

Verspreiding van *Burnupia capensis* (Walker, 1912) en *Burnupia stenochorias* (Melvill & Ponsonby, 1903) (Gastropoda: Ancyliidae) in Suid-Afrika

Distribution of Burnupia capensis (Walker, 1912) and *Burnupia stenochorias* (Melvill & Ponsonby, 1903) (Gastropoda: Ancyliidae) in South Africa

KN DE KOCK

Eenheid vir Omgewingswetenskappe en -bestuur,
Noordwes-Universiteit, Potchefstroom, Suid-Afrika
kenne.dekock@nwu.ac.za



Kenné de Kock



Corrie Wolmarans

CT WOLMARANS

Skool vir Omgewingswetenskappe en -ontwikkeling,
Noordwes-Universiteit, Potchefstroom, Suid-Afrika
corrie.wolmarans@nwu.ac.za

EMERITUS PROFESSOR KENNÉ DE KOCK is tans werksaam by die Eenheid vir Omgewingswetenskappe en Bestuur van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus. Hy was sedert 1961 verbonde aan die Nasionale Varswater-slakeenheid wat in 1986 ontbind is, maar is tans steeds betrokke by die Nasionale Varswater-slakversameling wat by die Skool vir Omgewingswetenskappe en -Ontwikkeling van die Noordwes-Universiteit gehuisves word. Sy navorsingsbelangstelling is die ekologie, geografiese verspreiding, en taksonomie van varswater Mollusca en die rol wat hulle as tussengashere van 'n groot verskeidenheid helminparasiete in die gesondheid van mens en dier speel. Hy is outeur en mede-outeur van talle wetenskaplike artikels en het vir baie jare onderrig in sitogenetika en soögeografie aan dierkunde studente van die Noordwes-Universiteit en Unisa gegee.

EMERITUS PROFESSOR KENNÉ DE KOCK of the Unit of Environmental Sciences and Management of the North-West University, Potchefstroom Campus was closely associated with the National Freshwater Snail Unit from 1961 until it was disbanded in 1986. He is currently still involved in activities with regard to the National Freshwater Snail Collection housed at the School of Environmental Sciences and Development of the North-West University. His research interests focus on the ecology, geographical distribution and the taxonomy of freshwater molluscs and their role as intermediate hosts of a large variety of helminth parasites in the health of man and animal. He is author and co-author of a large number of scientific papers and has for many years lectured in cytogenetics and zoogeography both at the North-West University and the University of South Africa (Unisa).

CORRIE WOLMARANS is medeprofessor in die vakgroep Dierkunde aan die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus waar hy sedert 1984 werksaam is. Sy navorsingsbelangstelling behels die epidemiologie en beheer van skistosomose. Hy is outeur en mede-outeur van bykans 80 vakwetenskaplike publikasies in nasionale en internasionale tydskrifte.

CORRIE WOLMARANS is associate professor of Zoology at the North-West University, Potchefstroom Campus where he has been employed since 1984. His research interests concern the epidemiology and control of schistosomosis. He is author and co-author of nearly 80 scientific publications in national and international journals.

ABSTRACT***Distribution of Burnupia capensis (Walker, 1912) and Burnupia stenochorias (Melvill & Ponsonby, 1903) (Gastropoda: Ancyliidae) in South Africa***

The presence of Ancyliidae in South Africa was established as early as 1848 but the first comprehensive study on this family was reported in 1923. This author came to the conclusion that extensive work still had to be done before it could be declared that knowledge pertaining to the South African representatives of this family could be considered as satisfactory. Another important contribution on South African Ancyliidae was published in 1939. After a detailed morphological and histological study on Burnupia mooiensis three decades later the authors stated that the taxonomy of the Ancyliidae still remained unsatisfactory, a view that was supported by authors as recently as 2002. The National Freshwater Snail Collection (NFSC) was established in 1956 but the oldest sample of Ancyliidae on record dates back to 1954 and at present 14 species of Burnupia are represented in the database of the NFSC.

This contribution deals with the geographical distribution and specific characteristics of the habitats of B. capensis and B. stenochorias the two most widespread species of this genus in South Africa. Very little is known of the conservation status of the Ancyliidae of this country but some results pertaining to this subject are briefly discussed.

Burnupia species are relatively inconspicuous organisms that are usually attached to solid objects on the substratum or aquatic vegetation and need to be specifically looked for during surveys. Personnel of government authorities and municipalities who made substantial contributions to the number of samples in the NFSC therefore received special training in sampling techniques during workshops.

Identification of the specimens was largely based on shell and radula characteristics and on the location of the site of collection. Only samples of which the sampling sites could be located on the 1:250 000 topo cadastral map series of South Africa were considered for further analysis. Respectively 702 and 435 samples of B. capensis and B. stenochorias met this requirement.

The loci (1/16 th square degrees) in which the collection sites of these species were located, were distributed in pre-selected intervals of mean annual air temperature and rainfall, as well as intervals of mean altitude, to illustrate the frequency of occurrence within specific intervals. A temperature index was calculated for all mollusc species in the database from their frequencies of occurrence within the selected intervals and the results used to rank them in order of their association with low to high climatic temperatures. Chi-square values were calculated to evaluate the significance of the difference between frequencies of occurrence in, on, or at the various options for each parameter investigated and furthermore an effect size value was calculated to determine the contribution of each parameter towards establishing the geographical distribution of this species based on the data in the database. A multivariate analysis in the form of a decision tree was also constructed from the data which enabled the selection and ranking of those variables that maximally discriminated between the frequency of occurrence of these two species in, on, or at the various options for each parameter as compared to all other mollusc species in the database.

The majority of samples of both species were collected in rivers and streams and in habitats described as perennial with slow running and clear water. The presence of associated vegetation and a predominantly stony substratum was mentioned for the majority of sampling sites.

The geographical distribution of these two species overlapped to a large extent and they were recorded together in 55 loci. However, the 257 loci from which B. capensis were collected covered a more extensive geographical area than the 108 loci from which B. stenochorias was recorded. Both species were poorly represented in the Limpopo, North West and Northern Cape province,

a phenomenon that could probably be attributed to a paucity of perennial habitats and the fact that both species in question have poor abilities to overcome conditions of desiccation prevalent in seasonal habitats.

Due to the fact that the majority of samples were collected in rivers and streams and on a stony substratum and also because of their largely sessile mode of existence, it is suggested that the feasibility to exploit these two species as indicators of heavy metal pollution should be investigated. It is a known fact that molluscs can accumulate heavy metals in their soft tissue and can also deposit organic substances in their shells.

Large scale surveys for freshwater molluscs was terminated in the 1980's and most of the collection sites recorded in the NFSC were not revisited since, therefore little is known of the conservation status of the freshwater molluscs of South Africa. A comparison of results of several surveys conducted in the Kruger National Park over a period of nearly four decades revealed a marked decline in the number of positive sites with regard to several mollusc species including representatives of the Ancyliidae.

The well documented geographical distribution of several species of *Burnupia* in the database of the NFSC could serve as a base of reference for an investigation of the conservation status of this genus of the Ancyliidae in South Africa. The fact that these species are well represented in rivers and streams and on stony substratums could facilitate such an investigation in the sense that surveys could be focused on these types of water body. A comparison of the results of such surveys with the documented geographical distribution of all freshwater molluscs in the database of the NFSC could contribute substantially towards the knowledge currently available on the conservation status and species diversity of our indigenous molluscs.

KEY CONCEPTS: Mollusca; Gastropoda; Ancyliidae; *Burnupia capensis*; *Burnupia stenochorias*; geographical distribution; habitat preferences; South Africa

TREFWOORDE: Mollusca; Gastropoda; Ancyliidae; *Burnupia capensis*; *Burnupia stenochorias*; geografiese verspreiding; habitat-voorkeure; Suid-Afrika

OPSOMMING

Die voorkoms van verteenwoordigers van die Ancyliidae in Suid-Afrika is reeds in 1848 gerapporteer. Die eerste omvattende studie van hierdie familie in Suid-Afrika is egter eers in 1923 gepubliseer. Alhoewel verskeie bydraes sedertdien gepubliseer is, is verskeie outeurs van mening dat bestaande kennis oor die Ancyliidae steeds gebrekkig is en dat hersiening nie net op spesievlak nie maar ook op genus-vlak nodig is. Tans is daar 14 *Burnupia* spesies op rekord in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV). Hierdie bydrae handel oor die geografiese verspreiding en habitats van *B. capensis* en *B. stenochorias* die twee Ancyliidae spesies waarvan die meeste versamelpunte in die databasis van die NVWSV op rekord is en wat ook die mees wydverspreide geografiese verspreiding van hierdie familie vertoon. Alhoewel beide spesies in die meerderheid van die verskeidenheid van waterliggame wat in die databasis vermeld word, aangetref is, is die grootste getal monsters van albei in standhoudende riviere en spruite en op 'n klipperige substraat versamel. Albei spesies is nie gerapporteer uit die droër streke van Suid-Afrika nie waarskynlik as gevolg van 'n beperkte vermoë om desikkasie te kan oorleef in gebiede waar standhoudende habitats 'n uitsondering is. Resultate dui daarop dat hoogte bo seevlak en aard van die substraat 'n belangrike rol gespeel het in die daarstelling van hul gedokumenteerde geografiese verspreiding soos weerspieël deur die rekords in die NVWSV. Min is oor die bewaringstatus van die Ancyliidae van Suid-Afrika bekend, maar die karige inligting wat wel tot

ons beskikking is, dui op rede tot kommer. Om sinvolle uitsprake oor die bewaringstatus en spesiediversiteit van die Mollusca van Suid-Afrika te kan maak, word aanbeveel dat van die versamel-punte op rekord weer besoek behoort te word waarna die resultate met die bestaande rekords in die databasis van die NVWSV vergelyk kan word.

INLEIDING

Die geskiedenis van die groei van kennis oor die Suid-Afrikaanse Ancyliidae het reeds in 1848 begin met die publikasie van die baanbrekerswerk van Krauss¹ oor die Mollusca van die Kaapprovinsie en KwaZulu-Natal. Die eerste omvattende studie van die Ancyliidae van Suid-Afrika is egter eers in 1923 deur Walker² gepubliseer. Hierdie studie was gebaseer op gepreserveerde versamelings wat meer as 10 jaar tevore deur verskeie persone tot sy beskikking gestel is. Na afloop van sy ondersoek het hierdie outeur egter tot die slotsom gekom dat die werk wat reeds gedoen is slegs die begin van uitgebreide en intensiewe werk is wat nog moet volg voordat enigsins verklaar sou kon word dat die Ancyliidae van Suid-Afrika bevredigend bekend is. 'n Volgende belangrike bydrae tot kennis van die Suid-Afrikaanse Ancyliidae is deur Connolly³ in sy monografie in 1939 gelewer. Drie dekades later het Oberholzer en Van Eeden⁴ na afloop van 'n omvattende studie van *Burnupia mooiensis* tot die gevolgtrekking gekom dat die taksonomie van die Ancyliidae van Suid-Afrika steeds in 'n baie onbevredigende toestand verkeer omdat so min oor hul sagte anatomie bekend is. In 'n oorsig oor die bewaringstatus van Suid-Afrikaanse Mollusca spreek Herbert⁵ ook die mening uit dat die taksonomie van die Ancyliidae nog nie ten volle verstaan word nie en dat verdere navorsing nodig is. Hierdie mening word in 'n meer onlangse publikasie deur Appleton⁶ beaam met die stelling dat hersiening van die Suid-Afrikaanse Ancyliidae op beide spesie- en genus-vlak nodig is. Alhoewel die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV) eers in 1956 tot stand gekom het, dateer die oudste monsters in hierdie versameling terug tot 1952 en is die oudste monster van Ancyliidae reeds in 1954 versamel.

Tans is daar 14 spesies van *Burnupia* op rekord in die databasis van die NVWSV waarvan *B. capensis* en *B. stenochorias* die twee mees wydverspreide spesies is. Hierdie bydrae handel oor die geografiese verspreiding en bepaalde eienskappe van die habitats waarin die 702 en 435 monsters wat onderskeidelik vir *B. capensis* en *B. stenochorias* deur versamelaars gerapporteer is en in die databasis op rekord is. Oor die bewaringstatus van die Ancyliidae van Suid-Afrika is min bekend maar resultate wat wel moontlik 'n bydrae in dié verband kan maak, word kortliks bespreek.

MATERIAAL EN METODEDES

Burnupia spesies is relatief onopvallende, grootliks sessiele organismes wat gewoonlik stewig vasgeheg aan vaste voorwerpe op die substraat en op plantegroei voorkom en beland oor die algemeen nie toevallig in skepnette tydens die versamelproses nie. Die aandag van personeel van staatsinstansies en munisipaliteite wat 'n groot bydrae tot die getal monsters in die NVWSV gelewer het, is derhalwe tydens werkwinkels wat spesiaal met die oog op versameltegnieke aangebied is, in die besonder daarop gevestig oor hoe om te werk te gaan om waterliggame vir die teenwoordigheid van hierdie spesies te ondersoek.

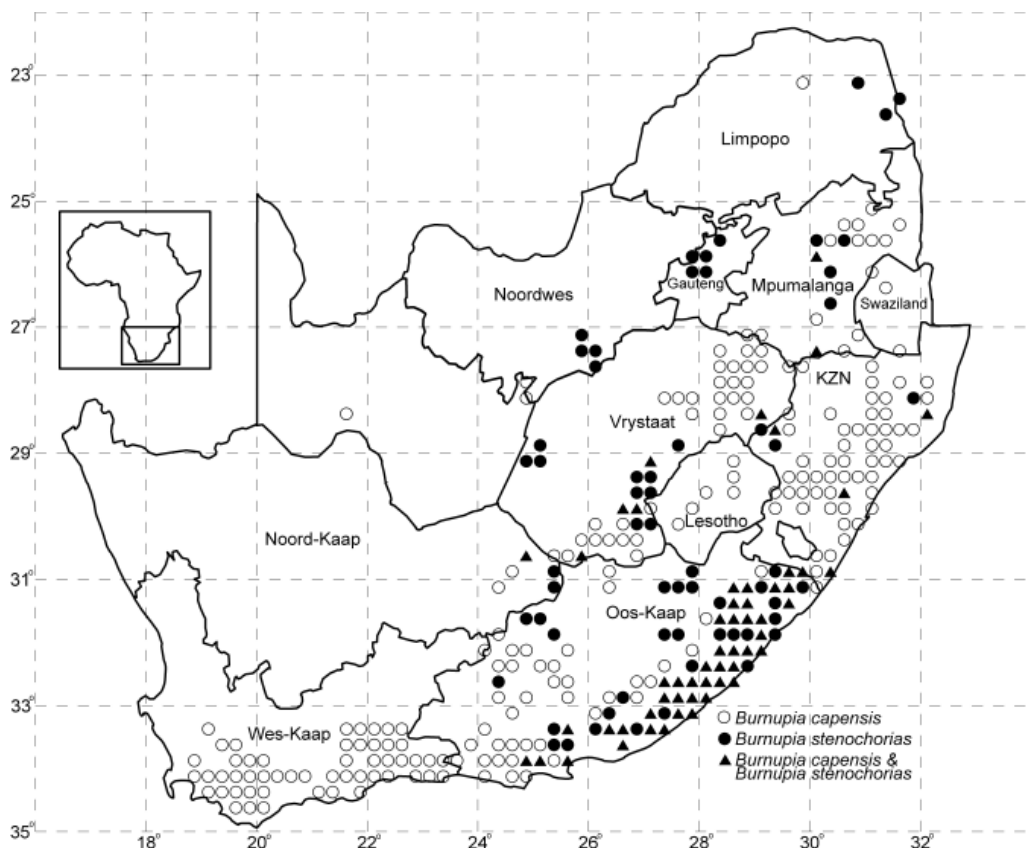
Identifikasie van eksemplare van *Burnupia* is volgens die riglyne van Walker,² Connolly³ en Oberholzer en Van Eeden⁴ gedoen en was hoofsaaklik gebaseer op skulp- en radula-kenmerke en herkoms van die monsters. Data met betrekking tot die verspreiding van *B. capensis* en *B. stenochorias* wat vanaf 1956 tot 2009 strek, is uit die databasis van die NVWSV onttrek. Die

versamelpunte van onderskeidelik 702 en 435 monsters van *B. capensis* en *B. stenochorias* kon op 'n 1:250 000 topo-kadastraal kaartreeks van Suid-Afrika gelokaliseer word en is vir verdere verwerking in aanmerking geneem. Die lokusse ($1/_{16}$ vierkante grade) waarin die versamelpunte geleë is, is in intervalle van gemiddelde jaarlikse reënval en lugtemperatuur, asook gemiddelde hoogte bo seevlak ingedeel om die voorkomsvrekwensie in spesifieke intervalle aan te dui. Data met betrekking tot reënval, temperatuur en hoogte bo seevlak is in 2001 deur die Computing Centre for Water Research, Universiteit van KwaZulu-Natal goedgunstiglik beskikbaar gestel. 'n Temperatuur-indeks gebaseer op hul voorkomsvrekwensie in die gekose temperatuur-intervalte is vir elke spesie in die databasis bereken en die resultate gebruik om hulle in rangorde volgens hul assosiasie met lae tot hoë klimatologiese-temperature te plaas. Die wyse waarop hierdie berekeninge gedoen is, is in besonderhede in vorige publikasies bespreek.^{7,8}

Statistica, Release 7, Nonparametrics, 2X2 Tables, McNemar, Fischer exact-sagteware is gebruik om Chi-kwadraatwaardes te bereken waarvolgens die betekenisvolheid van waargenome verskille in die voorkoms by die verskillende alternatiewe van die ondersoekte parameters aangedui kon word. Om die invloed van die verskillende ondersoekte veranderlikes op die gedokumenteerde geografiese verspreiding van *B. capensis* en *B. stenochorias* te kwantifiseer en die betekenisvolheid daarvolgens te evalueer, is effekgroottes volgens die metode van Cohen⁹ bereken. Hiervolgens dui waardes in die orde van 0.1 en 0.3 onderskeidelik op klein en matige groot effekte, terwyl waardes van 0.5 en hoër op prakties betekenisvolle groot effekte dui. Die ekologiese implikasies van effekgroottes in die konteks van soortgelyke ondersoekte as die huidige, word in besonderhede in vorige publikasies van die outeurs bespreek.^{7,8} 'n Multi-variensie-analise in die vorm van 'n besluitnemingsboom¹⁰ is ook gedoen waarvolgens al die ondersoekte veranderlikes geëvalueer is en dié wat die belangrikste rol in die daarstelling van die gedokumenteerde geografiese verspreiding van die twee betrokke spesies gespeel het, geselekteer en in rangorde van belangrikheid geplaas is (figure 2 en 3). Die besluitnemingsboom maak ook onderskeid tussen die voorkomsvrekwensies van 'n gegewe spesie by die alternatiewe van die geselekteerde veranderlikes en dié van al die ander spesies in die databasis. Hierdie verwerking is gedoen deur van die SAS Miner for Windows NT Release 4.0, April, 2 000-program en Decision Tree modelling Course Notes gebruik te maak.¹¹

RESULTATE

Die monsters van *B. capensis* en *B. stenochorias* wat vir verdere verwerking in aanmerking geneem is, is in waterliggame versamel wat onderskeidelik in 257 en 108 verskillende lokusse geval het (figuur 1). Die oorgrote meerderheid van monsters van beide spesies was afkomstig van riviere en spruite. Alhoewel daar geen betekenisvolle verskille in die voorkomsvrekwensie van enige van die twee spesies tussen hierdie twee tipes waterliggame aangedui kon word nie ($p > 0.05$), is die meeste monsters van *B. capensis* in riviere (288) en dié van *B. stenochorias* in spruite (189) aangetref (tabel 1). Verreweg die grootste getal monsters van beide spesies is uit habitats gerapporteer waarvan watertoestande as standhoudend, stadigvloeiend, helder en vars beskryf is (tabel 2) en die teenwoordigheid van geassosieerde plantegroei is onderskeidelik in 87.2% en 80.0% van die gevalle vir *B. capensis* en *B. stenochorias* vermeld. Verreweg die grootste getal monsters van beide spesies was afkomstig van habitats waarvan die substratum as oorwegend klipperig beskryf is en in die geval van albei spesies het hul voorkoms op hierdie substratums tipe betekenisvol verskil ($p < 0.05$) van hul voorkomsvrekwensie op enige van die ander vermeldde substratums tipes (tabel 3).



Figuur 1: Geografiese verspreiding van *Burnupia capensis* en *B. stenochorias* per 1/16 vierkantegraadlokus in Suid-Afrika

Die oorgrote getal monsters van beide spesies is in habitats versamel waarvan die lokusse in die 16-20°C-interval geval het (tabel 4) en in die geval van beide spesies het dit betekenisvol verskil ($p < 0.05$) van hul voorkomsfrekwensie in habitats wat in enige van die ander temperatuur-intervalle geval het. Betreffende reënval was die meeste monsters van albei spesies afkomstig van habitats wat in die 601–900 mm interval voorgekom het, maar van albei spesies is ook 'n noemenswaardige getal monsters in habitats aangetref wat in die 301–600 mm interval geval het (tabel 4). 'n Betekenisvolle verskil was egter waarneembaar tussen die voorkoms van *B. capensis* in hierdie twee reënval-intervalle terwyl dit nie die geval was by *B. stenochorias* nie. Die grootste getal monsters van albei spesies is versamel in habitats wat in die 0-500 m reënval-interval voorgekom het terwyl slegs 'n geringe getal monsters van beide spesies in waterliggame versamel is wat in die 2 001-2 500 m interval voorgekom het (tabel 4). Die voorkomsfrekwensie in die 0-500 m interval het in die geval van albei spesies die hoogste persentasie van die getal versameling op rekord vir 'n spesifieke interval verteenwoordig (tabel 4) en het gevolglik in hierdie opsig betekenisvol ($p < 0.05$) van al die ander intervalle verskil.

Alhoewel die temperatuur-indeks wat vir *B. stenochorias* bereken is daarop dui dat hierdie spesie nouer as *B. capensis* met koeler klimaatsomstandighede geassosieer was, het die

TABEL 1: Waterliggaamtipes waarin *Burnupia capensis* in 702 en *B. stenochorias* in 435 versamelpunte aangetref is

Waterliggaamtipes	A	<i>B. capensis</i>			<i>B. stenochorias</i>		
		B	C	D	B	C	D
Besproeiingsvoor	113	8	1.1%	7.1%	0		
Dam	8 400	54	7,7%	0.6%	24	5.5%	0.3%
Dammetjie	1 566	19	2.7%	1.2%	7	1.6%	0.4%
Fontein	301	17	2.4%	5.6%	3	0.7%	1.0%
Gruisgroef	122	1	0.1%	0.8%	1	0.2%	0.8%
Kanaal	169	2	0.3%	1.2%	1	0.2%	0.6%
Moeras	2 076	14	2.0%	0.7%	9	2.1%	0.4%
Pan	306	2	0.3%	0.7%	0		
Rivier	7 507	288	41.0%	3.8%	171	39.3%	2.3%
Sementdam	221	0			1	0.2%	0.5%
Sloot	636	7	1.0%	1.1%	6	1.4%	0.9%
Spruit	7 211	240	34.2%	3.3%	189	43.4%	2.6%
Vlei	103	4	0.6%	3.9%	0		
Watergat	225	7	1.0%	3.1%	1	0.2%	0.4%
Effekgrootte		w = 0.65 (groot effek)			w = 0.72 (groot effek)		

A: voorkomsvrekwensie van alle verteenwoordigers van die Mollusca in 'n spesifieke waterliggaam. B: voorkomsvrekwensie in 'n spesifieke waterliggaam. C: % van die totale getal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is. D: voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke waterliggaam.

effekgroottes wat bereken is aangetoon dat daar geen betekenisvolle verskil tussen die indekse van die betrokke spesies aangedui kon word nie ($d < 0.5$) (tabel 5). *Burnupia capensis* en *B. stenochorias* het in hierdie opsig egter onderskeidelik betekenisvol van 33 en 42 van die ander 54 spesies in die databasis verskil.

Vanuit die berekende effekgrootte-waardes (tabelle 1-4) kan afgelei word dat hoogte bo seevlak by albei spesies die belangrikste van die ondersoekte parameters was wat 'n rol gespeel het in die daarstelling van hul geografiese verspreiding soos weerspieël word deur die data in ons databasis. Die effekgrootte-waardes het egter getoon dat substratum, vloeisnelheid en waterliggame as sodanig ook 'n belangrike rol in dié verband gespeel het, afleidings wat ondersteun word deur die resultate van die multi-variensie-analises (figure 2 en 3) wat ook hoogte bo seevlak, gevolg deur substratum as die belangrikste faktore vir beide spesies geselekteer het. In die geval van *B. capensis* is vloeisnelheid van die water egter as die volgende belangrike faktor geselekteer terwyl dit waterliggame in die geval van *B. stenochorias* was (figure 2 en 3).

TABEL 2: Wateroestande in die habitats van *Burnupia capensis* en *B. stenochorias* soos tydens versameling opgeteken

Spesies	Tipe		Vloeielsnelheid			Turbiditeit			Saliniteit	
	Standhoud- end	Seisoe- naal	Vinnig	Stadig	Staan- de	Helder	Modderig	Vars	Brak	
<i>Burnupia capensis</i> *702	A	534	118	62	396	204	550	75	612	36
	B	76.1%	16.8	8.8%	56.4%	29.1%	78.3%	10.7%	87.2%	5.1%
	C	22 432	5 350	2 229	9 501	16 147	20 408	6 438	24 089	657
	D	2.4%	2.2%	2.8%	4.2%	1.3%	2.7%	1.2%	2.5%	5.1%
	E	w = 0.03 (klein effek)		w = 0.57 (groot effek)			w = 0.28 (klein effek)		w = 0.18 (klein effek)	
<i>Burnupia stenochorias</i> *435	A	314	40	50	235	133	349	61	409	1
	B	72.2%	9.2%	11.5%	54.0%	30.6%	80.2%	14.0%	94.0%	0.2%
	C	22 432	5 350	2 229	9 501	16 147	20 408	6 438	24 089	657
	D	1.4%	0.7%	2.2%	2.5%	0.8%	1.7%	0.9%	1.7%	0.2%
	E	w = 0.20 (klein effek)		w = 0.47 (groot effek)			w = 0.21 (klein effek)		w = 0.15 (klein effek)	

A: voorkomfrequentie in 'n spesifieke wateroestande. B: % van die totale getal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is.
 C: voorkomfrequentie van alle verteenwoordigers van die Mollusca in 'n spesifieke wateroestande. D: voorkompersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke wateroestande. E: effekgrootte bereken vir 'n bepaalde wateroestande. *: getal versamelings op rekord vir elke spesie.

TABEL 3: Substratumtipes in die habitats van *Burnupia capensis* en *B. stenochorias* soos tydens versameling opgeteken

Spesies	Substratumtipes				
	Modderig	Klipperig	Sanderig	Verrottende materiaal	
<i>Burnupia capensis</i> *702	A	158	355	160	0
	B	22.5%	50.6%	22.8%	
	C	12 835	7 934	6 523	632
	D	1.2	4.5%	2.5%	
	E	w = 0.57 (groot effek)			
<i>Burnupia stenochorias</i> *435	A	77	294	41	2
	B	17.7%	67.6%	9.4%	0.5%
	C	12 835	7 934	6 523	632
	D	0.6%	3.7%	0.6%	0.3%
	E	w = 0.94 (groot effek)			

A: voorkomsvrekwensie op 'n spesifieke substratumtipe. B: % van die totale getal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is. C: voorkomsvrekwensie van alle verteenwoordigers van die Mollusca op 'n spesifieke substratumtipe. D: voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings op 'n spesifieke substratumtipe. E: effekgrootte bereken vir substratumtipes.

BESPREKING

Burnupia stenochorias is reeds in 1903 deur Melvill en Ponsonby vanaf eksemplare wat by Eb en Vloed, Port Elizabeth versamel is, beskryf.³ Die oudste rekord van hierdie spesie in die NVWSV is egter eers in 1959 in 'n spruit in die Grahamstad dorpsgebied versamel. *Burnupia capensis* is in 1912 deur Walker² vanaf eksemplare wat by Lakeside, Kaapse skiereiland versamel is, beskryf en die oudste monster op rekord in die NVWSV is in 1956 ook in 'n spruit in die Nelspruit-distrik gevind. Alhoewel die geografiese verspreiding van hierdie twee spesies grootliks oorvleuel het en hulle in 55 lokusse saam voorgekom het, het die 257 lokusse waarin eksemplare van *B. capensis* aangetref is 'n wyer geografiese gebied gedek as die 108 lokusse waaruit *B. stenochorias* gerapporteer is (figuur 1). Albei hierdie spesies was egter swak verteenwoordig in die Limpopo-, Noordwes- en Noord Kaapprovinsie. Hierdie provinsies sluit egter van die dorste streke van Suid-Afrika in en gesien in die lig daarvan dat beide spesies hoofsaaklik in riviere en spruite en in water wat as standhoudend en stadigvloeiend beskryf is, versamel is, bied dit moontlik 'n verklaring vir hul swak verteenwoordiging in hierdie provinsies. Daarbenewens ondersteun die feit dat *Burnupia* spesies volgens Brown¹² swak toegerus is om desikkasie van 'n habitat te kan oorleef ook die afleiding dat hul swak verteenwoordiging in die genoemde gebiede aan 'n gebrek aan standhoudende waterliggame toegeskryf kan word.

TABEL 4: Voorkomsfrekwensie van die versamelpunte van *Burnupia capensis* en *B. stenochorias* in geselekteerde intervale van gemiddelde jaarlikse lugtemperatuur en reënval, asook gemiddelde hoogtes bo seevlak in Suid-Afrika

	Temperatuur-intervalle (°C)					Reënval-intervalle (mm)					Hoogte bo seevlak-intervalle (m)					
	5-10	11-15	16-20	21-25	0-300	301-600	601-900	901-1200	1001-1500	1501-2000	2001-2500	0-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	2001-2500
A	1	67	597	37	32	284	365	21	340	188	102	64	8			
B	0.1%	9.5%	85.0%	5.3%	4.6%	40.5%	52.0%	3.0%	48.4%	26.8%	14.5%	9.1%	1.1%			
C	354	4404	24 928	4 276	975	11 994	19 799	1 203	6 747	4 491	14 918	6 998	586			
D	0.3%	1.5%	2.4%	0.9%	3.3%	2.4%	1.8%	1.7%	5.0%	4.2%	0.7%	0.9%	1.4%			
E	w = 0.27 (matige effek)															
A	0	40	388	7	6	143	285	1	231	98	60	36	10			
B	9.2%	89.2%	1.6%	1.4%	32.9%	65.5%	0.2%	53.1%	22.5%	13.8%	8.3%	2.3%				
C	354	4404	24 928	4 276	975	11 994	19 799	1 203	6 747	4 491	14 918	6 998	586			
D	0.9%	1.6%	0.2%	0.6%	1.2%	1.4%	0.1%	3.4%	2.2%	0.4%	0.5%	1.7%				
E	w = 0.38 (matige effek)															
	w = 0.16 (klein effek)															
	w = 0.90 (groot effek)															
	w = 0.22 (klein effek)															
	w = 0.96 (groot effek)															

A: voorkomsfrekwensie in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. B: % van die totale getal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is. C: voorkomsfrekwensie van alle verteenwoordigers van die *Mollusca* in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. D: voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke interval. E: effekgrootte bereken vir 'n bepaalde faktor. *: getal versamelings op rekord vir elke spesie.

TABEL 5: Frekwensieverspreiding in temperatuur-intervalle en temperatuur-indeks van *Burnupia capensis* in vergelyking met die ander Mollusca in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling

Mollusca spesies	*Indeks: Temperatuur-indeks **SA: Standaardafwyking ***Variansiekoëffisiënt					*Indeks	**SA	***VK	Effek-grootte	
	Getal monsters	5 – 10°C	11 - 15°C	16 - 20°C	21 - 25°C					26 - 30°C
<i>Pisidium viridarium</i>	636	201	270	163	2	1.947	0.764	39.22	-3.151	
<i>Lymnaea truncatula</i>	723	95	281	343	4	2.354	0.709	30.14	-2.016	
<i>Pisidium casertanum</i>	5		2	3		2.600	0.548	21.07	-1.331	
<i>Pisidium langleyanum</i>	627	18	173	430	6	2.676	0.544	20.33	-1.119	
<i>Pisidium costulosum</i>	428	1	139	284	4	2.680	0.492	18.34	-1.108	
<i>Bulinus tropicus</i>	8 448	32	2 326	5 860	230	2.744	0.502	18.31	-0.929	
<i>Gyraulus connollyi</i>	969		185	777	7	2.816	0.406	14.40	-0.729	
<i>Ceratophallus natalensis</i>	1 797		299	1 430	68	2.871	0.433	15.09	-0.575	
<i>Ferrissia</i> (alle spesies)	540		72	420	47	1	2.957	0.476	16.09	-0.336
<i>Bulinus reticulatus</i>	296		6	287	3	2.990	0.174	5.83	-0.245	
<i>Assiminea umlaasiana</i>	2			2		3.000	0.000	0.00	-0.217	
<i>Tomichia cawstoni</i>	4			4		3.000	0.000	0.00	-0.217	
<i>Tomichia diferens</i>	10			10		3.000	0.000	0.00	-0.217	
<i>Tomichia lirata</i>	2			2		3.000	0.000	0.00	-0.217	
<i>Tomichia ventricosa</i>	89			89		3.000	0.000	0.00	-0.217	
<i>Burnupia trapezoidea</i>	383		69	306	8	3.008	0.305	10.13	-0.193	
<i>Burnupia mooiensis</i>	305		6	298	1	3.010	0.099	3.29	-0.189	
<i>Burnupia stenochorias</i>	435		40	388	7	3.023	0.319	10.57	-0.152	
<i>Tomichia tristis</i>	81			79	2	3.025	0.156	5.16	-0.148	
<i>Unio caffer</i>	77		6	63	7	1	3.026	0.461	15.24	-0.144
<i>Physa acuta</i>	755			719	36	3.048	0.213	7.00	-0.084	
<i>Bulinus depressus</i>	552			519	33	3.060	0.237	7.76	-0.050	
<i>Arcuatula capensis</i>	15			14	1	3.067	0.258	8.42	-0.031	
<i>Lymnaea columella</i>	2 302		81	1 977	243	1	3.071	0.371	12.07	-0.018
<i>Burnupia capensis</i>	702	1	67	597	37	3.078	0.359	11.66	0.000	
<i>Lymnaea natalensis</i>	4 721		205	3 802	713	1	3.108	0.429	13.79	0.084
<i>Assiminea bifasciata</i>	17			15	2	3.118	0.332	10.65	0.111	
<i>Gyraulus costulatus</i>	736		20	580	135	1	3.159	0.437	13.84	0.226
<i>Bulinus forskalii</i>	1 209		17	985	204	3	3.160	0.409	12.95	0.228
<i>Pisidium ovampicum</i>	7			5	2	3.167	0.408	12.89	0.247	
<i>Sphaerium capense</i>	25		1	17	7	3.240	0.523	16.14	0.452	
<i>Bulinus africanus groep</i>	2 930		9	2 155	760	6	3.260	0.450	13.82	0.509
<i>Corbicula fluminalis</i>	390		1	291	94	4	3.267	0.437	13.38	0.528
<i>Tomichia natalensis</i>	23			16	7	3.304	0.470	14.24	0.631	
<i>Assiminea ovata</i>	5			3	2	3.400	0.548	16.11	0.897	

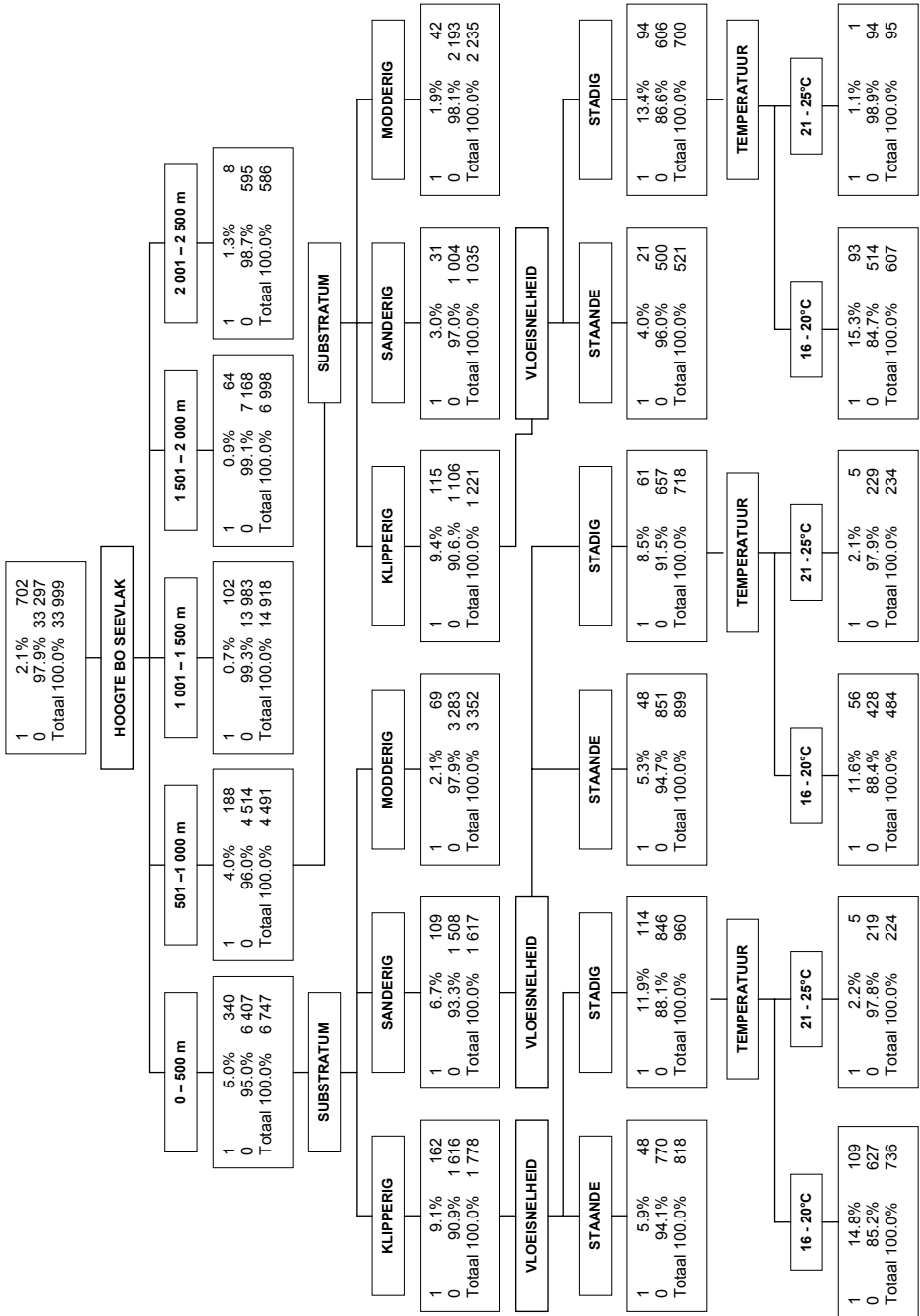
TABEL 5: Frekwensieverspreiding in temperatuur-intervalle en temperatuur-indeks van *Burnupia capensis* in vergelyking met die ander Mollusca in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (vervolg)

Mollusca spesies	*Indeks: Temperatuur-indeks **SA: Standaardafwyking ***Variansiekoëffisiënt						*Indeks	**SA	***VK	Effek-grootte
	Getal monsters	5 - 10°C	11 - 15°C	16 - 20°C	21 - 25°C	26 - 30°C				
<i>Thiara amarula</i>	10			6	4		3.400	0.516	15.19	0.897
<i>Melanoides victoriana</i>	53			29	23	1	3.429	0.540	15.75	0.977
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	1 639		5	880	751	3	3.459	0.508	14.69	1.061
<i>Coelathura framesi</i>	6			3	3		3.500	0.548	15.65	1.176
<i>Neritina natalensis</i>	16			8	8		3.500	0.516	14.75	1.176
<i>Septaria tessellaria</i>	2			1	1		3.500	0.707	20.20	1.176
<i>Bulinus natalensis</i>	245		2	97	146		3.588	0.510	14.20	1.420
<i>Segmentorbis planodiscus</i>	27			9	18		3.667	0.480	13.10	1.640
<i>Segmentorbis angustus</i>	32			7	25		3.781	0.420	11.11	1.959
<i>Melanoides tuberculata</i>	305			64	237	4	3.803	0.430	11.30	2.021
<i>Pisidium pirothi</i>	39			4	35		3.826	0.388	10.13	2.084
<i>Chambaria wahlbergi</i>	36			7	28	1	3.932	0.398	10.11	2.379
<i>Aplexa marmorata</i>	9				9		4.000	0.000	0.00	2.569
<i>Bellamyia capillata</i>	31				31		4.000	0.000	0.00	2.569
<i>Eupera ferruginea</i>	169			6	157	6	4.000	0.267	6.68	2.569
<i>Lentorbis carringtoni</i>	8				8		4.000	0.000	0.00	2.569
<i>Lentorbis junodi</i>	12				12		4.000	0.000	0.00	2.569
<i>Segmentorbis kanisaensis</i>	9				9		4.000	0.000	0.00	2.569
<i>Chambaria petersi</i>	39			1	36	2	4.000	0.272	6.80	2.569
<i>Cleopatra ferruginea</i>	73				71	2	4.027	0.164	4.08	2.645
<i>Lanistes ovum</i>	41				38	3	4.073	0.264	6.47	2.773

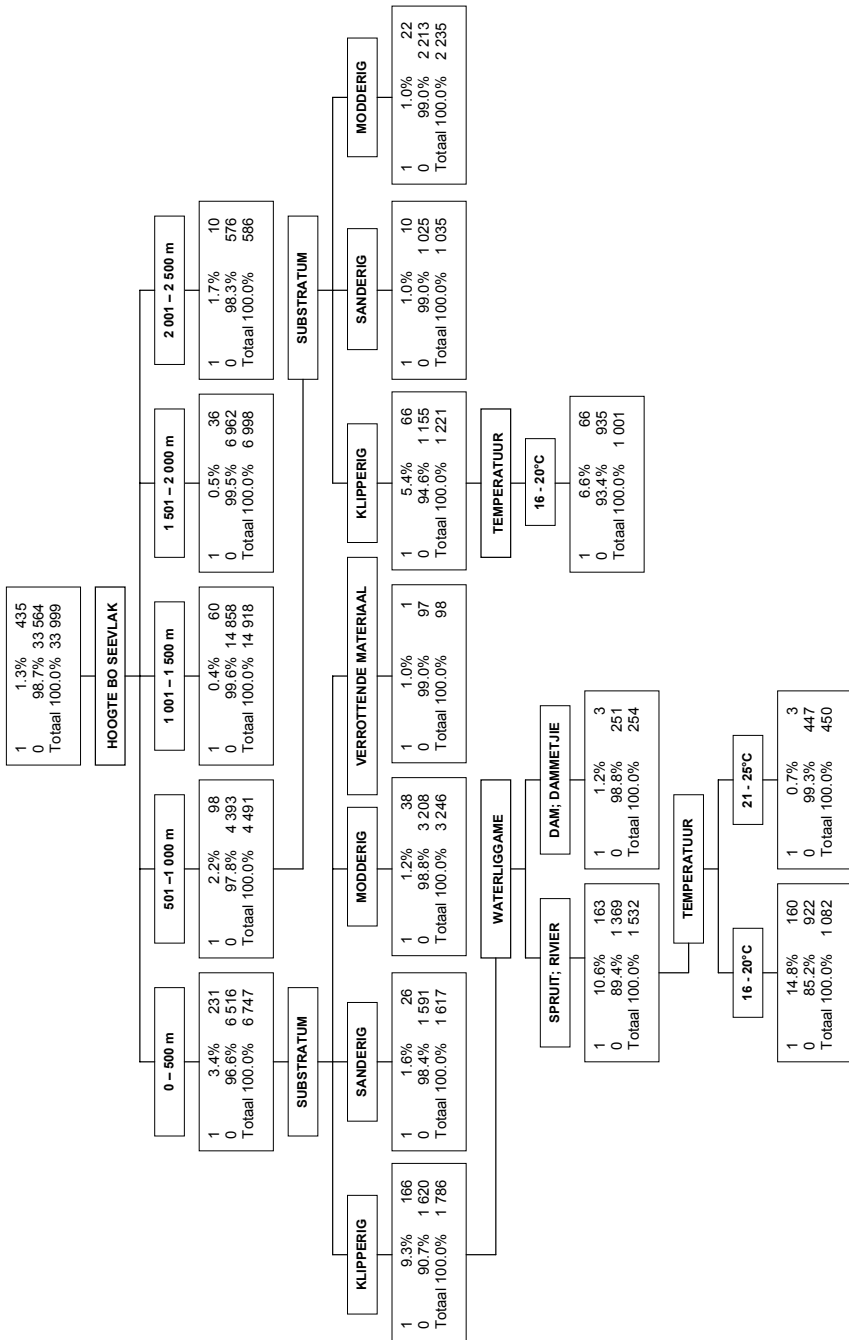
Die moontlikheid om *B. stenochorias* as 'n ekotoksikologiese indikator vir die evaluering van die toksisiteit van afvloeiwatert te benut, is deur Davies-Coleman en Palmer¹³ onder laboratorium-toestande ondersoek. Die resultate van hierdie ondersoek het daarop gedui dat toenemende verandering in oorlewing en groei waarneembaar was met verhoogde konsentrasies van afvloeiwatert.

Soos reeds genoem, is albei die betrokke spesies meer dikwels in riviere en spruite en op 'n klipperige substraat aangetref en omdat hulle merendeels 'n sessiele lewenswyse voer, behoort die uitvoerbaarheid om hulle as aanwysers van swaarmetaalbesoedeling te benut, ondersoek te word. Dit is bekend dat verteenwoordigers van die Mollusca onder andere swaarmetale in hul sagteweefsel kan akkumuleer en ook 'n verskeidenheid substansie in hul skulpe kan neerlê.^{14,15,16}

Soos blyk uit die bydrae van Herbert,⁵ is uiters min oor die bewaringstatus van die varswater Mollusca van Suid-Afrika bekend. Landswyse opnames van varswater Mollusca wat deur personeel van die Departement van Gesondheid, Mediese Navorsingsraad en die Staats-ekoloog uitgevoer



Figuur 2: Besluitnemingsboom van die voorkomsfrekwensie van *Burnupia capensis* by bepaalde veranderlikes teenoor die voorkomsfrekwensie van alle ander spesies wat in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling opgeneem is. 0 : persentasies en getalle van alle ander spesies, 1 : persentasies en getalle van *B. capensis*



Figuur 3: Besluitnemingsboom van die voorkomsvrekwensie van *Burnupia stenochorias* by bepaalde veranderlikes teenoor die voorkomsvrekwensie van alle ander spesies wat in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling opgeneem is. 0 : persentasies en getalle van alle ander spesies, 1 : persentasies en getalle van *B. stenochorias*

is, is reeds in die vroeë tagtigerjare van die vorige eeu getermineer en die meerderheid van versamelpunte van monsters wat in die databasis van die NVWSV opgeneem is, is sedertdien nie weer besoek nie. Uitsprake oor die bewaringstatus van die varswater Mollusca van Suid-Afrika moet derhalwe met groot omsigtigheid gemaak word. Betreffende die bewaringstatus van die Ancyliidae word geen besonderhede in die bydrae van Herbert⁵ vermeld nie. Die resultate van meer onlangse versamelings van varswater Mollusca in die Nasionale Kruger Wildtuin (NKW) deur die outeurs,^{17,18} dui egter op 'n merkbare afname in die getal vindplekke van onder andere die Ancyliidae. Oberholzer en Van Eeden¹⁹ het na 'n omvattende opname 20 vindplekke vir Ancyliidae in die NKW gerapporteer, terwyl soortgelyke opnames deur die outeurs in 2001¹⁷ en 2006¹⁸ onderskeidelik net ses en een vindplek kon oplewer. Op grond van die feit dat albei die betrokke spesies merendeels in standhoudende spruite en riviere aangetref is, sou afgelei kon word dat hulle moontlik meer kwesbaar mag wees vir klimaatverandering wat met aardverwarming verbandhou, veral gesien in die lig van hul onvermoë om toestande van desikkasie te oorkom.¹² Hierdie afleiding strook met die bevinding van Mouthon en Daufresne²⁰ dat 'n betekenisvolle afname in spesiediversiteit en digtheid van Gastropoda, te wyte aan klimatologiese verwarming, in die Saõnerivier in Frankryk waarneembaar was.

Die deeglik gedokumenteerde geografiese verspreiding van verskeie *Burnupia* spesies in die databasis van die NVWSV kan as 'n uitstekende verwysingsraamwerk vir 'n ondersoek na die bewaringstatus van hierdie genus van die Ancyliidae in Suid-Afrika dien. Die bevinding dat hul veral in standhoudende spruite en riviere en op klipperige substrate aangetref word, sal opvolgondersoeke kan vergemaklik deurdat op sulke habitats gekonsentreer kan word. 'n Vergelyking van die resultate van sulke opnames met die gedokumenteerde geografiese verspreiding van alle varswater Mollusca in die databasis van die NVWSV behoort ook 'n sinvolle bydrae te kan lewer om die gebrekkige kennis wat tans oor die bewaringstatus en spesiediversiteit van die inheemse varswater Mollusca van Suid-Afrika bestaan, aan te vul.

BEDANKINGS

Ons opregte dank en waardering word hiermee betuig aan prof. H.S. Steyn van die Statistiese Konsultasiediens en prof. D.A. de Waal van die Sentrum vir Bedryfswiskunde en Informatika van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus vir hulp met die prosessering en statistiese verwerking van die data. Finansiële steun en beskikbaarstelling van infrastruktuur deur die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus word ook met dank erken.

BIBLIOGRAFIE

1. Krauss, F. 1848. *Die südafrikanischen Mollusken. Ein Beitrag zur Kenntnis der Mollusken des Kap- und Natallandes und zur geographischen Verbreitung derselben, mit Beschreibung und Abbildung der neuen Arten.* Stuttgart.
2. Walker, B. 1923. *The Ancyliidae of South Africa.* London, privately published for the author.
3. Connolly, M. 1939. A monographic survey of the South African non-marine Mollusca. *Ann. S. Afr. Mus.*, 33: 1-660.
4. Oberholzer, G., Van Eeden, J.A. 1969. Studies on the morphology and histology of *Burnupia mooiensis* (Walker) (Mollusca, Basommatophora, Ancyliidae). *Wetenskaplike Bydraes van die PU vir CHO, Reeks B: Natuurwetenskappe*, 7: 1-69.
5. Herbert, D.G. 1998. Molluscan conservation in South Africa: diversity, issues and priorities. *J. Conchol. Special Publication* 2: 61-76.
6. Appleton, C.C. 2002. Mollusca. In De Moor, I.J. and Day, J.A. (eds) *Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa, Arachnida & Mollusca, Araneae, Water Mites & Mollusca.* WRC

Report No 182/02. Water Research Commission, Pretoria, South Africa.

7. De Kock, K.N., Wolmarans, C.T. 2005. Distribution and habitats of the *Bulinus africanus* species group, snail intermediate hosts of *Schistosoma haematobium* and *S. mattheei* in South Africa. *Water SA*, 31: 117-126.
8. De Kock, K.N., Wolmarans, C.T. 2005. Distribution and habitats of *Bulinus depressus* and possible role as intermediate host of economically important helminth parasites in South Africa. *Water SA*, 31: 491-496.
9. Cohen, J. 1977. *Power analysis for the behaviour sciences*, revised edition. Academic Press, Orlando.
10. Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., Stone, C.J. 1984. *Classification and Regression Trees*. Chapman and Hall.
11. Potts, W.J.E. 1999. *Decision Tree Modeling Course Notes*. SAS Institute Inc., Cary, USA.
12. Brown, D.S. 1994. *Freshwater snails of Africa and their medical importance*, revised 2nd ed. London: Taylor & Francis.
13. Davies-Coleman, H.D., Palmer, C.G. 2004. The use of a freshwater mollusc, *Burnupia stenochorias* (Ancyliidae) as an ecotoxicological indicator in whole effluent toxicity testing. *Proceedings of the 2004 Water Institute of Southern Africa (WISA) Biennial Conference*: 309-315.
14. Korniushev, A.V. 2000. Review of the family Spheeridae (Mollusca: Bivalvia) of Australia, with the description of four new species. *Rec. Austr. Mus.*, 52: 41-102.
15. Pourang, N. 1996. Heavy metal concentrations in superficial sediments and benthic macroinvertebrates from Anzali wetland, Iran. *Hydrobiologia*, 331: 53-61.
16. Carell, B., Forberg, S., Grundelius, E., Henrikson, L., Johnels, A., Lindh, U., Mutvel, H., Olsson, M., Svårdström, K., Westermark, T. 1987. Can mussel shells reveal environmental history. *Ambio*, 16: 2-10.
17. De Kock, K.N., Wolmarans, C.T., Du Preez, L.H. 2002. Freshwater mollusc diversity in the Kruger National Park: a comparison between a period of prolonged drought and a period of exceptionally high rainfall. *Koedoe*, 45: 1-11.
18. Wolmarans, C.T., De Kock, K.N. 2006. The current status of freshwater molluscs in the Kruger National Park. *Koedoe*, 49: 39-44.
19. Oberholzer, G., Van Eeden, J.A. 1967. The freshwater molluscs of the Kruger National Park. *Koedoe*, 10: 1-42.
20. Mouthon, J., Daufresne, M. 2006. Effects of the 2003 heatwave and climatic warming on mollusc communities of the Saône: a large lowland river and two of its main tributaries (France). *Global Change Biol.*, 12:441-449.

