - 4)

Die respondente kom van verskillende agtergronde (antropoloog, fisioterapeut, boichemikus, rekenaarprogrammeerder en pediater) en is by die navorsing betrek, vir hul gewilligheid om deel te neem. Die respondente het drie keuses gehad wat hulle op die vrae kon vra, nl. Ja, Soms of Nee. Die vrae wat aan hulle gestel is, is:

1. Verstaan u wat die program moet doen, nadat dit aan u verduidelik is?
2. Vind u die stappe wat geneem moet word om die ekonomiese gegewens vas te stel langdradig
3. Is die stappe se volgorde logies?
4. Vind u dit maklik om die program te gebruik?

'n Spasie is oopgelos, waarin die respondente kommentaar oor die koppelvlakke en hul gebruik kon lewer.

Die doel, werking en aanwending van die nuwe funksie moes eers aan die respondente verduidelik word, omdat hulle oor geen agtergrond beskik het nie. Tagtig persent van die

evalueerders het gesê hulle verstaan die doel van die nuwe funksie, nadat dit aan hulle verduidelik is. Dit wys daarop dat die konsep van die nuwe funksie maklik is om te snap en maklik is om te verduidelik. Dit behoort dus geen probleem te wees vir mense wat in die vervoersektor werksaam is nie.

Op die tweede vraag was die evalueerders omtrent eweredig van opinie versprei. Veertig persent van die evalueerders het gedink dat die stappe om die ekonomiese gegewens op te stel omslagtig is. Nog 40% van die evalueerders het gevoel dat die stappe soms omslagtig en repeterend is. Die ander 20% het gevoel dat die stappe altyd langdradig is en dat die funksie lastig is om te gebruik. Die rede dat die evalueerders dink dat die funksie langdradig raak, is omdat die ekonomiese gegewens vir elke voertuig opgestel moet word. Heelwat herhaling kom dus voor. Gelukkig hoef hierdie stap net een keer gedoen te word - wanneer die ekonomiese gegewens opgestel word. Dié gedeelte van die funksie word net weer gebruik wanneer nuut aangekoopte voertuie bygevoeg moet word, of as die gegewens opgedateer word.

By die beantwoording van vraag 3, was al die evalueerders dit eens dat die stappe wat gevolg moet word in die funksie logies op mekaar volg. Dit was belangrik dat die volgorde van die stappe wat die gebruiker moet volg (om die ekonomiese gegewens op te dateer) logies op mekaar volg, want die denkprosesse van die gebruiker moes nageboots word. Die denkprosesse van 'n gebruiker by die ontwikkeling van 'n koppelvlak word goed op die wêreldwye web verduidelik ([http://axp16.iie.org.mx/Monitor/v01no3/ar\\_ihc2.htm](http://axp16.iie.org.mx/Monitor/v01no3/ar_ihc2.htm), <http://info.med.yale.edu/caim/manual/papers/gui2.htm>).

Op die laaste vraag oor die gemak van gebruik, het 60 % van die respondente bevestigend geantwoord. Die ander 40 % het gesê dat die program nie maklik is om te gebruik nie. Die persone wat gevind het dat die program nie maklik is om te gebruik nie, het net basiese kennis van 'n rekenaar en gebruik slegs die algemene Microsoft-programme, wanneer hulle 'n rekenaar gebruik. Die ander persone is almal mense met goeie kennis van rekenaars. Dit kan dalk een van die redes wees hoekom sommige mense dit moeilik vind om die program te gebruik. 'n Ander rede kan wees dat die vlak van die gebruiker kennis nie voldoende verreken is toe die funksie ontwikkel is nie ([http://axp16.iie.org.mx/Monitor/v01no3/ar\\_ihc2.htm](http://axp16.iie.org.mx/Monitor/v01no3/ar_ihc2.htm)).

Uit die kommentaar wat daar gelewer is oor die nuwe funksie (en of dit maklik is om te gebruik), het dit geblyk dat sommige respondente meer leiding verlang oor die volgorde waarin take uitgevoer moet word. Dit kan gedoen word, maar daar moet 'n fyn balans tussen spoed en informasie gehandhaaf word, wanneer 'n koppelvlak ontwikkel word ([http://axp16.iie.org.mx/Monitor/v01no3/ar\\_ihc2.htm](http://axp16.iie.org.mx/Monitor/v01no3/ar_ihc2.htm)). Nog kommentaar was dat die doel van sekere kieslyste (*listboxes*) (en dit wat gedoen moet word by daardie spesifieke stap) beter verduidelik moet word. Weereens kan dit wees dat die gebruiker nie genoeg in ag geneem is by die ontwikkeling van die koppelvlak nie.

In die prototipe het dit geblyk dat die koppelvlak nie heeltemal gebruiker-bestand was nie. Hierdie tekortkoming is sover moontlik reggestel.

Uit hierdie seksie kan daar afgelei word dat die nuwe funksie korrek werk en dat dit moontlik is om die derde dimensie in ag te neem wanneer 'n mees ekonomiese roete bepaal moet word. Uit die kommentaar deur die evalueerders wil dit voorkom asof die stappe wat deur die gebruiker gevolg moet word logies op mekaar volg en dat enige rekenaarvaardige persoon die funksie sal kan gebruik. Persone moet net opgelei word in die gebruik van *ArcView* en die nuwe funksie. In die volgende afdeling word 'n samevatting van die tesis gegee en sal verdere navorsingsmoontlikhede genoem word.

## HOOFSTUK 5. SLOT

Vervoergeografie het baie sedert die 1950's verander. Beskrywende studies, kartering van die vloei van goedere en roete klassifikasies het plek gemaak vir studies oor hoe noodvoertuie die vinnigste van een punt na 'n ander kan beweeg, in watter volgorde aflewering (deur een persoon) binne 'n stad/dorp gedoen moet word, sodat reistyd geminimiseer word, of hoe om verkeersverslae intyds aan motoriste te verskaf, sodat hulle sal weet watter paaie om te vermy en watter alternatiewe roetes om te gebruik.

### 5.1 SAMEVATTING

In hierdie tesis is gedemonstreer hoe geografie en inligtingstechnologie kan help om die vervoersektor te bevoordeel. Nie alleen kan dit help om die kortste roete tussen twee plekke te identifiseer nie, maar dit kan ook help om 'n mees ekonomiese roete te identifiseer. Die groot voordeel is egter dat die gebruiker nie 'n opgeleide GIS-persoon hoef te wees nie, want die bestaande sagteware en nuut ontwikkelde funksies maak dit maklik om te verstaan en te gebruik. Hierdie feit maak die daaglikse toepassing van geografiese en ekonomiese konsepte deur mense wat min of niks daarvan af weet nie moontlik. Hoyle & Knowles (1992) was dus reg toe hulle gesê het dat mobiliteit 'n fundamentele aktiwiteit en behoefte van mense is, en dat geografiese teorieë, metodes en perspektiewe 'n belangrike bydrae lewer tot die begrip van vervoerprobleme en hul uiteindelige oplossings.

Die probleem wat in hierdie navorsing aangespreek is, was om 'n mees ekonomiese roete tussen twee of meer plekke te identifiseer deur topografie in ag te neem. Om dit te kan doen, moes fisiese hindernisse soos bergreekse (en dus gradiënt) in berekening gebring word, want vervoerekonomiese teorie en vergelykings wys op die belangrikheid van die verwantskap tussen helling en brandstofverbruik. Die afstande wat afgelê word, is net so belangrik vir die bepaling van 'n goedkoopste roete, want die ekonomiese veranderlikes is per-een-voertuig-kilometer uitgewerk.

Goedere word op die goedkoopste moontlike manier vervoer, met minimale kragbesteding. Met hierdie roetefunksie is daar aan die meeste van Cooley (1974: 15) se vereistes voldoen.

Die enigste afwyking is dat die geselekteerde roete miskien nie die vinnigste roete tussen twee plekke is nie, maar dit was nie een van die mikpunte van hierdie ontwikkeling nie.

Die hoof mikpunt van hierdie navorsing was om die derde dimensie te inkorporeer by die bepaling van 'n goedkoopste roete. Hierdie mikpunt is bereik, en alhoewel die resultate nog steeds net in twee dimensies vertoon word, is dit voldoende. Om die resultate in drie dimensies te vertoon vereis baie verwerkingskrag en geheue wat nog nie algemeen teen bekostigbare pryse beskikbaar is nie.

## **5.2 VERDERE NAVORSINGSMOONTLIKHEDE**

Die nuwe funksie wat ontwikkel is, het baie potensiaal om uitgebou te word tot 'n meer allesomvattende funksie, wat 'n meer volledige antwoord sal verskaf. Vroeër is daar genoem dat spoedverander-siklusse en horisontale golwing van die pad, nie ingesluit is by die bepaling van die ekonomiese gegewens nie. Dit hét 'n invloed op wat dit sal kos om van punt A na punt B te beweeg, maar of dit noodwendig tot die seleksie van 'n ander roete sal lei is onseker.

Die funksie kan ook verder verbeter word deur voorsiening te maak vir alle tipes voertuie (motors, taxi's, busse, bakkies, ligte-vrag vragmotors, medium-vrag vragmotors en swaar-vrag vragmotors). Die formules om die ekonomiese gegewens van hierdie tipes voertuie te bepaal is almal dieselfde, maar die konstantes verskil. Die koste sal dus verskil vir die verskillende tipes voertuie.

Ook kan die funksie uitgebou word deur voertuig-personeel (en hul vergoeding) in ag te neem by die bepaling van 'n goedkoopste roete. Tydsduur word dan nóg 'n veranderlike wat ingereken moet word by die bepaling van 'n mees ekonomiese roete.

**BRONNELYS**

1. Badenhorst, RG 1994. Die strewe na optimale ekonomiese benutting in die padvervoerbedryf. M tesis. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.
2. Barke, M 1986. *Transport and trade*. Edinburgh: Oliver & Boyd.
3. Bell, GJ, Blackledge, DA & Bowen, PJ 1983. *The economics and planning of transport*. Londen: Heinemann.
4. Bosch, JK 1990. Finansiële bestuur in perspektief. **In** Lambrechts, IJ (red.) *Finansiële Bestuur*, p. 3 - 35. Pretoria: JL van Schaik.
5. Button KJ 1977. *The economics of urban transport*. Hampshire: Teakfield Limited.
6. Button, KJ 1993. *Transport Economics*. Second Edition. Aldershot: Edward Elgar Publishing Limited.
7. Button, KJ & Owens, CA 1999. Transport and information systems: A case study of EDI deployment by the air cargo industry. *International Journal of Transport Economics* XXVI (1).
8. Centre for Research on Transportation 1998. Introduction. **In** Crainic, GT & Laporte, G (reds). *Fleet Management and Logistics*. Montreal: Kluwer Academic Publishers.
9. Cole, S 1987. *Applied Transport Economics*. Londen: Kogan Page.
10. Cooley, CH 1974. The theory of transportation. **In** Elliot Hurst, ME (red). *Transportation geography: Comments and readings*, pp 15 - 29. New York: McGraw Hill.
11. Economic Research Centre 1994. Report of the 93<sup>rd</sup> Round table on transport economics: Held in Lyons on 30 June - 1 July 1992 on: *Benefits of different transport modes*. Parys: European Conference of Ministers of Transport.
12. Elliot Hurst, ME 1974. Transportation geography: An overview. **In** Elliot Hurst, ME (red) *Transportation geography: Comments and readings*, p1 - 15. New York: McGraw Hill.
13. Ferreira, LD 1998. Transport marketing and strategic management for the road transport operator. M Tesis. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.
14. Geldenhuys, Z 1994. Handleiding oor enkele strategiese bestuursaspekte vir die klein padvragkarweier. M Tesis. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.



15. Guoyun, Z 1999. Angle & length of line or polyline (joint.ave). Programmeringsgeskrif, afgelaai vanaf die ESRI se webwerf. [Online]. Available: <http://www.gis.esri.com/arcscripsts/beginsearch>.
16. Hauschildt, P 1999. Driving 911 GPS road maps enhance response. [Online]. Available: [http://www.findarticles.com/cf\\_0/mOBPW/6\\_10/55929493/print.jhtml](http://www.findarticles.com/cf_0/mOBPW/6_10/55929493/print.jhtml).
17. Hernandez, RR 1995. Enterprisewide GIS reduces traffic congestion. *GIS World* 8, 4: 38 - 51.
18. Heivly, B 1991. Route planning tool boosts saturation delivery efficiency. *GIS World* 4, 7: 78 - 79.
19. Hickey, R, Smith, A & Jankowski, P 1994. Slope length calculations from a DEM within Arc/Info Grid. *Computers, Environment and Urban Systems* 18, 5: 365 - 380.
20. Hodges, M 2000. 3D GIS gives mainstream users a richer look at their information. [Online]. Available: [http://www.findarticles.com/cf\\_0/m0CGW/5\\_23/62276790/print.jhtml](http://www.findarticles.com/cf_0/m0CGW/5_23/62276790/print.jhtml).
21. Hoyle, BS & Knowles, RD 1992. Transport geography: An Introduction. In Hoyle, BS & Knowles, RD (reds.) *Modern Transport Geography*, p. 1 - 15. Londen: Belhaven Press.
22. Human, JW 1993. Die ontwikkeling en vestiging van 'n klein padvragvervoeronderneming. M Tesis. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.
23. Janse van Resburg, RA 1992. Brandstofverbruik vir aanwending in die ekonomiese evaluering van padvervoerprojekte. M Tesis. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.
24. Jones, A 1993. Using GIS to link road accident outcomes with health service accessibility. *Mapping Awareness* 7, 8: 33 - 37.
25. Mwase, NRL 1988. Roads transport pricing in developing countries: The Tanzanian Case. *International Journal of Transportation and Economics* XV (3).
26. Nordström, L 1993. Economic trends and transport specialisation. In *12<sup>th</sup> international symposium on theory and practice in transport economics. Transport growth in question*. Parys: European Conference of Ministers of Transport.
27. Pienaar, WJ 1985. Vervoerekonomiese bepaling van voertuigloopkoste vir aanwending in die evaluering van pad- en verkeersingenieursprojekte. D Phil-proefskrif. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.

28. Pienaar, WJ 1999. Persoonlike onderhoud. Hoof van Departement Vervoereconomie aan die Universiteit van Stellenbosch.
29. Pienaar, WJ & Schutte, IC 1996. *Characteristics and operating cost of South African vehicles*. Department of Transport: Project report CR-96/038.
30. Pretorius, J 1997. The effect of conditions in the transport sector on the competitiveness of South African Industries in foreign markets. M Tesis. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.
31. Sárközy, F 1994. The GIS concept and 3-dimensional modelling. *Computers, Environment and Urban Systems* 18, 2: 123 - 131.
32. Turro, M 1993. Economic trends and transport specialisation. **In** *12<sup>th</sup> international symposium on theory and practice in transport economics. Transport growth in question*. Paris: European Conference of Ministers of Transport.
33. Wagner, MJ 1998. Full speed ahead: NJ Transit's multipurpose GIS. [Online]. Available:  
[http://www.findarticles.com/cf\\_0/OEDM/1998\\_May/505200856/print.jhtml](http://www.findarticles.com/cf_0/OEDM/1998_May/505200856/print.jhtml).
34. Washburn, DP 1998. Orange county, New York's enhanced-911 system helps residents breath easier. [Online]. Available:  
[http://www.findarticles.com/cf\\_0/mOEDM/1998\\_Nov/53366326/print.jhtml](http://www.findarticles.com/cf_0/mOEDM/1998_Nov/53366326/print.jhtml)
35. Watson, JW 1974. Geography - A discipline in distance. **In** Elliot Hurst, ME (red) *Transportation geography: Comments and readings*, p. 57 - 81. New York: McGraw Hill.
36. Welch, RA 1990. 3-D terrain modelling for GIS applications. *GIS World* 3, 5: 26 - 30.

**ADDENDUM A: VRAELYS AAN RESPONDENTE**

**Trek 'n kringetjie om die antwoord wat van toepassing is:**

- 1 Verstaan u wat die program moet doen, nadat dit aan u verduidelik is?  
**Ja / Soms / Nee**
- 2 Vind u die stappe wat geneem moet word om die ekonomiese gegewens  
(vir elke voertuig) vas te stel langdradig? **Ja / Soms / Nee**
3. Is die stappe se volgorde logies? **Ja / Soms / Nee**
4. Vind u dit maklik om die program te gebruik? **Ja / Soms / Nee**

Enige kommentaar: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

## ADDENDUM B: PROGRAMMERINGSGESKRIFTE VIR DIE AUTOMATISERING VAN DIE NUWE FUNKSIE

'Naam: MAAK LOOKUP

'Skep 'n nuwe databasislêer, wat as "lookup table" gaan optree.

'Skrywer: Schalk van Lill

```
myFile = FileDialog.Put( "d:/tesis/Voertuie1.dbf".asfilename, "*.dbf", "Output  
File")
```

```
if (myFile = nil) then  
  exit  
end
```

```
theVTab = VTab.MakeNew(myFile,dbase)
```

```
MsgBox.Info("Selekteer die tabelnaam wat u sopas gedefinieer het.,"Inligting")
```

```
patterns = {"*.dbf", "arcdr9", "*.txt"}
```

```
labels = {"dBASE (*.dbf)", "INFO", "Delimited Text (*.txt)"}
```

```
files = FileDialog.ReturnFiles(patterns, labels, "Add Table", 0)
```

```
for each f in files
```

```
  v = VTab.Make(f, FALSE, FALSE)
```

```
  if (v.HasError) then
```

```
    if (v.HasLockError) then
```

```
      MsgBox.Error("Unable to acquire Read Lock for file " + f.GetBaseName, "")  
    else
```

```
      MsgBox.Error("The file '" + f.GetBaseName + "' is not valid.", "")
```

```
    end
```

```
  else
```

```
    gui = av.GetProject.GetSelectedGUI
```

```
    if (gui.GetType <> "Table") then
```

```
      GUIName = "Table"
```

```
    else
```

```
      GUIName = gui.GetName
```

```
    end
```

```
    t = Table.MakeWithGUI(v, GUIName)
```

```
    t.SetName(v.GetName)
```

```
    't.GetWin.Open
```

```
  end
```

```
end
```

'Naam: POPULATE LOOKUP

'Die "lookuptable" word geroep. As die tabel leeg is, word die velde wat die 'ekonomiese gegewens vir elke voertuig gaan bevat, ingeskryf. Daarna word die 'gebruiker gevra om hierdie gegewens in hierdie tabel in te skryf.

```
'Skrywer: Schalk van Lill

myDocs = av.GetProject.GetDocs
myList = {}

FOR EACH k IN myDocs

    IF (k.Is(Table)) THEN
        MyList.Add(k)
    END

END

bb = MsgBox.ChoiceAsString(MyList, "", "Kies die voertuig tabel")

theTable = av.GetProject.Finndoc(bb.AsString)
theVtab1 = theTable.getVtab
thevtab1.BeginTransaction
theVtab1.SetEditable(True)

IF (theVTab1.FindField("Voertuig")=nil) THEN

theCar = Field.Make("Voertuig", #FIELD_CHAR, 12, 0)
theSpeed = Field.make("Gem_spoed", #FIELD_DECIMAL, 8, 3)
theTyre = Field.Make("Bande", #FIELD_DECIMAL, 8, 3)
theFuel = Field.Make("Brandstof", #FIELD_DECIMAL, 8, 3)
theFuelPrice = Field.Make("Brandprys", #FIELD_DECIMAL, 8, 3)
theOil = Field.Make("Olie", #FIELD_DECIMAL, 8, 3)
theOilPrice = Field.Make("Olieprys", #FIELD_DECIMAL, 8, 3)
thePrice = Field.Make("Prys", #FIELD_DECIMAL, 8, 3)
theVtab1.AddFields({theCar, theSpeed, theTyre, theFuel, theFuelPrice, theOil, theOilPr
ice, thePrice})
theCar1 = theVtab1.FindField("Voertuig")
theSpeed1 = theVtab1.FindField("Gem_spoed")
theTyre1 = theVtab1.FindField("Bande")
theFuel1 = theVtab1.FindField("Brandstof")
theFuelPricel = theVtab1.FindField("Brandprys")
theOil1 = theVtab1.FindField("Olie")
theOilPricel = theVtab1.FindField("Olieprys")
thePricel = theVtab1.FindField("Prys")

ELSE

theCar1 = theVtab1.FindField("Voertuig")
theSpeed1 = theVtab1.FindField("Gem_spoed")
theTyre1 = theVtab1.FindField("Bande")
theFuel1 = theVtab1.FindField("Brandstof")
theFuelPricel = theVtab1.FindField("Brandprys")
theOil1 = theVtab1.FindField("Olie")
theOilPricel = theVtab1.FindField("Olieprys")
thePricel = theVtab1.FindField("Prys")

END
```

```
x = True

WHILE (x = True)

z = true

    WHILE (z = true)

car = MsgBox.Input("Voer die registrasienommer van die voertuig
in.", "Identifiseer die voertuig", "")
v = MsgBox.Input("Voer die gemiddelde spoed (in km/h) wat die voertuig ry,
in.", "Gemiddelde spoed", "80")
vp = MsgBox.Input("Wat is die koste van 'n nuwe
voertuig?", "Kapitaalkomponent", "")
bandkostes = MsgBox.Input("Voer die koste van 'n nuwe stel bande vir die
voertuig in.", "Bandkomponent", "")
dieselliter = MsgBox.Input("Voer die gemiddelde kilometers per liter vir die
voertuig in.", "Brandstofkomponent", "")
dieselkostes = MsgBox.Input("Voer die randwaarde per liter vir die brandstof
in.", "Brandstofkomponent", "")
olieliter = MsgBox.Input("Voer die gemiddelde olieverbbruik (per 1000 km) vir die
voertuig in.", "Oliekomponent", "")
oliekostes = MsgBox.Input("Voer die koste van die olie, per liter
in.", "Olieprys", "")
IsYes = MsgBox.YesNo("Gemiddeldespoed:"++v.AsString++"km/h"+NL+"Prys van nuwe
voertuig:"++"R"++vp.AsString+NL+"Prys van nuwe stel
bande:"++"R"++bandkostes.AsString+NL+"Brandstofverbruik:"++dieselliter.AsString+
"km/l teen"++"R"++dieselkostes.AsString++"per
liter"+NL+"Olieverbbruik:"++olieliter.AsString++"l/1000km
teen"++"R"++oliekostes.AsString++"per liter", "Is die waardes korrek", True)

IF (IsYes.Not) THEN
    MsgBox.Warning("Die waardes is verkeerd!" + NL + "Begin weer
van"++car++"af.", "Waarskuwing!")
ELSE
z = false
END
END
theRec = theVtab1.AddRecord
theVtab1.SetValue(theSpeed1, theRec, v.AsNumber)
theVtab1.SetValue(theCar1, theRec, car)
theVtab1.SetValue(theTyre1, theRec, bandkostes.AsNumber)
theVtab1.SetValue(theFuel1, theRec, dieselliter.AsNumber)
theVtab1.SetValue(theFuelPrice1, theRec, dieselkostes.AsNumber)
theVtab1.SetValue(theOil1, theRec, olieliter.AsNumber)
theVtab1.SetValue(theOilPrice1, theRec, oliecostes.AsNumber)
theVtab1.SetValue(thePrice1, theRec, vp.AsNumber)

IsYes = MsgBox.YesNo("Voer nog in?", "Is daar nog voertuie om in te voer?", TRUE)
If (ISYES.Not) then
x = False
END
END
```

**'Naam: ADD TO VIEW**

'Hier moet die gebruiker die padnetwerk kies wat as roetes gebruik gaan word.  
'Vir elke rekord in die "lookup table" word daar nou 'n aparte databasislêer  
'geskep, met die rekord (voertuig) se registrasienommer as naam vir die tabel.  
'Die belangrike velde word gekloon vanuit die padnetwerk se attribuut tabel.

'Skrywer: Schalk van Lill

```
theView = av.GetProject.FindDoc("View1")
```

```
□
```

```
theDoc = av.GetProject.GetDocs
```

```
□
```

```
myDocList = {}
```

```
□
```

```
□
```

```
FOR EACH j IN theDoc
```

```
□
```

```
□
```

```
IF (j.Is(Table)) THEN
```

```
□
```

```
MyDocList.Add(j)
```

```
END
```

```
□
```

```
END
```

```
□
```

```
□
```

```
□
```

```
kk = MsgBox.ChoiceAsString(myDocList, "", "Kies die paaie wat gebruik gaan word!")
```

```
□
```

```
□
```

```
theTable = av.getproject.FindDoc(kk.AsString)
```

```
□
```

```
theVtab = theTable.getvtab
```

```
□
```

```
theList = {}
```

```
□
```

```
□
```

```
theDocs = av.GetProject.GetDocs
```

```
□
```

```
MyList = {}
```

```
□
```

```
FOR EACH i IN theDocs
```

```
IF (i.Is(Table)) THEN
theField = "Voertuig"
theVoertuigVtab = i.GetVtab
theF = theVoertuigVtab.FindField("Voertuig")

    IF (theF.Is(Field)) THEN
    MyList.Add(i)
    END

END

END

b = MsgBox.ChoiceasString(myList, "", "Kies die voertuigtabel wat u wil byvoeg.")
theLorrieTable = av.GetProject.FindDoc(b.asString)
theLorrieVtab = theLorrieTable.GetVtab

theLorrieField = theLorrieVtab.FindField("Voertuig")

FOR EACH t IN theLorrieVtab

theName = theLorrieVtab.ReturnValue(theLorrieField, t)
theList.Add(theName)

END

FOR EACH z IN theList

ShapeField = theVtab.FindField("Shape")
LengthField = theVtab.FindField("Length")
TypeField = theVtab.FindField("Tipepad")
NameField = theVtab.FindField("Name")
FPadsteilField = theVtab.FindField("FPadsteil")
TPadsteilField = theVtab.FindField("TPadsteil")

myRegNo = z.AsString
exten = ".dbf"
myString = myRegNo+exten

theFtab = Ftab.MakeNew(myString.AsFileName, POLYLINE)
theFtab.AddFields({ShapeField.Clone, LengthField.Clone, TypeField.Clone,
NameField.Clone, FpadsteilField.Clone, TpadsteilField.Clone})

shapeF = theFtab.FindField("shape")
□
LengthField1 = theFtab.FindField("Length")
□
TypeField1 = theFtab.FindField("Tipepad")
NameField1 = theFtab.FindField("Name")
FPadsteilField1 = theFtab.FindField("FPadsteil")
TPadsteilField1 = theFtab.FindField("TPadsteil")

FOR EACH y IN theVtab
```



```

a = theVtab.ReturnValue(ShapeField, y)
b = theVtab.ReturnValue(LengthField, y)
k = theVtab.ReturnValue(TypeField, y)
l = theVtab.ReturnValue(NameField, y)
m = theVtab.ReturnValue(FPadsteilField, y)
n = theVtab.ReturnValue(TPadsteilField, y)

theRec = theFtab.AddRecord
theFtab.SetValue(shapeF, theRec, a)
theFtab.SetValue(LengthField1, theRec, b)
theFtab.SetValue(TypeField1, theRec, k)
theFtab.SetValue(NameField1, theRec, l)
theFtab.SetValue(FPadsteilField1, theRec, m)
theFtab.SetValue(TPadsteilField1, theRec, n)

END
END

MsgBox.ListAsString(myDocList, "Kyk watter registrasie nommers hier is, sodat dié
wat nie hier is nie bygevoeg kan word", "Bestaande registrasie nommers")

Q = false
WHILE (Q = false)

patterns = {"*.dbf", "arcldr9", "*.txt"}
labels = {"dBASE (*.dbf)", "INFO", "Delimited Text (*.txt)"}
MsgBox.Info("Selekteer (dubbelclick) 'n voertuig wat nog nie gelaai is nie", "Laai
tabel")
files = FileDialog.ReturnFiles(patterns, labels, "Add Table", 0)
for each f in files
    v = VTab.Make(f, FALSE, FALSE)
    if (v.HasError) then
        if (v.HasLockError) then
            MsgBox.Error("Unable to acquire Read Lock for file " + f.GetBaseName, "")
        else
            MsgBox.Error("The file '" + f.GetBaseName + "' is not valid.", "")
        end
    else
        gui = av.GetProject.GetSelectedGUI
        if (gui.GetType <> "Table") then
            GUIName = "Table"
        else
            GUIName = gui.GetName
        end
        t = Table.MakeWithGUI(v, GUIName)
        t.SetName(v.GetName)
        ' t.GetWin.Open
    end
end

'Return theList
□

IsYes=MsgBox.YesNo("Is daar nog voertuie om by te voeg?", "Laai voertuie", True)

```

```
IF (IsYes) THEN
MsgBox.Info("Voeg nog by","Laai nog voertuie!")
ELSE
Q = true
END
END
```

**'Naam: POPULATE TABLES**

'Hier word waardes vir al die tabelle wat in die vorige "script" gemaak is 'ingeskryf. Eers word die naam vir elke tabel, vergelyk met die naam in die 'registrasienuommer-kolom in die "lookup table". As die twee dieselfde is, moet 'n lys van "scripts" uitgevoer word, sodat die koste van beweging op elke boog 'in die padnetwerk, bereken kan word.

'Skrywer: Schalk van Lill

```
myDocs = av.GetProject.GetDocs
myList = {}
```

```
FOR EACH k IN myDocs
```

```
IF (k.Is(Table)) THEN
theField = "Voertuig"
theVoertuigVtab = k.GetVtab
theF = theVoertuigVtab.FindField("Voertuig")
```

```
IF (theF.Is(Field)) THEN
MyList.Add(k)
END
```

```
END
```

```
END
```

```
bb = MsgBox.ChoiceAsString(MyList,"","Kies die voertuig tabel")
```

```
theTable = av.getProject.FindDoc(bb.AsString)
theVtab = theTable.GetVtab
theDocs = av.getProject.GetDocs
TheDocsList = {}
theRegNoList = {}
```

```
For each i in theDocs
If (i.Is(Table)) Then
theField = "IdNommer"
theVtab1 = i.GetVtab
theFi = theVtab1.FindField("IdNommer")
If (theFi.Is(Field)) then
theDocsList.Add(i.AsString)
end
end
end
```

```
'MsgBox.Listasstring(TheDocsList,"","")

FOR EACH t IN theVtab
theFi = theVtab.FindField("Voertuig")

theRegNo = theVtab.ReturnValue(theFi,t)
theS = theRegNo
theS1 = ".dbf"
theS2 = theS+theS1
theRegNoList.Add(theS2)
end

'MsgBox.Listasstring(TheregnoList,"","")
theAnsList = theregnolist - thedocslist
'MsgBox.Listasstring(TheAnsList,"","")

theFi = theVtab.FindField("Voertuig")
theF1 = theVtab.FindField("Gem_spoed")
theF2 = theVtab.FindField("Bande")
theF3 = theVtab.FindField("Brandstof")
theF4 = theVtab.FindField("Brandprys")
theF5 = theVtab.FindField("Olie")
theF6 = theVtab.FindField("Olieprys")
theF7 = theVtab.FindField("Prys")

For each rec in theAnsList
theTable1 = av.GetProject.FindDoc(rec)

For each j in thevtab

theRegNo = theVtab.ReturnValue(theFi, j)
theSpeed = theVtab.ReturnValue(theF1, j)
theBande = theVtab.ReturnValue(theF2, j)
theBrandstof = theVtab.ReturnValue(theF3, j)
theBrandprys = theVtab.ReturnValue(theF4, j)
theOlie = theVtab.ReturnValue(theF5, j)
theOlieprys = theVtab.ReturnValue(theF6, j)
thePrys = theVtab.ReturnValue(theF7, j)

If (theS = theRegNo) Then

av.Run("Bande",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Diesel",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Olie", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Onderhoud", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Kapitaal", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Cost",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})

end
```

END

end

**'Naam: BANDE**

'Bereken die hoeveelheid band (in randwaarde) wat gebruik word.  
'Gemiddelde spoed en die koste van die bande word as veranderlikes gebruik.  
'Vind die tabel.

'Skrywer: Schalk van Lill

```
theTable = Self.Get(8)'av.GetProject.FindDoc("Attributes of Mybes1.shp")
```

```
□  
theVtab = theTable.GetVtab  
theVtab.BeginTransaction
```

```
theVtab.SetEditable(True)
```

'Kyk of die kolom "Bandel" al bestaan, as dit nie bestaan nie, maak die kolom.  
'Voeg die kolom by.  
'Vind die kolom. As dit klaar bestaan, vind die kolom.

```
IF (theVtab.FindField("Bandel")=nil) THEN
```

```
IF (theVtab.IsEditable) THEN
```

```
theBande = Field.Make("Bandel",#FIELD_DECIMAL,10,8)  
theVtab.AddFields({theBande})  
theBandel = theVtab.FindField("Bandel")
```

```
END
```

```
ELSE
```

```
theBandel = theVtab.FindField("Bandel")
```

```
END
```

'Voer die gemiddelde spoed en die koste van 'n nuwe stel bande (sonder die  
'spaarwiel) vir die voertuig in.

```
speed = self.Get(1)  
x = self.Get(2)
```

```
□  
k = speed  
□  
b = 0.029936*k  
□  
d = k*k  
c = 0.00014 * d  
e = b - c
```

'Deel deur 100, om weg te kom van persentasie af.

```
f = e/1000
g = f/100
h = g*x
```

```
thestring = ("([Length]/1000)*"+h.AsString)
theVtab.Calculate(thestring,theBandel)
```

'Bereken die bandverbruik vir die rekord (spesifieke stukkie pad).

```
' h = ("([Length]/1000)*"+f.AsString)
' theVtab.Calculate(h,theBandel)
' i = ("([Bandel]/1000)*"+x.AsString)
' theVtab.Calculate(i,theBandel)
```

**'Naam: DIESEL**

'Bereken die brandstofverbruik van 'n voertuig. Hierdie programmeringgeskrif neem die hellings, gemiddelde spoed en koste van die brandstof in ag. Ook neem dit die rigting van beweging (from\_to / to\_from) in ag. Die brandstofverbruik word per kilometer en per 1000 kilometer bereken.

'Skrywer: Schalk van Lill

'Vind die tabel.

```
theTable = Self.Get(8)'av.GetProject.FindDoc("Attributes of Mybes1.shp")
theVtab = theTable.GetVtab
theVtab.BeginTransaction

theVtab.SetEditable(True)
```

'Kyk of die kolomme wat gebruik gaan word klaar bestaan. Indien nie, word hulle geskep, bygevoeg en gevind. Indien hulle wel al bestaan, word die kolomme gevind.

```
IF (theVtab.FindField("FDiesel1")=nil) THEN
```

```
IF (theVtab.IsEditable) THEN
```

```
theFDiesel = Field.Make("FDiesel",#FIELD_DECIMAL,8,3)
theTDiesel = Field.Make("TDiesel",#FIELD_DECIMAL,8,3)
theFDiesel1 = Field.Make("FDiesel1",#FIELD_DECIMAL,8,3)
theTDiesel1 = Field.Make("TDiesel1",#FIELD_DECIMAL,8,3)
theVtab.AddFields({theFDiesel, theTDiesel, theFDiesel1, theTDiesel1})
theFDiesel2 = theVtab.FindField("FDiesel")
theTDiesel2 = theVtab.FindField("TDiesel")
theFDiesel3 = theVtab.FindField("FDiesel1")
theTDiesel3 = theVtab.FindField("TDiesel1")
theSlope = theVtab.FindField("FPadsteil")
theSlope = theVtab.FindField("TPadsteil")
```

```
END
```

ELSE

```
theFDiesel2 = theVtab.FindField("FDiesel")
theTDiesel2 = theVtab.FindField("TDiesel")
theFDiesel3 = theVtab.FindField("FDiesel1")
theTDiesel3 = theVtab.FindField("TDiesel1")
theSlope = theVtab.FindField("FPadsteil")
theSlope = theVtab.FindField("TPadsteil")
```

END

```
speed = self.Get(1)
b = speed
c = 173
d = 0.0383
f = 3660.1/speed
g = c + f
h = d*(b^2)
i = g + h
```

'Bepaal die vergelyking en bereken die brandstofverbruik per 1000 km.

```
theFString = ("([FPadsteil]*181)+"i.AsString)
theTString = ("([TPadsteil]*181)+"i.AsString)
theVtab.Calculate(theFString.AsString, theFDiesel3)
theVtab.Calculate(theTString.AsString, theTDiesel3)
```

'Bepaal die minimum waarde wat gegee kan word, wanneer daar afdraend gery word.

FOR EACH l in theVtab

```
m = theVtab.ReturnValue(theFDiesel3,l)
n = theVtab.returnValue(theTDiesel3,l)
```

IF (m<=0) THEN

```
m = f
theVtab.SetValue(theFDiesel3,l,m)
```

END

IF (n<=0) THEN

```
n = f
theVtab.SetValue(theTDiesel3,l,n)
```

END

END

```
Brandstof1 = Self.Get(3)
Brandstof2 = Self.Get(4)
```

```
Brandstof3 = Brandstof1
```

```
Brandstof4 = Brandstof2
Brandstof5 = 1/Brandstof3
```

'Bepaal die vergelykings.

```
theString =
("([FDiesel1]/1000)*([Length]/1000))*"+Brandstof5.AsString+"*"+Brandstof4.AsStr
ing)
theString2 =
("([TDiesel1]/1000)*([Length]/1000))*"+Brandstof5.AsString+"*"+Brandstof4.AsStr
ing)
```

'Bereken die brandstofverbruik vir die rekord (spesifieke stukkie pad).

```
theVtab.Calculate(theString,theFDiesel2)
theVtab.Calculate(theString2,theTDiesel2)
```

#### 'Naam: OLIE

'Bereken die olieverbbruik van 'n voertuig. Hierdie programmeringsgeskrif neem die olie-verbbruik per duisend kilometer, die prys van die olie en die gemiddelde brandstofverbruik per duisend kilometer in ag. Hierdie programmeringsgeskrif neem ook rigting van beweging(from\_to / to\_from) in ag.

'Skrywer: Schalk van Lill

'Vind die tabel.

```
theTable = Self.Get(8)'av.GetProject.FindDoc("Attributes of Mybes1.shp")
theVtab = theTable.GetVtab
theVtab.BeginTransaction

theVtab.SetEditable(True)
```

'Kyk of die kolomme al bestaan. Indien nie, skep hulle, voeg hulle by en vind hulle.

'Anders - vind die kolomme.

```
IF (theVtab.FindField("Folie")=nil) THEN

  IF (theVtab.IsEditable) THEN

    theFolie = Field.Make("Folie",#FIELD_DECIMAL,8,3)
    theTOlie = Field.Make("TOlie",#FIELD_DECIMAL,8,3)
    theVtab.AddFields({theFolie, theTOlie})
    theFolie1 = theVtab.FindField("Folie")
    theTOlie1 = theVtab.FindField("TOlie")

  END

ELSE
  theFolie1 = theVtab.FindField("Folie")
  theTOlie1 = theVtab.FindField("TOlie")
```

```
END

a = 3.06
b = Self.Get(5)
c = Self.Get(6)

    d = b/1000
    e = c * d

f = ("([FDiesell]*0.0021)+"a.AsString)
g = ("([Length]/1000)*"+e.AsString)
h = ("([TDiesell]*0.0021)+"a.AsString)
i = ("([Length]/1000)*"+e.AsString)
j = f.AsString+"*" +g.AsString
k = i.AsString+"*" +i.AsString

    'Bereken die waardes.

theVtab.Calculate(j.AsString,theFOliel)

theVtab.Calculate(k.AsString,theTOliel)

'Naam: ONDERHOUD

'Bereken die onderhoudskoste van 'n voertuig (per kilometer).

'Skrywer: Schalk van Lill

theTable = Self.Get(8)'av.GetProject.FindDoc("Attributes of Mybes1.shp")
theVtab = theTable.GetVtab
theVtab.BeginTransaction

theVtab.SetEditable(True)

'Kyk of die kolom "Onderhoud" al bestaan, as dit nie bestaan nie, maak die
'kolom. Voeg die kolom by.
'Vind die kolom. As dit klaar bestaan, vind die kolom.

    IF (theVtab.FindField("Onderhoud")=nil) THEN

        IF (theVtab.IsEditable) THEN

            theOnderhoud = Field.Make("Onderhoud",#FIELD_DECIMAL,10,8)
            theVtab.AddFields({theOnderhoud})
            theOnderhoud1 = theVtab.FindField("Onderhoud")

        END

    ELSE
```



```
theOnderhoud1 = theVtab.FindField("Onderhoud")

END

price = self.Get(7)
f = price
b = 9.83
c = f * 0.844587
d = 9.83
'MsgBox.Info(f.AsString, "")'+NL+b.AsString+NL+c.AsString+NL+d.AsString, "")

theVtab.Calculate(d.AsString,theOnderhoud1)
theString1 = ("[Onderhoud]/"+c.AsString)
theVtab.Calculate(theString1, theOnderhoud1)
theString = ("([Length]/1000)*[Onderhoud]")
theVtab.Calculate(theString,theOnderhoud1)

'Naam: KAPITAAL'

'Bepaal die kapitaal geïnvesteer, per voertuig, per kilometer.'

'Skrywer: Schalk van Lill'

theTable = Self.Get(8)'av.GetProject.FindDoc("Attributes of Mybes5.shp")
theVtab = theTable.GetVtab
theVtab.BeginTransaction

theVtab.SetEditable(True)

'Kyk of die kolomme wat gebruik gaan word klaar bestaan. Indien nie, word hulle
'geskep, bygevoeg en gevind. Indien hulle wel al bestaan, word die kolomme
gevind.

IF (theVtab.FindField("Kapitaal")=nil) THEN

    IF (theVtab.IsEditable) THEN

theKapitaal = Field.Make("Kapitaal",#FIELD_DECIMAL,11,8)
theVtab.AddFields({theKapitaal})
theKapitaal1 = theVtab.FindField("Kapitaal")
END
ELSE

theKapitaal1 = theVtab.FindField("Kapitaal")
END

speed = self.Get(1)
price = self.Get(7)
k1 = -7.754863
k2 = 6.9862775
```

```

k3 = 0.40980399
a = speed^k3
b = k2*a
c = k1+b
d = 1/c
f = d/1000

```

```

theString = "([Length]/1000)*"+d.AsString
theString2 = "([Kapitaal]/100000)*"+price.AsString
'msgbox.report(a.AsString+NL+b.AsString+NL+c.AsString+NL+d.AsString,"")
theVtab.Calculate(theString.AsString,theKapitaal)
theVtab.Calculate(theString2,theKapitaal)

```

**'Naam: COST**

'Bepaal die totale koste per boog (rekord). Die kolomme (Bande, FDiesel, Folie, Onderhoud, Kapitaal, Tipepad) of (Bande, TDiesel, TOLie, Onderhoud, Kapitaal, Tipepad) se waardes word bymekaar getel, sodat 'n totale koste vir daardie rekord gekry word.

'Skrywer: Schalk van Lill

```

theTable = Self.Get(8)'av.GetProject.FindDoc("Attributes of Mybes1.shp")
theVtab = theTable.GetVtab
theVtab.BeginTransaction

```

```

theVtab.SetEditable(True)

```

'Kyk of die kolom "Bandel" al bestaan, as dit nie bestaan nie, maak die kolom.  
'Voeg die kolom by.  
'Vind die kolom. As dit klaar bestaan, vind die kolom.

```

IF (theVtab.FindField("FT_Cost")=nil) THEN

```

```

    IF (theVtab.IsEditable) THEN

```

```

        theFCost = Field.Make("FT_Cost",#FIELD_DECIMAL,8,3)
        theTCost = Field.Make("TF_Cost",#FIELD_DECIMAL,8,3)
        theVtab.AddFields({theFCost,theTCost})
        theFCost1 = theVtab.FindField("FT_Cost")
        theTCost1 = theVtab.FindField("TF_Cost")

```

```

    END

```

```

ELSE

```

```

    theFCost1 = theVtab.FindField("FT_Cost")
    theTCost1 = theVtab.FindField("TF_Cost")

```

```

END

```

```

theFString = ("([FDiesel] + [Bandel] + [Folie] + [Onderhoud] + [Kapitaal] +
[Tipepad])")
theTString = ("([TDiesel] + [Bandel] + [TOLie] + [Onderhoud] + [Kapitaal] +
[Tipepad])")

```

```
theVtab.Calculate(theFString, theFCost1)
theVtab.Calculate(theTString, theTCost1)

IF (theVTab.FindField("IdNommer")=nil) THEN

    IF (theVtab.IsEditable) THEN

        theIdField = Field.Make("IdNommer",#FIELD_DECIMAL,8,3)
        theVtab.AddFields({theIdField})

    END

END

END

'Naam: UPDATE3

'Wanneer die olieprys, brandstofprys of bandprys verander, moet hierdie
'programmetjie geloop word. Dit werk baie soos Populate tables, maar net die
'prys wat verander word en die totale koste per boog, word herbereken.

'Skrywer: Schalk van Lill

myDocs = av.GetProject.GetDocs
myList = {}
myFieldList = {"Bandprys","Brandstofprys","OliePrys"}

FOR EACH k IN myDocs

    IF (k.Is(Table)) THEN
        theField = "Voertuig"
        theVoertuigVtab = k.GetVtab
        theF = theVoertuigVtab.FindField("Voertuig")

        IF (theF.Is(Field)) THEN
            MyList.Add(k)
        END

    END

END

END

bb = MsgBox.ChoiseAsString(MyList,"","Kies die voertuig tabel")

theTable = av.GetProject.FindDoc(bb.AsString)
theVtab = theTable.GetVtab

theF = theVtab.FindField("Voertuig")
theF1 = theVtab.FindField("Gem_spoed")
theF2 = theVtab.FindField("Bande")
theF3 = theVtab.FindField("Brandstof")
theF4 = theVtab.FindField("Brandprys")
theF5 = theVtab.FindField("Olie")
theF6 = theVtab.FindField("Olieprys")
theF7 = theVtab.FindField("Prys")
```

```
a = MsgBox.CoiceAsString(myFieldList,"Kies een","Wat het verander?")
```

```
IF (a = "Bandprys") THEN
```

```
FOR EACH l in theVtab  
theVtab.SetValue(theF2,l,a)  
END
```

```
For each j in thevtab
```

```
theRegNo = theVtab.ReturnValue(theF, j)  
theSpeed = theVtab.ReturnValue(theF1, j)  
theBande = theVtab.ReturnValue(theF2, j)  
theBrandstof = theVtab.ReturnValue(theF3, j)  
theBrandprys = theVtab.ReturnValue(theF4, j)  
theOlie = theVtab.ReturnValue(theF5, j)  
theOlieprys = theVtab.ReturnValue(theF6, j)  
thePrys = theVtab.ReturnValue(theF7, j)
```

```
theExten = ".dbf"  
theName = theRegNo+theExten
```

```
theTable1 = av.GetProject.FindDoc(theName)
```

```
av.Run("Bande",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,  
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})  
  'av.Run("Diesel",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,  
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})  
  'av.Run("Olie", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,  
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})  
  'av.Run("Onderhoud", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,  
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})  
  'av.Run("Kapitaal", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,  
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})  
av.Run("Cost",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,  
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
```

```
end
```

```
ELSEIF (a = "Brandstofprys") THEN
```

```
FOR EACH l in theVtab  
theVtab.SetValue(theF4,l,a)  
END
```

```
For each j in thevtab
```

```
theRegNo = theVtab.ReturnValue(theF, j)  
theSpeed = theVtab.ReturnValue(theF1, j)  
theBande = theVtab.ReturnValue(theF2, j)  
theBrandstof = theVtab.ReturnValue(theF3, j)  
theBrandprys = theVtab.ReturnValue(theF4, j)  
theOlie = theVtab.ReturnValue(theF5, j)
```

```
theOlieprys = theVtab.ReturnValue(theF6, j)
thePrys = theVtab.ReturnValue(theF7, j)

theExten = ".dbf"
theName = theRegNo+theExten

theTable1 = av.GetProject.FindDoc(theName)

  'av.Run("Bande",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Diesel",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
  'av.Run("Olie", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
  'av.Run("Onderhoud", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
  'av.Run("Kapitaal", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Cost",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})

end

ELSEIF (a = "Olieprys") THEN

FOR EACH l in theVtab
theVtab.SetValue(theF6,l,a)
END

For each j in thevtab

theRegNo = theVtab.ReturnValue(theF, j)
theSpeed = theVtab.ReturnValue(theF1, j)
theBande = theVtab.ReturnValue(theF2, j)
theBrandstof = theVtab.ReturnValue(theF3, j)
theBrandprys = theVtab.ReturnValue(theF4, j)
theOlie = theVtab.ReturnValue(theF5, j)
theOlieprys = theVtab.ReturnValue(theF6, j)
thePrys = theVtab.ReturnValue(theF7, j)

theExten = ".dbf"
theName = theRegNo+theExten

theTable1 = av.GetProject.FindDoc(theName)

  'av.Run("Bande",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
  'av.Run("Diesel",{theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Olie", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
  'av.Run("Onderhoud", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys,theOlie,theOlieprys, thePrys, theTable1})
```

```

'av.Run("Kapitaal", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys, theOlie, theOlieprys, thePrys, theTable1})
av.Run("Cost", {theRegNo, theSpeed, theBande, theBrandstof,
theBrandprys, theOlie, theOlieprys, thePrys, theTable1})

```

```
end
```

```
END
```

```
'Naam: TOWNSELECT
```

```
' Selekteer die dorp op die View, as die persoon nie weet waar die dorp is nie
```

```

theTable = av.GetProject.FindDoc("Attributes of Mydorpe.shp")
theVTab = theTable.GetVTab
theBitmap = theVTab.GetSelection

```

```
theName = theVtab.FindField("Name")
```

```

MsgBox.Info("Indien u Goedverwag of Witwater soek, moet u die volgende invoer:
Goedverwag/Witwater", "Belangrike Informasie")
MsgBox.Info("Indien u Witsand of Port Beaufort soek, moet u die volgende invoer:
Witsand/Port Beaufort", "Belangrike Informasie")
MsgBox.Info("Indien u Vredenburg of Saldanha soek, moet u die volgende invoer:
Vredenburg/Saldanha", "Belangrike Informasie")

```

```
' Skep 'n query
```

```
a = MsgBox.Input("Watter dorp soek u?", "Vertoon die dorp(in rooi)", "")
```

```
'Kyk of die dorp wel in die databasis is. Kyk ook of die spelling korrek is.
```

```

FOR EACH i IN theVtab
theString = theVtab.ReturnValue(theName, i)

```

```

IF (theString = a) THEN
BREAK
ELSEIF (i = 154) THEN
MsgBox.Warning("Daar is nie so 'n dorp in die databasis nie. Maak seker dat u
spelling korrek is.", "Waarskuwing")
END

```

```
END
```

```
theQuery = "[Name] = "+a.Quote
```

```

'Doen die query en vertoon dit op die view
theVtab.Query(theQuery, theBitMap, #VTAB_SELTYPE_NEW)

```

```
theVtab.UpdateSelection
```

'Naam: VIND KORTSTE

'Roep die interne funksie op, om 'n kortste roete te bepaal.  
' Creates and opens the ShortestPathWin problem definition window  
' for each active network theme.

'Skrywer: Schalk van Lill

```

theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
  if (NetDef.CanMakeFromTheme(t)) then
    net = av.Run("Network.GetNetwork", {t})
    if (net = nil) then
      exit ' (User has been informed of problems in Network.GetNetwork.)
    end
    defname = av.GetProject.MakeFileName("route", "shp")
    resultFTab = ShortestPathWin.MakeNewResultFTab(net, defname)
    if (resultFTab.HasError) then
      MsgBox.Error("Error creating new FTab.", "Network.SPOpen")
      return(nil)
    end
    resultFTab.SetEditable(false)

    resultTheme = FTheme.Make(resultFTab)
    theLineSym = BasicPen.Make
    theSymList = SymbolList.FromList({theLineSym})
    theSymList.RandomColors
    theLineSym.SetSize(2)
    resultTheme.GetLegend.GetSymbols.Set(0, theLineSym)
    resultTheme.SetVisible(True)
    resultTheme.SetName(resultTheme.GetName.Substitute(".shp", ""))
    theView.AddTheme(resultTheme)

    ' Create and open the problem definition window, make the result theme
active,
    ' and set the extension of this new theme.
    win = ShortestPathWin.Make(theView, net, resultTheme, t)
    win.Open

MsgBox.Info("'Click' op 'Properties' en verander die Cost Field na 'Cost'.
'Click' OK", "Inligting")
av.DelayedRun("Vlag", {}, 5)

    resultTheme.SetActive(true)

    ext = NetworkWinSrc.Make(win)
    resultTheme.SetExtension(ext)

    av.GetProject.SetModified(True)
end
end

```

**'Naam: VLAG**

'Sê vir die gebruiker watter knoppies om te druk.

'Skrywer: Schalk van Lill

MsgBox.Info("Gebruik die vlaggie-knoppie (in die tweede ry knoppies op die boonste 'toolbar') om op die dorpe te 'click' waartussen daar beweeg moet word. Die dorpe waarvandaan daar beweeg gaan word, moet eerste 'geclick' word.", "")

**'Naam: VINDMEES**

'Vind die mees ekonomiese roete tussen twee plekke

```
theDocs = av.GetProject.GetDocs
theDocsList = {}
theDocList = {}
```

```
For each k in theDocs
If (k.Is(Table)) Then
theField = "IdNommer"
theVtab1 = k.GetVtab
theFi = theVtab1.FindField("IdNommer")
If (theFi.Is(Field)) then
theDocsList.Add(k.AsString)
end
end
end
```

```
cc = MsgBox.ChoiceAsString(theDocsList, "", "Kies die voertuig")
```

```
theTable = av.GetProject.FindDoc(cc.AsString)
theTableVtab = theTable.GetVtab
theField = theTableVtab.FindField("Length")
```

```
For each i in theDocs
If (i.Is(Table)) Then
theDocList.Add(i.AsString)
end
end
```

```
dd = MsgBox.ChoiceAsString(theDocList, "", "Kies die paaie")
```

```
theTable1 = av.GetProject.FindDoc(dd.AsString)
theTable1Vtab = theTable1.GetVtab
theField1 = theTable1Vtab.FindField("Length")
```

```
theTable1Vtab.Join(theField1, theTableVtab, theField)
```



```
av.Run("Vind kortste",{})  
av.DelayedRun("unjoin(1)",{ },150)
```

**'Naam: DIALOG1**

'Roep die Menu op, wat die ekonomiese gegewens vandaan gedoen kan word

'Skrywer: Schalk van Lill

```
av.getProject.FindDialog("Ekonomiese gegewens").Open
```

**'Naam: DIALOG2**

'Roep die Menu op, waarvandaan die roetes gevind kan word en die dorpe  
'geselekteer kan word.

'Skrywer: Schalk van Lill

```
av.getProject.FindDialog("Vind die roetes").Open
```

**'Naam: UNJOIN1**

' Removes any fields joined to the current table

```
'Skrywer: Interne kode  
theVTab = av.GetActiveDoc.GetVtab  
if (theVTab.IsBase.Not) then  
  av.GetProject.SetModified(true)  
end  
theVTab.UnjoinAll
```

**'Naam: MYSTARTUP**

'Hierdie programmeringsgeskrif laat die twee geskepte spyskaarte  
'op die "view" vertoon, wanneer die projek oopgemaak word.

'Skrywer: Schalk van Lill

```
av.getProject.FindDialog("Ekonomiese gegewens").Open  
av.getProject.FindDialog("Vind die roetes").Open
```

**'Naam: VEE ROETES UIT**

'Wanneer 'n roete klaar gevind is, kan dit met hierdie geskrif van die "view"  
'verwyder word.

'Skrywer: Schalk van Lill

```
theView = av.GetProject.FindDoc("View1")
theThemes = theView.GetThemes

x = TRUE

WHILE (x = TRUE)

theActiveTheme = MsgBox.ChoiceAsString(theThemes, "", "Kies 'n roete wat uitgevee
moet word")
'theActiveTheme.SetActive(TRUE)

    IF (theActiveTheme = nil) THEN
        MsgBox.Warning("Die gebruiker het die prosedure
gekanselleer", "Kansellasië")
        BREAK
    END

theView.DeleteTheme(theActiveTheme)

IsYes = MsgBox.YesNo("Is daar nog roetes om te verwyder?", "", TRUE)

    IF (IsYes.Not) THEN
        x = FALSE
    END
END
```