

**TAKSONOMIESE ASPEKTE VAN DIE GENUS *BELLAMYA*
JOUSSEAUME 1886 IN OOSTELIKE SUID-AFRIKA**

P.H. Joubert

*Slaknavorsingseenheid van die SAMNR,
Departement Dierkunde,
Potchefstroomse Universiteit vir CHO,
POTCHEFSTROOM*

**Verhandeling voorgelê ter gedeeltelike nakoming van die vereistes
vir die graad Magister Scientiae aan die Potchefstroomse Universi-
teit vir Christelike Hoër Onderwys**

Leier: Dr. G. Oberholzer

**Potchefstroom
Desember 1977**

Vir my ouers.

INHOUDSOPGAWE

1	Inleiding	1
2	Materiaal	7
3	Metodes	11
3.1	Narkotisering en preservering	11
3.2	Skulp	11
3.3	Uitwendige morfologie	24
3.4	Spysverteringstelsel	24
3.5	Geslagstelsel	31
4	Resultate	33
4.1	Skulp	33
4.1.1	Skulpafmetings	33
4.1.2	Variasie m.b.t. eienskappe soos kleur, dikte, geskouerdheid, groeiringe, kolumella, umbilikus, kallus en skulp=turering.	48
4.1.3	Operkulum	64
4.1.4	Simulering van skulpvorme	69
4.2	Uitwendige morfologie	73
4.3	Spysverteringstelsel	77
4.3.1	Anatomiese kenmerke	77
4.3.2	Radula	77
4.3.2.1	Tandafmetings	77
4.3.2.2	Tandvorm	89
4.4	Geslagstelsel	98
4.4.1	Getalverhoudings tussen die geslagte	98

4.4.2	Manlike geslagstelsel	100
4.4.3	Vroulike geslagstelsel	102
4.4.4	Embrio's	105
5	Gevolgtrekkings	123
6	Opsomming	127
7	Bedankings	133
8	Literatuur	135

1 INLEIDING

Die genus *Bellamyia* is in 1886 deur Jousseume finaal geskei van die oorspronklike genus *Viviparus* soos beskryf deur Denys de Montfort in 1810. Eersgenoemde genusnaam word tans gebruik vir al die Afrika-verteenwoordigers, terwyl *Viviparus* gereserveer word vir die Europese en Noord-Amerikaanse spesies.

Verteenwoordigers van die genus *Bellamyia* geniet 'n wye verspreiding in Afrika en word aangetref vanaf Egipte in die noorde tot Natal in die suide (Fig. 1).

Alhoewel daar heelwat vordering gemaak is met die taksonomie van die spesies van *Bellamyia* in noordelike en sentraal Afrika deur die bydraes van outeurs soos Pilsbry & Bequaert (1927), Haas (1936), Rohrbach (1937), Wright (1963), Brown (1965) en Mandahl-Barth (1954 en 1968) is daar, sedert die werk van Connolly (1939) geen noemenswaardige poging aangewend om ook die verteenwoordigers van hierdie genus in suidelike Afrika te hersien nie.

Dat so 'n werk nodig is, is duidelik want Connolly (1939) spreek twyfel uit oor die geldigheid van die vier spesies van *Bellamyia* naamlik *B. sambesienensis* (Sturany), *B. capillata* (Frauenfeld), *B. leopardvillensis* (Putzeys) en *B. passargei* (Von Martens) wat vanuit suidelike Afrika gerapporteer is

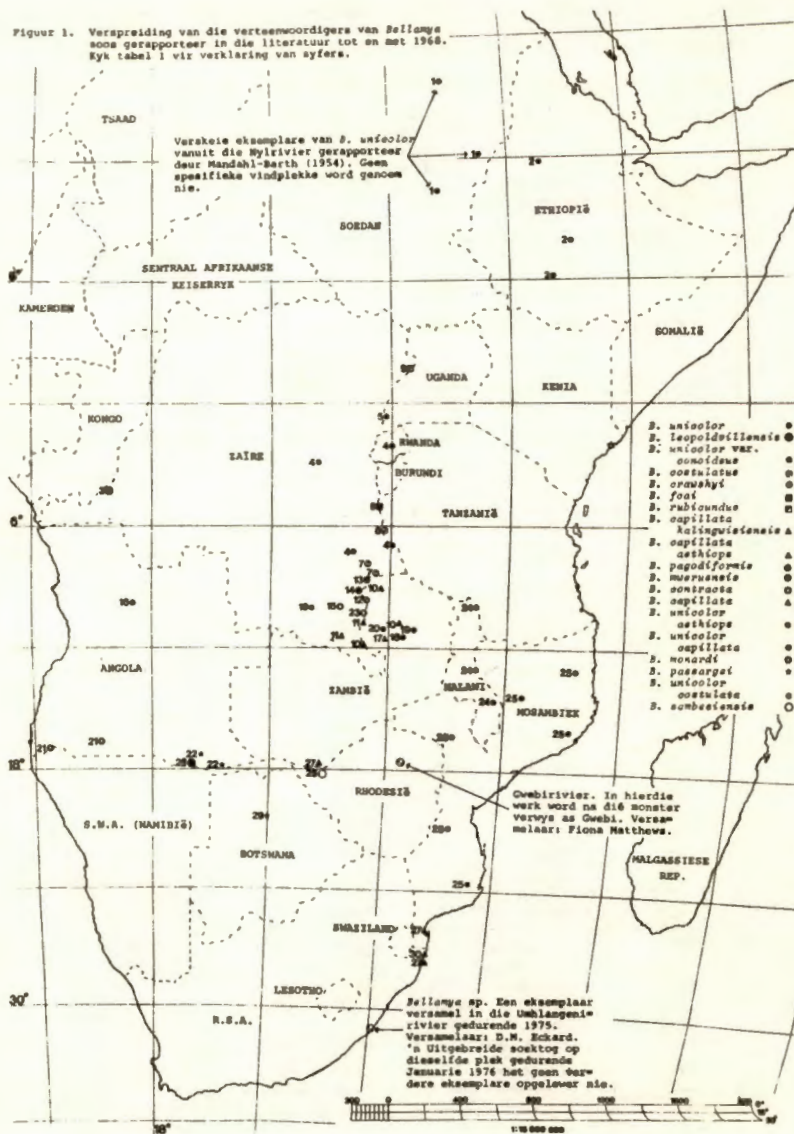
en maak gewag van die feit dat *B. capillata* vanuit KwaZulu (Sibayameer), Rhodesië (naby Victoriawater= val) en Mosambiek ooreenstemming vertoon met *B. unicolor* (Olivier) vanuit die Nyl. Ook Brown (1967) identifiseer *Bellamyia* vanuit Sibayameer en Tetepan (KwaZulu) as *B. capillata*, maar meld dat hulle heelwaarskynlik sinoniem met *B. unicolor* van= uit Egipte is. Verder is dit so dat Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) van mening is dat eksemplare vanuit sommige panne in die Pongolari= vier *B. capillata* mag wees, maar dat hulle ook grootliks ooreenstem met monsters vanuit noordelike Tanzanië wat hy (Mandahl-Barth), as intermediër tussen *B. unicolor* en *B. capillata* beskou. Aan die anderkant spreek Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) twyfel uit oor die moontlikheid dat monsters vanuit Sibayameer *B. capillata* kan wees want hulle ligte kleur, gelykmatige koniese spiraal, donker apeks en gegolfde spiraalskulpture= ring maak hulle anders as die baie monsters van *B. capillata* wat hy vanuit Rhodesië, Zambië, Tan= zanië en Zaïre ondersoek het.

Die onbevredigende beskrywings van die spesies van= uit suidelike Afrika word nog verder gekompliseer deur die omstandigheid dat *B. unicolor* en *B. capil= lata* so naverwant mag wees dat monsters in baie gevalle moeilik van mekaar geskei (WGO, 1973) en in ander gevalle selfs as intermediër geklassifi= seer word (Mandahl-Barth, persoonlike mededeling, 1977).

Met die hersiening van die verteenwoordigers van die genus *Bellamyia* in suidelike Afrika sou die ideaal ongetwyfeld wees om monsters vanuit die tieplokaliteite van *B. sambesiensis* en *B. passargei* te ondersoek ten einde eers 'n meer betroubare beeld van hierdie "spesies" te vorm. Dit, vanweë besondere omstandighede, was nie moontlik nie en moes daar noodwendig gebruik gemaak word van vyf bevolkingsmonsters wat nog uit toeganklike gebiede in KwaZulu en Rhodesië versamel kon word.

Hierdie ondersoek moet daarom gesien word as 'n poging om 'n aantal monsters uit Suid-Afrika te toets aan die nuutste beskikbare menings omtrent hierdie genus om daarmee 'n meer betroubare basis te skep vir verdere werk wat uiteindelik mag lei tot 'n behoorlike hersiening van die verteenwoordigers van hierdie genus in suidelike Afrika.

Figuur 1. Verspreiding van die verteswoordigers van *Bellamyia* soos gerapporteer in die literatuur tot en met 1968. Kyk tabel 1 vir verklaring van syfers.



Tabel 1

Opsomming van die verspreiding van *Bellamyia* soos in die beskikbare literatuur tot en met 1968 gerapporteer

Nr. op fig. 1 aangedui	Vindplek	Spesie	Outeur
1	Soedan	<i>B. unicolor</i>	Mandahl-Barth (1954)
2	Ethiopië	<i>B. unicolor</i>	Brown (1965)
3	Zaire	<i>B. leopoldvillensis</i>	Pilsbry & Bequaert (1927)
4	Zaire en Rwanda	<i>B. unicolor</i>	
5	Zaire	<i>B. unicolor</i> var. <i>connoideus</i>	
6	Zaire	<i>B. costulatus</i>	
7	Zaire	<i>B. crawshyi</i>	
8	Zaire	<i>B. foai</i>	
9	Zaire	<i>B. rubicundus</i>	
10	Zaire en Zambië	<i>B. capillata kalingensis</i>	Mandahl-Barth (1968)
11	Zaire	<i>B. capillata aethiops</i>	
12	Zaire	<i>B. crawshyi</i>	
13	Zaire	<i>B. pagodiformis</i>	
14	Zaire	<i>B. mueruensis</i>	
15	Zaire	<i>B. contracta</i>	
16	Angola	<i>B. unicolor</i>	Wright (1963)
17	Zambië	<i>B. capillata</i>	Rohrbach (1937)
18	Zambië	<i>B. unicolor</i>	
19	Zambië en Zaire	<i>B. unicolor aethiops</i>	Haas (1936)
20	Zambië	<i>B. unicolor capillata</i>	
21	Angola	<i>B. monardi</i>	
22	Angola	<i>B. passargei</i>	
23	Zaire	<i>B. contractus</i>	
24	Malawi	<i>B. unicolor</i>	Crowley, Pain & Woodward (1964)
25	Mosambiek	<i>B. unicolor costulata</i>	Fraga de Azevedo (1961)
26	Rhodesië	<i>B. sambesiensis</i>	Connolly (1939)
27	Rhodesië, Mosambiek, KwaZulu	<i>B. capillata</i>	
28	Ovamboland	<i>B. leopoldvillensis</i>	
29	Botswana	<i>B. passargei</i>	
30	KwaZulu	<i>B. capillata</i>	Brown (1967)

2 MATERIAAL

Materiaal vir hierdie studie is vanuit die volgende lokaliteite versamel (Fig. 2).

a) Sibayameer ($27^{\circ}21'S.B.$, $32^{\circ}43'O.L.$):

Veertig eksemplare versamel langs die noordoostelike oewer gedurende Junie 1966. Versamelaars: Oberholzer & Brown.

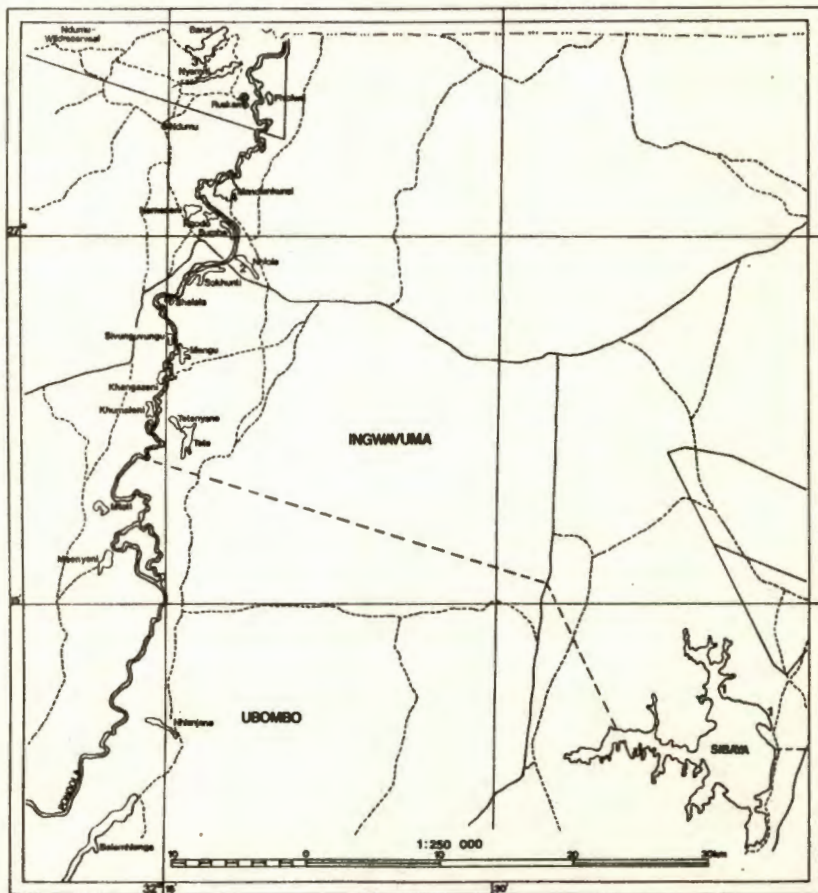
Hierdie meer word beskryf as 'n geslote estuariene watermassa wat ongeveer 3 000 tot 6 000 jaar gelede van die see geskei is (Bruton, 1975).

b) Nhlolepan ($27^{\circ}1'S.B.$, $32^{\circ}18'O.L.$): Honderd agt en veertig skulpe op die sand van die westelike oewer gedurende Junie 1975. Versamelaars: Jennings & Joubert.

Hierdie pan, soos talle ander panne van die Pongolarivier is vroeër gevoed deur vloedwater maar is tans afhanklik van reën en watertoevoeging vanuit die J.G. Strijdomdam by Jozini. Die periodieke daling en styging in die watervlak van die pan maak dit moontlik om die skulpe met gemak te versamel.

c) Nhlolepan: Vyftig lewende slakke versamel in die water op dieselfde plek soos in (b) hierbo genoem. Versamelaars: Jennings & Joubert. Die

Figuur 2. Vindplekke van die *Bellonyx*-eksemplare wat in hierdie ondersoek gebruik is.
 1 = Sibaya; 2 = Nholo 1 & 2; 3 = Bansi 1 & 2;
 4 = Mandlankunzi



slakke is gevind by dieptes wat gewissel het tussen 20 en 130 cm.

d) Banzipan (26°53'S.B., 32°16'O.L.): Agt en dertig skulpe op die sand van die suidelike oewer gedurende Junie 1975. Versamelaars: Jennings & Joubert.

Beide Banzi en Nyamiti wat die twee mees noordelike panne in die Makatinivlakte is, is geleë in die Ndumu-Wildreservaat ongeveer 70 km noord van Jozini.

e) Banzipan: Een en twintig lewende slakke versamel in die water op dieselfde plek soos in (d) hierbo genoem. Versamelaars: Jennings & Joubert.

Die slakke is versamel in vlak water waarvan die diepte gewissel het tussen 20 en 50 cm en soos in die meeste ander panne van die Pongolarivier het die substratum uit modder en verrotte organiese materiaal bestaan.

f) Mandlankunzipan (26°58'S.B., 32°18'O.L.): Vierhonderd en dertig lewende eksemplare versamel langs die oostelike oewer gedurende September 1976. Versamelaars: De Kock & Joubert.

Die vindplek was gedurende die versameling bykans oortrek met *Potamogeton crispus* en slakke is in die vlakwater onder dié netwerk van waterplante uitgeskep.

g) Gwebirivier ($17^{\circ}35'S.B.$, $30^{\circ}37'O.L.$): Drie en dertig gepreserveerde slakke vanuit hierdie rivier naby Nyabiri, ongeveer 40 km noordwes van Salisbury (Fig. 1). Versamelaar: Fiona Matthews.

In die teks word na monsters a, b, c, d, e, f en g respektiewelik verwys as Sibaya, Nhlole 1, Nhlole 2, Banzi 1, Banzi 2, Mandlankunzi en Gwebi.

3 METODES

3.1 Narkotisering en preservering

Versamelde slakke is sorgvuldig in klam watte verpak, na die laboratorium vervoer, genarkotiseer, gefikseer en gepreserveer volgens die metode van Van Eeden (1958). Narkotisering van die prosobranchslakke mag soms probleme oplewer omdat die slakke reageer op die chemiese stimulus van die narkotiseermiddel in die water deur hul operkulum te sluit en sodoende nie met die menthol-chloraalhidraatverbinding in aanraking kom nie. Hierdie probleem kan gedeeltelik vermy word deur aanvanklik baie min van die narkotiseermiddel (drie tot vier druppels per 500 ml water per tien slakke) by te voeg en die konsentrasie daarna geleidelik te verhoog totdat die verlangde effek verkry word.

3.2 Skulp

Die onbetroubaarheid van die skulp as taksonomiese kenmerk is in die verlede al baie beklemtoon (Schutte & Van Eeden, 1959; Fraga de Azevedo, 1961; Hamilton-Attwell & Van Eeden, 1969; Van Aardt & Van Eeden, 1969; Jennings, 1972; WGO, 1973). Nogtans kan die waarde van die algemene skulpvorm nie buite rekening gelaat word nie (Stiglingh, 1960; Pretorius & Van Eeden, 1969), aangesien die skulp tog sekere eienskappe vertoon waarvolgens verskillende genera en dikwels ook spesies van

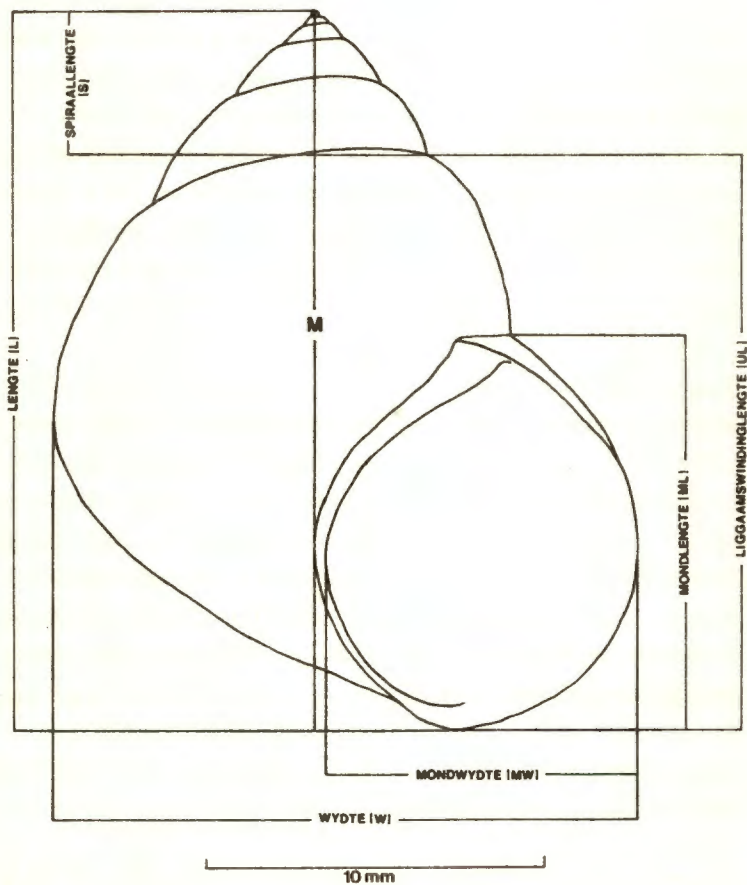
dieselfde genus van mekaar onderskei kan word. Derhalwe was dit van belang dat aandag aan hierdie aspek van die skulp gegee moes word.

Nadat die sagte materiaal verwyder is, is die skulpe skoongemaak en genommer volgens die metode van Oberholzer (1970). In die geval van *Bellamyia* was dit nie nodig om die skulpe in oksaalsuur te doop nie, aangesien alle vullis geredelik met behulp van 'n ou sagte tandeborsel verwyder kon word. Skulpe vanuit al die lokaliteite is vervolgens geteken en konstruksielyne om die lengte (L), wydte (W), mondlengte (ML) en mondwydte (MW) te meet, is gekonstrueer soos in die werk van Oberholzer (1970) (Fig. 3).

Omdat dit wou voorkom asof die slankheid van die skulp en die vorm van die mondopening taksonomies belangrike eienskappe mag wees en daar reeds soortgelyke, vergelykbare gegewens vir *B. capillata* en *B. unicolor* bestaan, is die waardes van die volgende verhoudings van liniêre afmetings bereken: Lengte van die skulp/wydte van die skulp (L/W) en mondlengte/mondwydte (ML/MW). Die waarde van eersgenoemde verhouding gee 'n aanduiding van die slankheid van die skulp, terwyl die waarde van laasgenoemde verhouding die algemene vorm van die mondopening weerspieël.

Die windinggetal by enige skulpplengte gee 'n duidelike aanduiding van die mate waartoe opeenvolgende

Figuur 3. Konstruksielyste wat op skulptekeninge gemaak is ten einde die verskillende dele van die skulp te meet (volgens Oberholzer, 1970). Alle lyne op die figuur is of reghoekig of parallel aan M gekonstrueer



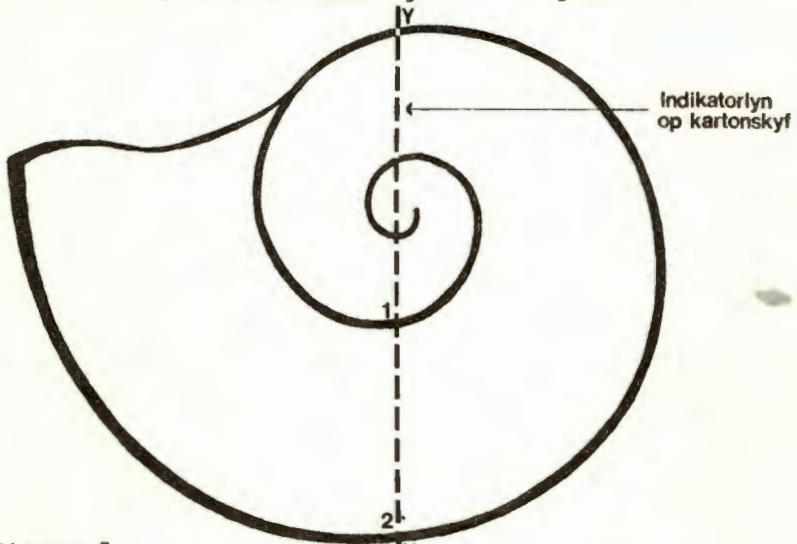
windinge mekaar omvat en mag taksonomiese waarde hê. Om hierdie rede is die getal windinge van alle skulpe getel, maar is daar gebruik gemaak van 'n metode wat verskil van dié van Mandahl-Barth (1958), Oberholzer (1970) en Jennings (1972) (Fig. 4 en 5).

In die geval soos hier gebruik, is dit slegs die indikatorlyn op die kartonskyf, wat die beginpunt aandui, wat verskuif word vanaf posisie $Y-Y_1$ (Fig. 4) na $X-X_1$ (Fig. 5). Om een volledige winding te voltooi moet 'n bepaalde punt of groeivlak deur 360° beweeg. Soos aangedui in figuur 4 (d.w.s die metode van Mandahl-Barth (1958), Oberholzer (1970) en Jennings (1972)), beweeg die groeivlak vanaf die beginpunt tot by die posisie waar die eerste winding getel word slegs deur ongeveer 270° , en word daar gevolglik alleen maar 'n $\frac{3}{4}$ winding getel. Vanaf die punt waar die eerste winding getel word, tot by dié waar die tweede winding eindig, beweeg die groeivlak wel deur 360° en het die telling dus hier korrek geskied. Dieselfde geld vir die tel van verdere windinge. Die lesing wat volgens hierdie metode verkry word, is gevolglik 'n $\frac{3}{4}$ winding te veel.

Word daar verder na figuur 5 met die indikatorlyn in die $X-X_1$ posisie gekyk, kan dit duidelik waargeneem word dat die groeivlak vanaf die beginpunt tot waar die eerste winding afgelees word deur 360° beweeg het. Die daaropvolgende windinge word op

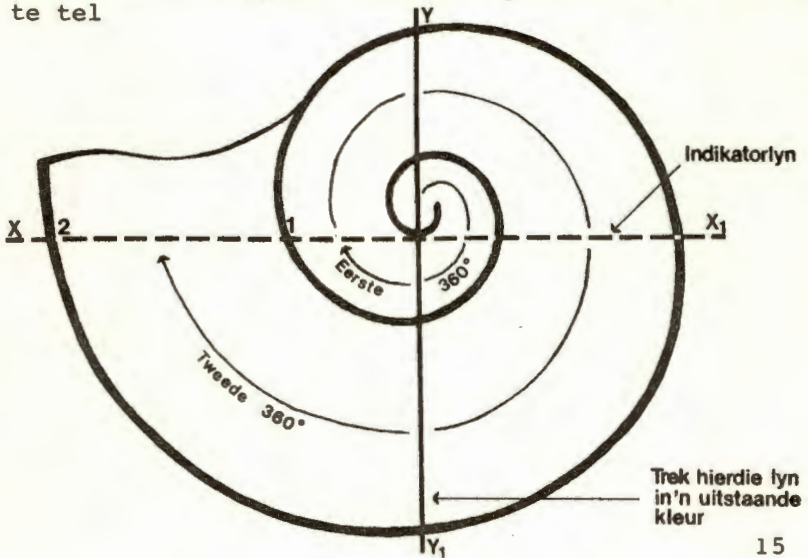
Figuur 4.

Metode waarvolgens windinge deur Mandahl-Barth (1958), Oberholzer (1970) en Jennings (1972) getel is



Figuur 5.

Metode wat in hierdie ondersoek gebruik is om windinge te tel



dieselfde wyse getel.

'n Voordeel verbonde aan die metode soos deur Mandahl-Barth (1958), Oberholzer (1970) en Jennings (1972) beskryf, lê daarin dat dit aanvanklik baie makliker is om die indikatorlyn in die $Y-Y_1$ as die $X-X_1$ posisie te plaas en sodoende by herhaling meer betroubare tellings te verkry. Om hierdie tekortkoming in die hier voorgestelde metode te oorbrug, word aanbeveel dat die lyn op die karton=skyf wat die indikatorlyn (wanneer in die $X-X_1$ posisie) reghoekig sny, in 'n helder uitstaande kleur getrek word. Hierdie lyn word dan in die $Y-Y_1$ posisie geplaas, terwyl die getal windinge op die indikatorlyn in die $X-X_1$ posisie afgelees word (Fig. 5). Gevolglik kan die telling nou by herhaling net so betroubaar geskied as in die geval van die metode voorgestel deur Mandahl-Barth (1958), Oberholzer (1970) en Jennings (1972).

Rohrbach (1937) het sy honderd en sewe ondersoekte eksemplare van *B. capillata* op grond van skulpture=ring, skulpkleur, algemene vorm van die skulp en veral die vorm van die mondopening in ses verskillende groepe ingedeel. Soortgelyke variasie van skulpkenmerke is deur Jousseau (1886), Weatherley (1898), Franz (1928a), Dautert (1929) en Haas (1936) by verskillende spesies van *Bellamyia* waargenem en daarom is skulpeienskappe soos kleur, skulpturering, vorm van die kolumella, umbilikus en kallus ondersoek volgens die metode voorgestel

deur Oberholzer (1970).

Rohrbach (1937) rapporteer vyf tot sewe groeiringe by skulpe van *B. capillata* en een tot twee groeiringe by *B. unicolor*. Derhalwe is die getal groeiringe op die liggaamswindinge van alle skulpe getel.

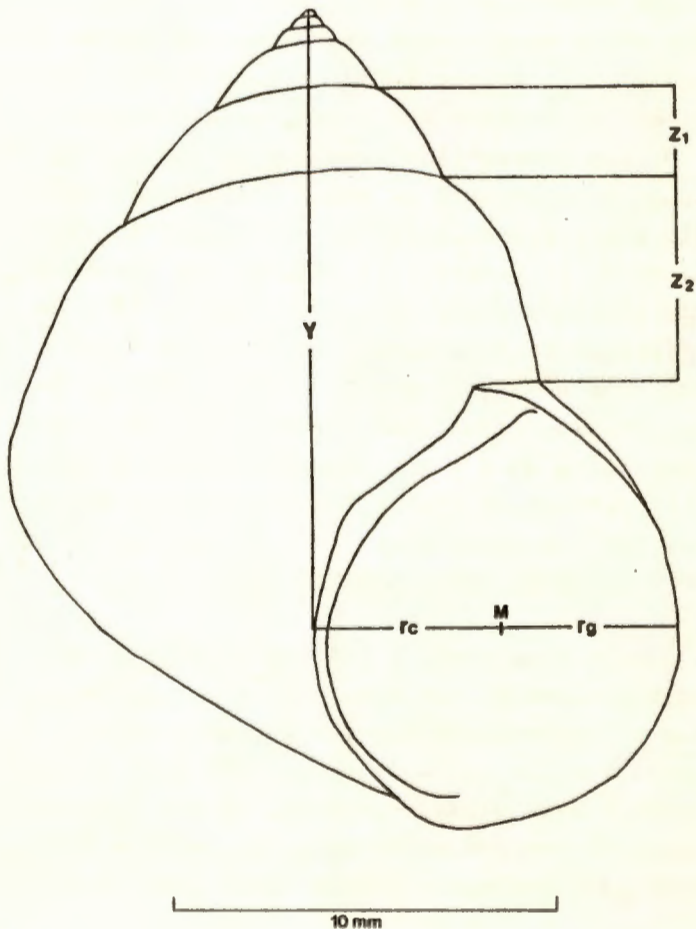
Rohrbach (1937) maak ook melding van sterk gevormde skouers by sommige van sy groepindelings van *B. capillata*, terwyl *B. unicolor* daarenteen, geen skouervorming toon nie. Soos blyk uit die beskrywing van Brown (1965) is skouers by klein sowel as groot eksemplare van *B. unicolor* skaars sigbaar, terwyl Wright (1963) beweer dat skouers by dieselfde spesie redelik goed ontwikkel is en daarom is hierdie eienskap ook ondersoek.

Alhoewel dit wou voorkom asof die morfologie van die operkulum geen taksonomiese waarde mag hê nie, is 'n aantal nogtans ondersoek. Sommige van hierdie operkulums is in Epon 812 hars ingebed vir die maak van sagitaalmikrotoomsnitte.

Teenswoordig word daar al meer gebruik gemaak van wiskundige modelle in morfologiese ondersoeke van skulpe. Hierdie metode is inderwaarheid niks anders as 'n nabootsing van die skulpvorm in terme van syfers nie en word sekere vergelykings gebruik om 'n aantal gemeenskaplike, geometriese eienskappe te beskryf. Die hoofdoel waarna in enige

Figuur 6.

Konstruksielyne wat op skulptekeninge gemaak is ten einde die verskillende dele van die skulp te meet vir doeleindes van skulp simulering. Alle lyne is of reghoekig of parallel aan Y gekonstrueer



skulpnabootsing gestreef word, is om die genetiese kode wat deur die slak gebruik word vir skulpvorming te simuleer (Raup, 1966).

Vir simulering deur die analoogrekenaar is skulpe eerstens geteken volgens die metode beskryf deur Oberholzer (1970), en konstruksielyste om die verskillende afmetings te maak, aangebring (Fig. 6). Sou die skulp beskou word as verteenwoordigend van 'n stelsel silindriese koördinate, sal die Y-as in dié figuur ooreenstem met die wentelas van die skulp. Die aanvanklike plasing van die Y-as moet gevolglik so noukeurig as moontlik geskied. Om hierdie doel te bereik is 'n paar skulpe in kunshars ingebed en daarna versigtig op die lengte-as van die skulp deurgesaag. Deur hierdie modelle as voorbeelde te gebruik kon die Y-as op skulptekeninge baie noukeurig geplaas word. Terselfder tyd is afmetings vanaf die kunsharsmodelle gemaak vir nabootsing deur die rekenaar. Hierdie aanvanklike simulering het as toets vir die voortreflikheid van die rekenaarprogram, asook die voorgestelde wiskundige model gedien.

Die volgende stap was die plasing van die geometriese middelpunte (kyk fig. 6 punt M) op die mondopening en kernwinding van die skulptekening. In die geval van die *Bellamy*-eksemplare waar die mondopening byna sirkelvormig is, is dit redelik eenvoudig en kan die middelpunt met 'n bietjie oefening baie noukeurig geskat word. By skulp=

forme waar die mondopening baie slanker of wyer is, sal die aanvanklike plasing van die middelpunt noodwendig moeiliker wees. Die skatting van die geometriese middelpunt op die protokonk lewer geen probleme nie.

Die logaritmiese spiraal wat dien as basis vir hierdie skulpnabootsing is die model voorgestel deur Raup & Michelson (1965) en Raup (1966). Hierdie model is relatief eenvoudig en vereis slegs 'n paar basiese afmetings. Raup & Michelson (1965) het vier parameters wat die algemene skulpvorm beskryf, voorgestel. Hierdie parameters is die volgende:

$$\text{Wentelasposisie } (D = r_c - r_g / r_c + r_g)$$

Hierdie term word gedefinieer as die afstand tussen die wentelas (Y-as) en die kegel wat die profiel van die skulp beskryf. Hoe groter die waarde van D, hoe verder beweeg die kegel vanaf die wentelas en omgekeerd. Toenemende waardes sal gevolglik ook wyer oop umbilikusse verteenwoordig.

$$\text{Translasiekoers } (T = Y/r_c)$$

Translasiekoers kan beskryf word as die koers waarteen die kegel rondom die wentelas beweeg en afsak. 'n T-waarde van 0 sal byvoorbeeld by die subfamilie Planorbinae aangetref word, terwyl 'n toenemende waarde van die verhouding 'n langer uitgerekte spi-

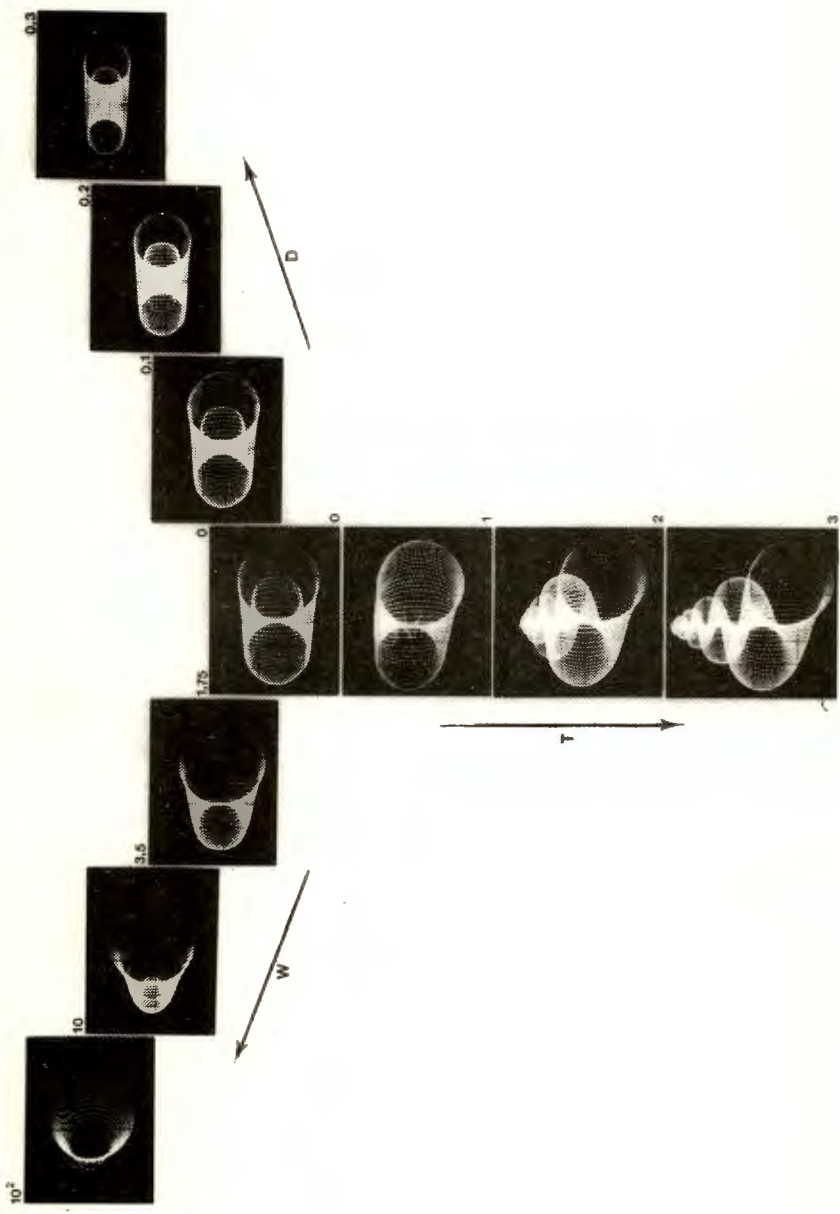
raal en gevolglik 'n slanker skulp weerspieël. 'n Kenmerk wat gepaard gaan met die verandering van T is die graad van oorvleueling tussen opeenvolgende windinge. 'n Verhoogde T-waarde verteenwoordig byvoorbeeld min oorvleueling en omgekeerd. In gevalle waar die oorvleueling groot is (soos by Planorbinae), gebruik die slak 'n groot gedeelte van die buitenste oppervlak van die voorafgaande winding, om die nuwe winding te voltooi.

Uitsettingkoers ($W = Z_1/Z_2$)

Hierdie term kan gedefinieer word as die koers waarteen die deursnee van die konus per winding toeneem. 'n Verhoogde uitsettingkoers ($W = 10^3$) het 'n baie vinnig groterwordende kegel soos in die geval van die Pelecypoda tot gevolg. Die grootte van die mondopening neem dus vinnig toe, terwyl die umbo relatief klein is.

Kegelvorm (S)

Die vorm van die kegel is naastenby en in sommige gevalle gelyk aan die vorm van die mondopening. Dit sou dus moeilik wees om die vorm wiskundig te beskryf en in hierdie opsig is daar nog ruimte vir verbetering van die tegniek. In die ondersoek is van 'n sirkelvormige kegelvorm gebruik gemaak, maar 'n eenvoudige geometriese figuur soos 'n ellips kan net so maklik nageboots word (Raup, 1966). Dit sou egter raadsaam wees om saam met die nage=



bootste skulpvorm 'n tekening wat die vorm van die mondompening beskryf, aan te bied. Sou 'n beskrywing in terme van statistieke verlang word, kan daar gebruik gemaak word van die afmetingsverhouding mondlengte/mondwydte (ML/MW), soos voorheen beskryf.

Deur gebruik te maak van die waardes van die wentelasposisie (D), translasiemoers (T) en uitsettingmoers (W) is plaat 1 saamgestel. Alhoewel die waardes van D, T en W arbitrêr gekies is, beeld hierdie spektrum van skulpvorme die moontlike morfologiese variasie van die skulp binne die klasse Gastropoda en Pelecypoda uit (vergelyk Raup, 1966, fig. 2). 'n Verhoging in translasiemoers (T = 0 tot T = 3) sal skulpe van die orde Pulmonata (subfamilie Planorbinae uitgesluit), asook die orde Prosobranchia verteenwoordig. In teenstelling hiermee sal 'n hoër uitsettingmoers ($W = 10^2$ en hoër), gepaardgaande met verlaagde D- en T-waardes, die slakke van die klas Pelecypoda insluit. Laastens kan waargeneem word hoe 'n verandering in wentelasposisie (D) die vorm van die skulp beïnvloed, en gevolglik die slakke van die subfamilie Planorbinae uitbeeld.

Na aanleiding van bogenoemde beskrywing is daar uit elk van die sewe monsters tien skulpe gebruik vir die neem van afmetings. Vir elk van die sewe groepe, asook vir die sewentig skulpe in totaal is die gemiddelde waarde en standaardafwyking vir D,

T en W bepaal. Hierdie gemiddelde waardes van die verskillende afmetingsverhoudings is in sekere vergelykings vervang wat op hul beurt deur die analoogrekenaar verwerk is. Foto's van elk van die nagebootste skulpvorme is vanaf die gekoppelde ossiloskoop geneem vir onderlinge vergelyking.

3.3 Uitwendige morfologie

Alhoewel Rohrbach (1937) 'n redelike beskrywing van die uitwendige kenmerke van *B. unicolor* en *B. capillata* vanuit Zambië gee, is die uitwendige morfologie van geen spesie suid van die Zambesierivier beskikbaar nie en om hierdie rede is deeglike aandag aan hierdie aspek van die monsters vanuit KwaZulu en Rhodesië gegee.

3.4 Spysverteringstelsel

Nêrens in die literatuur kon enige volledige beskrywing van die spysverteringstelsel van 'n Afrika-spesie opgespoor word nie en daarom is die stelsel dan ook volledig ondersoek en beskryf.

Daar bestaan heelwat meningsverskille met betrekking tot die betroubaarheid van morfologiese aspekte van radulatande om tussen spesies van dieselfde genus te onderskei. Rohrbach (1937) kom byvoorbeeld tot die gevolgtrekking dat die radulae van *B. capillata*, *B. unicolor* en *B. aethiops* (Reeve) ten opsigte van die bou van die tande, in alle op-

sigte ooreenstem. Klein variasies in die getal en vorm van die konusse kan volgens Krull (1935) en Rohrbach (1937) nie as kriterium gebruik word om tussen laasgenoemde spesies te diskrimineer nie, aangesien soortgelyke verskille soms op 'n enkele radula waargeneem kan word. Daarteenoor toon 'n vergelyking tussen die resultate van Fraga de Azevedo (1961), Wright (1963), Brown (1965) en Mandahl-Barth (1968) dat merkbare verskille, veral ten opsigte van die bou van die mediaantande by verskillende spesies wel bestaan en kan hierdie aspek in 'n taksonomiese ondersoek gevolglik nie geïgnoreer word nie.

Volgens alle beskikbare inligting bestaan daar geen bruikbare biometriese resultate betreffende die radula van die genus *Bellamyia* in Afrika nie. Mandahl-Barth (1968) maak wel onderskeid tussen die radulae van *B. capillata kalingwisiensis* (Smith), *B. crawshyi* (Smith), *B. pagodiformis* (Smith) en *B. mweruensis* (Smith) maar doen dit slegs op grond van die algemene vorm van die konusse op die mediaantande. Geen afmetings word in hierdie verband verstrek nie en maak die resultate sodoende onvergelykbaar met dié van die huidige ondersoek. Brown (1965) maak wel melding van die mesokonusse van mediaantande by *B. unicolor* wat wyer is as wat hulle lank is, maar die nodige afmetings ontbreek weereens.

Gevolgtlik is drie en tagtig radulae van slakke uit die vyf bevolkingsgroepe, waarvan die skulplengtes varieer tussen 20 en 24 millimeter, geprepareer volgens die aanbevelings van Van Eeden *et al.*, (1962). Bepaalde probleme is egter ondervind tydens die uitstryk van die radula op die voorwerp=glasie. Die sykante van die radula krul na bo en binne sodat dit bykans onmoontlik is om al die tande in die transversaalrye waar te neem, en dien=oreenkomstig moes die metode van Van Eeden *et al.*, (1962) aangepas word. Die beste resultate is verkry deur die radula, nadat dit in 'n 5% KOH-oplossing gekook en in gedistilleerde water gespoel is, in 'n versadigde oplossing van pikriensuur te laat vir minstens vier en twintig uur. Die radula is dan oor die algemeen sagter en meer manipuleerbaar, terwyl die suur terselfdertyd as 'n kleurstof dien en aan die tande 'n kenmerkende geel kleur verleen. Nadat die radula uit die suur verwyder is, word dit weereens gespoel in gedistilleerde water voordat die membrane verwyder word.

Die bevinding van Oberholzer *et al.*, (1970) dat jonger ontwikkelende tande donkerblou kleur met Mallory se kleurstof, is ook geldig vir die resultate wat met pikriensuur verkry is. Hier kon duidelik gesien word dat die jonger tande 'n donkerder geel kleur as die oueres het. In baie gevalle het die tande vanaf ongeveer die vyf en tagtigste transversaalrye 'n bruin kleur en het hierdie ouer tande tydens die kleurproses 'n geelbruin kleur aangeneem.

Vyftig van die aanvanklik drie en tagtig radulae wat geprepareer is, is geselekteer vir gedetailleerde kwantitatiewe en kwalitatiewe ontledings. Omdat die resultate van Fraga de Azevedo (1961), Wright (1963), Brown (1965) en Mandahl-Barth (1968) almal betrekking het op die grootte en vorm van die mediaantande, die mesokonusse van hierdie tande, asook die getal kleiner konusse aan weerskante van die mesokonusse, is daar besluit om hoofsaaklik hierdie eienskappe te ondersoek. Tydens die voorbereiding van die radulae is daar tot die gevolgtreking gekom dat die moeilik uitstrykbaarheid van hierdie struktuur die moontlike oorsaak mag wees waarom daar in die verlede slegs aandag aan die mediaantande gegee is, aangesien hierdie die enigste lengtery is wat herhaaldelik met sukses blootgelê kan word. Selfs nadat die radula in pikrien-suur geweek is, is dit nie altyd moontlik om alle lateraal- en marginaaltande duidelik waar te neem nie.

Tydens 'n vergelyking van die verskillende mediaantande op 'n aantal radulae, wil dit voorkom asof die tande reeds vanaf ongeveer die vyftiende transversaalry volledig ontwikkel is. Hierdie waarneming stem ooreen met dié van Van Cleave & McDavid Richey (1936) by *Viviparus contectoides* (Binney) en *V. intertextus* (Say) vanuit Amerika. Vanaf ongeveer die tagtigste transversaalry is waargeneem dat tande reeds aan merkbare slytasie onderwerp is en gevolglik is daar besluit om die tande tussen

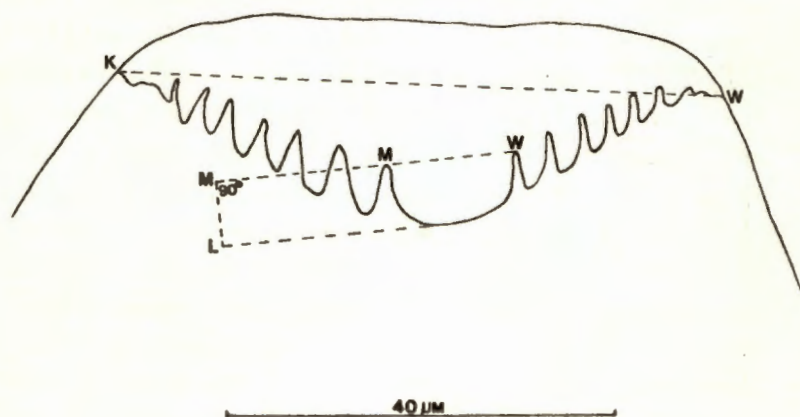
transversaalry veertig en vyftig, wat ongeveer in die middel van die radula geleë is, te gebruik vir die ondersoek. In enkele gevalle kon die transversaalrye nie met sekerheid bepaal word nie, aangesien die eerste paar tande by die basis van die radula tydens preparering verlore geraak het. Nogtans kan daar met sekerheid gesê word dat die tande wat vir hierdie ondersoek gebruik is tussen transversaalry veertig en sestig geleë is.

Tekeninge van hierdie geselekteerde tande is met behulp van 'n Zeiss GFL standaardmikroskoop, toegerus met 'n tekenbuis, gemaak. Om die verskillende aspekte van die tande te meet is konstruksielyste op die tekeninge aangebring soos in figuur 7 uiteengesit en die waardes van die kroonwydte (KW), mesokonuswydte (MW) en mesokonuslengte (ML) is bepaal. Aangesien die bopunte van die tande in 'n mindere of meerdere mate na bo mag omkrul, sou die waarde van die kroonlengte baie onbetroubaar wees en is daar dienooreenkomstig besluit om hierdie tanddimensie buite rekening te laat. Afmetings is vanaf tekeninge gemaak met behulp van 'n mikrometer.

Soos voorgestel deur Oberholzer (1970) is die vorm van die mesokonusse in een van drie tipes ingedeel. Hier moes egter weer 'n aantal basiese vorms geselekteer word (Fig. 8), aangesien die mesokonusvorm aansienlik verskil van dié soos beskryf vir *Bulinus*-spesies. Die ondersoekte mesokonusse is derhalwe geklassifiseer as afgeplat, intermediêr of rond

Figuur 7.




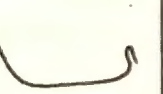
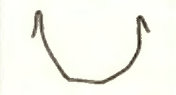
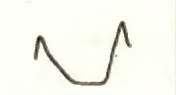






Konstruksielyne wat op tekeninge van mediaantande gemaak is ten einde die verskillende dele daarvan te meet



KW = Kroonwyde
MW = Mesokonuswydte
ML = Mesokonuslengte

Figuur 8.

Geselekteerde vorme waarvolgens die mesokonusse van slakke vanuit die verskillende lokaliteite geklassifiseer is

A <u>10 μm</u> 	A 	A 	A 
SIBAYA RADULA 10 TRANSVERSAALRY 48	SIBAYA 5 56	NHLOLE 2 10 40	MANDLANKUNZI 2 56
I <u>10 μm</u> 	I 	I 	I 
BANZI 2 5 53	NHLOLE 2 6 47	GWEBI 3 41	BANZI 2 9 57
R <u>10 μm</u> 	R 	R 	R 
MANDLANKUNZI 10 53	MANDLANKUNZI 8 51	NHLOLE 2 1 55	NHLOLE 2 7 40

A = Afgeplat
I = Intermediër
R = Rond

(Fig. 8). Tekeninge is ook van die eerste en tweede lateraal- en marginaaltande van slakke uit die verskillende lokaliteite gemaak, om die algemene bou en vorm van die konusse te illustreer.

Moeilik waarneembare eienskappe soos die getal konusse aan weerskante van die mesokonusse van mediantande, asook die teenwoordigheid van kleiner dentikels is met behulp van die skandeerelektronmikroskoop (SEM) ondersoek.

3.5 Geslagstelsel

Rohrbach (1937) gee gedetailleerde beskrywings van die manlike en vroulike geslagstelsels van *B. capillata* en *B. unicolor* en Fraga de Azevedo (1961) gee 'n kort opsomming van beide geslagte van *B. unicolor costulata* (Von Martens). Dit wil egter voorkom asof beide hierdie outeurs se interpretasie van die identiteit van sommige strukture van die vroulike geslagstelsel nie altyd korrek was nie en daarom is hierdie stelsels ook volledig in die huidige ondersoek beskryf.

Omrede daar geen manlike eksemplare in die materiaal wat vir hierdie ondersoek versamel was, gevind kon word nie, is drie *Bellamyia*-mannetjies vanuit die Kwandorivier in Okavango ondersoek en die manlike geslagstelsel aan die hand van hierdie drie eksemplare beskryf.

Volgens Rohrbach (1937), WGO (1973 en 1977) en Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) wil dit blyk asof die rangskikking van die embryo's en die uterus, getal embryo's teenwoordig, die skulp=lengte en spiraal van die embryo's taksonomies van belang mag wees. Derhalwe is embryo's vanuit alle dragtige wyfies verwyder om laasgenoemde kenmerke te ondersoek. Ten einde 'n redelik betroubare beeld van die grootte van die embryo's te kry is die lengtes van die vier grootste embryo's vanuit 'n aantal wyfies bepaal. Vir hierdie doel is tien wyfies, waarvan die skulpplengte tussen 20 en 30 mm gevarieer het, vanuit elke bevolkingsmonster geselekteer.

4 RESULTATE

4.1 Skulp

Variasie m.b.t. getal windinge

Die frekwensieverspreiding van skulplengte (L) en monstergemiddelde waardes vir die getal windinge word weergegee in figuur 9 en tabel 2.

Alhoewel die intrabevolkingsvariasie met betrekking tot die getal windinge groot is (Fig. 10 en Tab. 2), is daar 'n baie groot ooreenkoms tussen die monsters vanuit die verskillende lokaliteite wat hierdie eienskap betref (Fig. 10h) en bestaan daar geen rede om enige van hierdie monsters van die ander te skei nie. Die omstandigheid dat Mandlankunzi en Banzi 2 oënskynlik verskil van die res van die monsters en die getal windinge by Banzi 2 selfs neig om af te neem met toename in skulplengte (L) is maklik te verklaar. Die skulpe van hierdie monsters is sodanig beskadig dat dit die noukeurige tel van windinge bykans onmoontlik gemaak het.

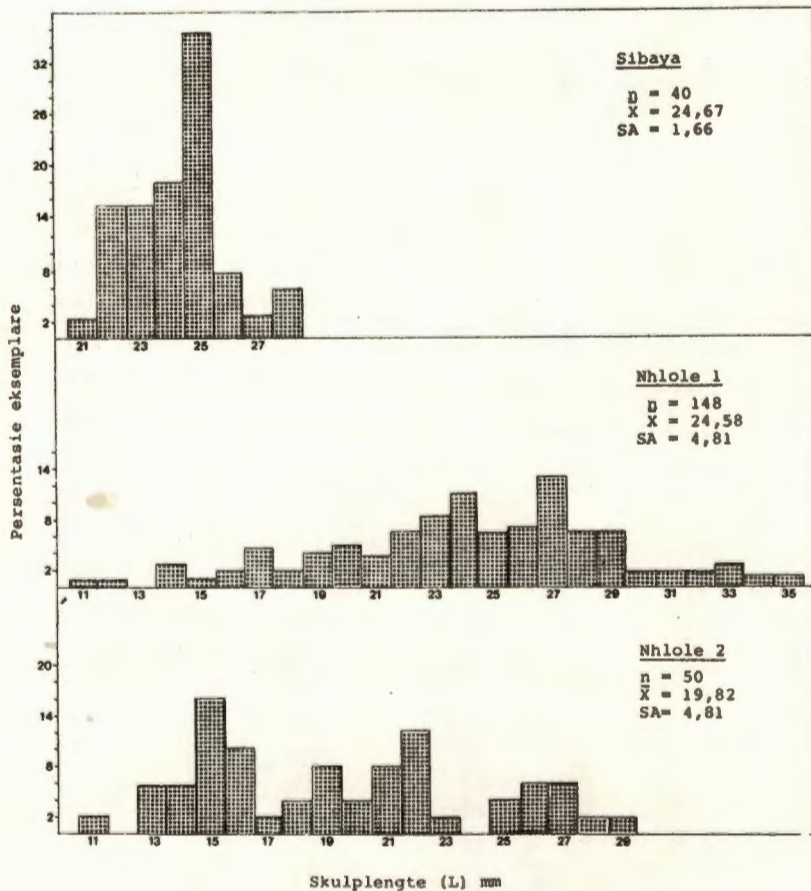
4.1.1 Skulpafmetings

Slankheid van die skulp (L/W)

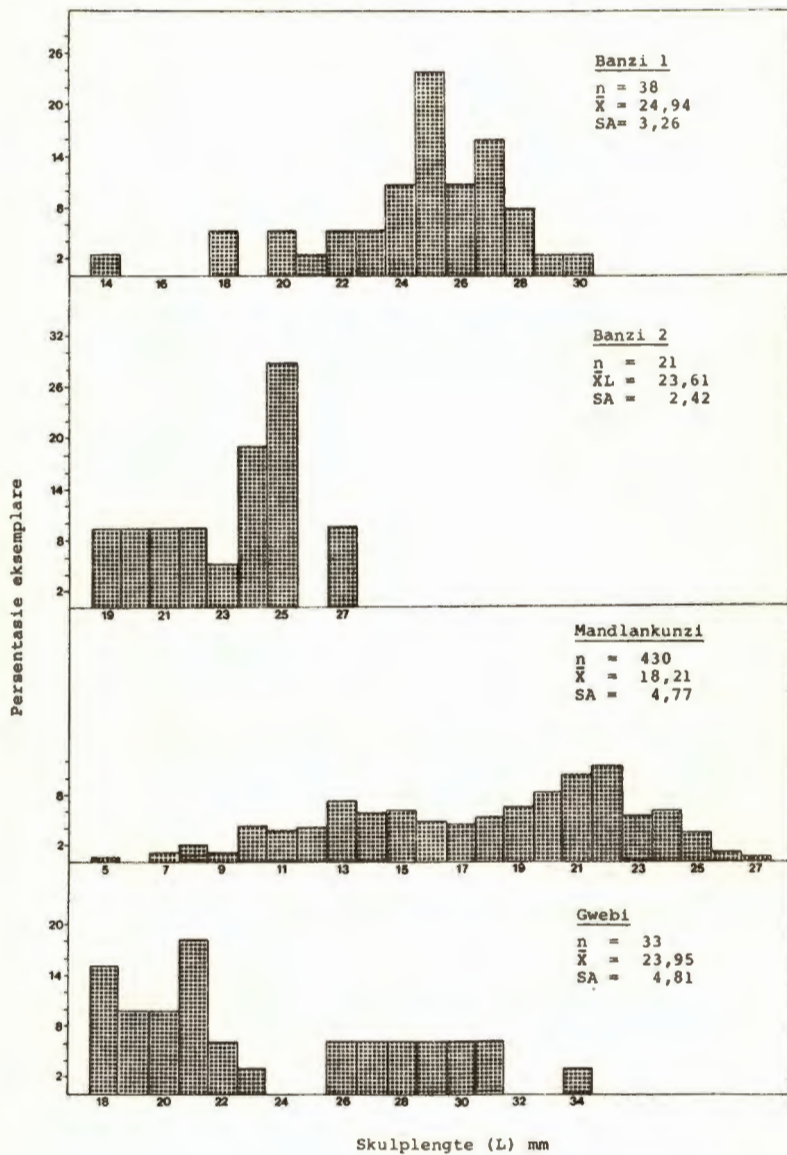
Rohrbach (1937) gebruik die waarde van hierdie verhouding as een van die hoofkenmerke wat *B. unicolor* van *B. capillata* skei en stel dit duidelik dat

Figuur 9. Skulpengte: Frekwensieverspreiding van *Bellamya*-eksemplare met dieselfde skulpengte (L). Klasinterval = 1 mm

n = Getal eksemplare
 \bar{X} = Gemiddeld van monster
 SA = Standaardafwyking



Figuur 9. (Vervolg)



Tabel 2

Windinggetal (nW): Monstergemiddelde waardes en verwante gegewens

Monster	n	\bar{X}_{nW}	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	40	6,52	0,19	24,67	1,66
Nhlole 1	148	6,38	0,40	24,58	4,81
Nhlole 2	50	5,94	0,44	19,82	4,81
Banzi 1	38	6,38	0,29	24,94	3,26
Banzi 2	21	5,46	0,29	23,61	2,42
Mandlankunzi	430	4,83	0,40	18,23	4,77
Gwebi	33	5,88	0,42	23,95	4,81

n = getal skulpe ondersoek

\bar{X} = gemiddeld van monster

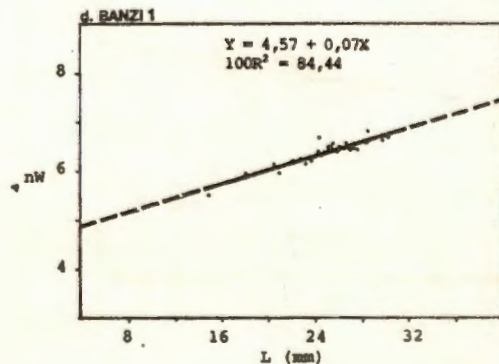
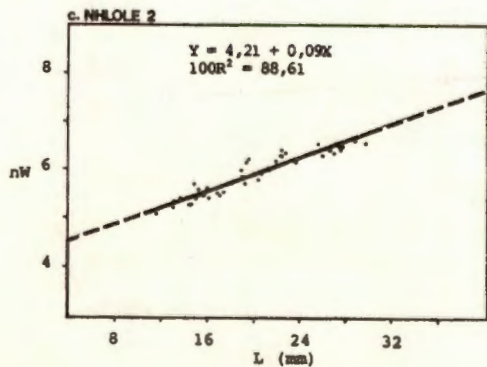
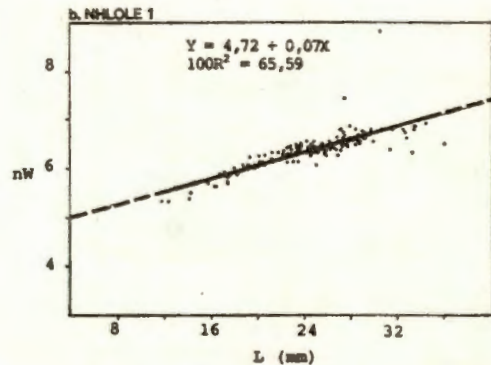
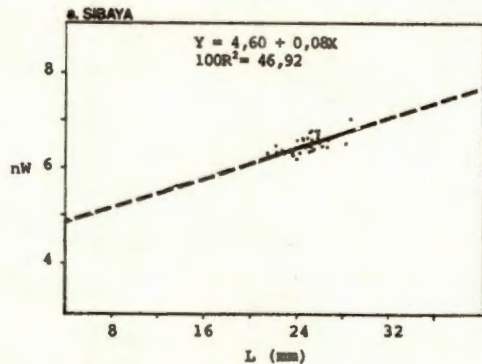
SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

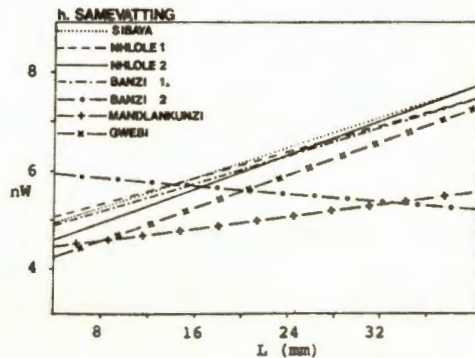
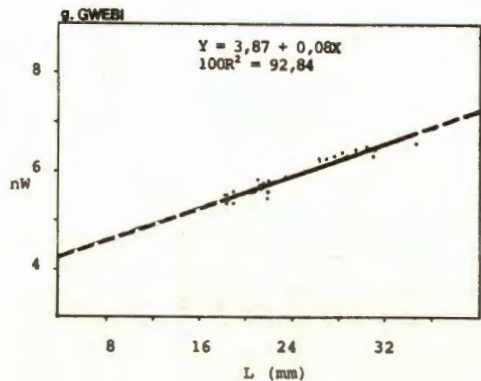
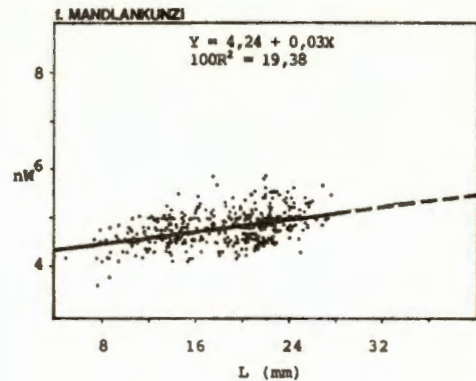
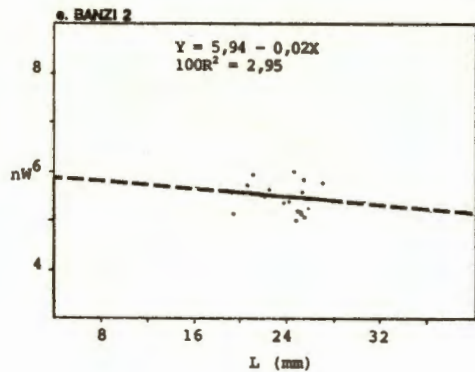
laasgenoemde spesie 'n slanker, asook oor die alge= meen langer skulp as eersgenoemde besit. Die ge= middelde L/W-waardes wat die outeur vir sy redelik homogene versamelings van *B. unicolor* en *B. capil= lata* gee, is 1,26 en 1,37 respektiewelik. In teenstelling hiermee verstrekk Brown (1965) L/W= waardes van 1,3 (L = 21,5 mm) tot 1,42 (L = 27,7 mm) vir twee skulpe van *B. unicolor*, waarvan laas= genoemde waarde in elk geval aansienlik hoër is as enige van die 110 waardes wat deur Rohrbach (1937) vir dieselfde spesie gegee word. Dit wil dus voorkom asof die ooglopende variasie tussen *B. ca= pillata* en *B. unicolor* met betrekking tot die slankheid van die skulp, soos deur Rohrbach (1937) daargestel, miskien nie so beduidend is as wat hierdie outeur wil voorgee nie.

Daarteenoor is daar ooreenkoms tussen die resultate van Fraga de Azevedo (1961) en Wright (1963) met dié van Rohrbach (1937) en rapporteer eersgenoemde twee outeurs L/W-waardes van 1,2 en 1,25 vir *B. unicolor costulata* ($\bar{X}L$ van 48 eksemplare = 13,8 mm) en *B. unicolor* (L = 17,5 mm) onderskeidelik. Van die ander spesies in suidelike Afrika wat deur Connolly (1939) beskryf is, is die L/W-waardes be= reken vanuit die gegewe skulplengtes en -wydtes en die verkreeë waardes vir *B. sambesiensis* (L = 27,4 mm) is 1,37, *B. capillata* (L = 22,3 mm) 1,38, *B. leopoldvillensis* (L = 35,0 mm) 1,38 en *B. passar= gei* (L = 32,0 mm) 1,45.

Figuur 10. Die verband tussen skulplengte (L) en die getal windinge (nW). Figuur 10h. Samevatting van die gegewens soos weergegee in figuur 10a tot g



Figuur 10. (Vervolg)



Uit figuur 11 is dit duidelik dat die slankheid van die skulp ook in die geval van *Bellamyia* mag toeneem met toename in skulplengte soos beskryf is vir baie ander slakspesies (Lang, 1908; Haniel, 1921; Zimmermann, 1925; Franz, 1928a en 1932; Stiglingh, 1960 en Oberholzer, 1970). Uit hierdie figuur en ook tabel 3 is dit verder duidelik dat die waardes van die verhouding lengte van die skulp/wydte van die skulp tussen lede van dieselfde bevolkingsmonster minder varieer as die getal windinge soos elders beskryf. Word die verskillende bevolkingsmonsters met mekaar ten opsigte van hierdie eienskap vergelyk (Fig. 11h), is dit ook opvallend dat daar weinig verskille tussen hulle bestaan en kan dit vir alle praktiese doeleindes aanvaar word dat hierdie monsters nie op grond van die slankheid van die skulp van mekaar geskei kan word nie.

Vorm van die mondopening (ML/MW)

Van al die kwantitatief ondersoekte kenmerke varieer die gemiddelde waardes van hierdie verhouding die minste (Tab. 4). Met inagneming van die wye omvang van skulplengtes by vindplekke soos Nhlole 1 en Mandlankunzi, is die intrabevolkingsvariasie met betrekking tot die ML/MW-verhouding besonder klein aangesien die standaardafwykings by hierdie twee lokaliteite slegs varieer tussen 0,04 en 0,06 (Tab. 4).

Tabel 3

Slankheid van die skulp (L/W): Monstergemiddelde waardes en verwante gegewens

Monster	n	$\bar{X}_{L/W}$	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	40	1,32	0,04	24,67	1,66
Nhlole 1	148	1,27	0,06	24,58	4,81
Nhlole 2	50	1,22	0,06	19,82	4,81
Banzi 1	38	1,29	0,06	24,94	3,26
Banzi 2	21	1,27	0,05	23,61	2,42
Mandlankunzi	430	1,25	0,09	18,23	4,77
Gwebi	33	1,29	0,07	23,95	4,81

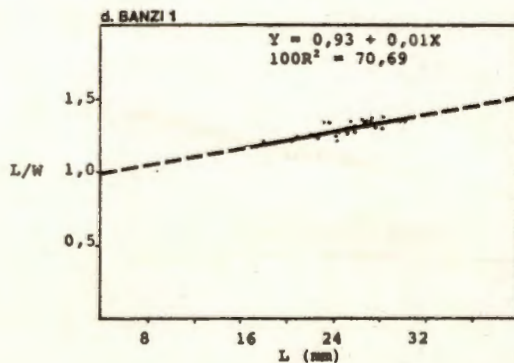
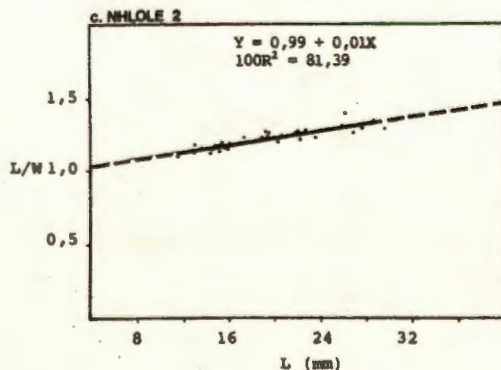
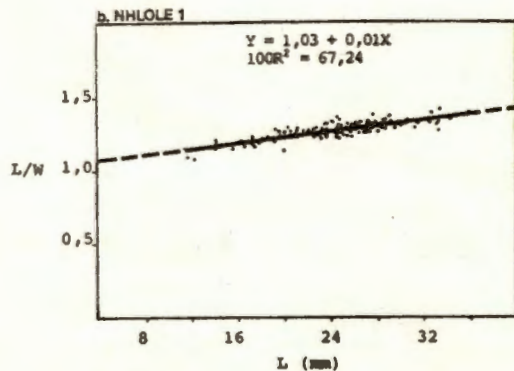
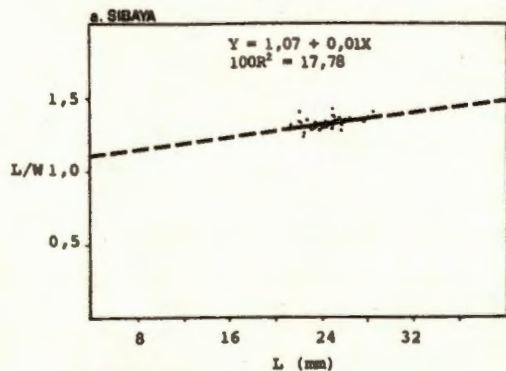
n = getal skulpe ondersoek

\bar{X} = gemiddeld van monster

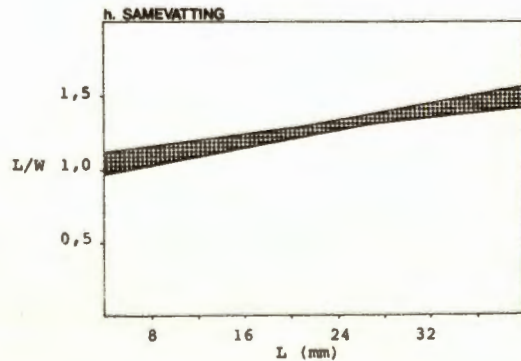
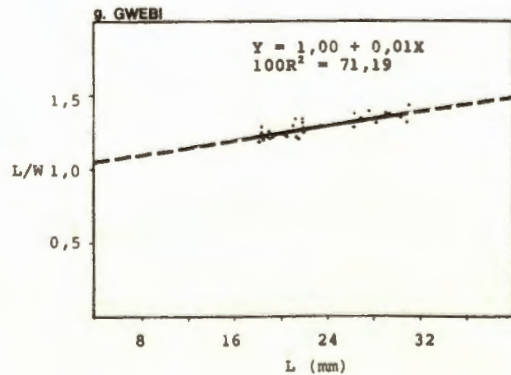
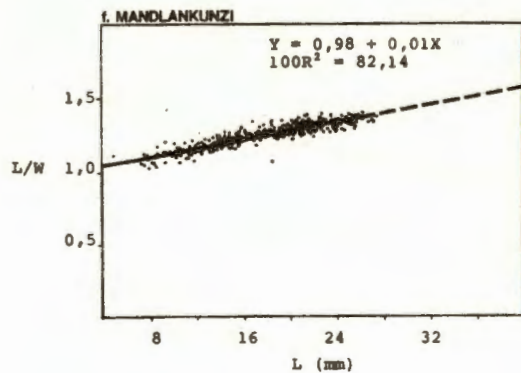
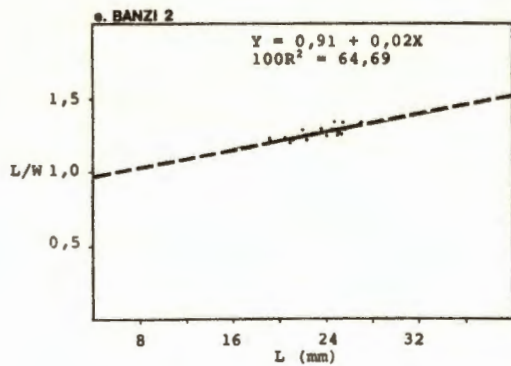
SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Figuur 11. Die verband tussen skulplengte (L) en die slankheid van die skulp (L/W). Figuur 11h. Samevatting van die gegewens soos weergegee in figuur 11a tot g



Figuur 11. (Vervolg)



Volgens die syfers wat deur 'n paar outeurs in die literatuur weergegee is, is die ML/MW-waardes bereken en kom dit voor asof daar nie groot verskille ten opsigte van hierdie eienskap by verskillende *Bellamyia*-spesies bestaan nie. Die berekende waardes vir *B. capillata*, *B. leopoldvillensis* en *B. sambesiensis* uit die werk van Connolly (1939), kom byvoorbeeld almal op 1,3 te staan, terwyl waardes van 1,1 vir *B. unicolor* (Wright, 1963), 1,2 vir *B. unicolor costulata* (Fraga de Azevedo, 1961) en 1,3 vir *B. unicolor* (Crowley, Pain & Woodward, 1964) verkry is. Dus, ten spyte van die klein variasie tussen lede van dieselfde monster (kyk standaardafwykings tab. 4), wil dit voorkom asof die ML/MW-verhouding van min waarde kan wees by die uitkenning van spesies.

Die verband tussen skulplengte (L) en die vorm van die mondopening (ML/MW) (Fig. 12), toon duidelik dat die mondopening feitlik geensins neig om slanker te word met toename in skulplengte nie. In die geval van Nhlole 1, Nhlole 2 en Mandlankunzi is daar selfs 'n aanduiding dat die mondopening neig om effe ronder te word met toename in skulplengte.

Slankheid van die skulp (L/W) en vorm van die mondopening (ML/MW) by slakke van beperkte skulplengte-omvang

Selfs al word slegs skulpe met naastenby dieselfde lengte (L = 20 tot 24 mm) uit die verskillende be-

Tabel 4

Vorm van die mondopening (ML/MW): Monstergemiddelde waardes en verwante gegewens

Monster	n	$\bar{X}_{ML/MW}$	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	40	1,25	0,05	24,67	1,66
Nhlole 1	148	1,30	0,04	24,58	4,81
Nhlole 2	50	1,29	0,04	19,82	4,81
Banzi 1	38	1,26	0,05	24,94	3,26
Banzi 2	21	1,28	0,04	23,61	2,42
Mandlankunzi	430	1,30	0,06	18,23	4,77
Gwebi	33	1,27	0,05	23,95	4,81

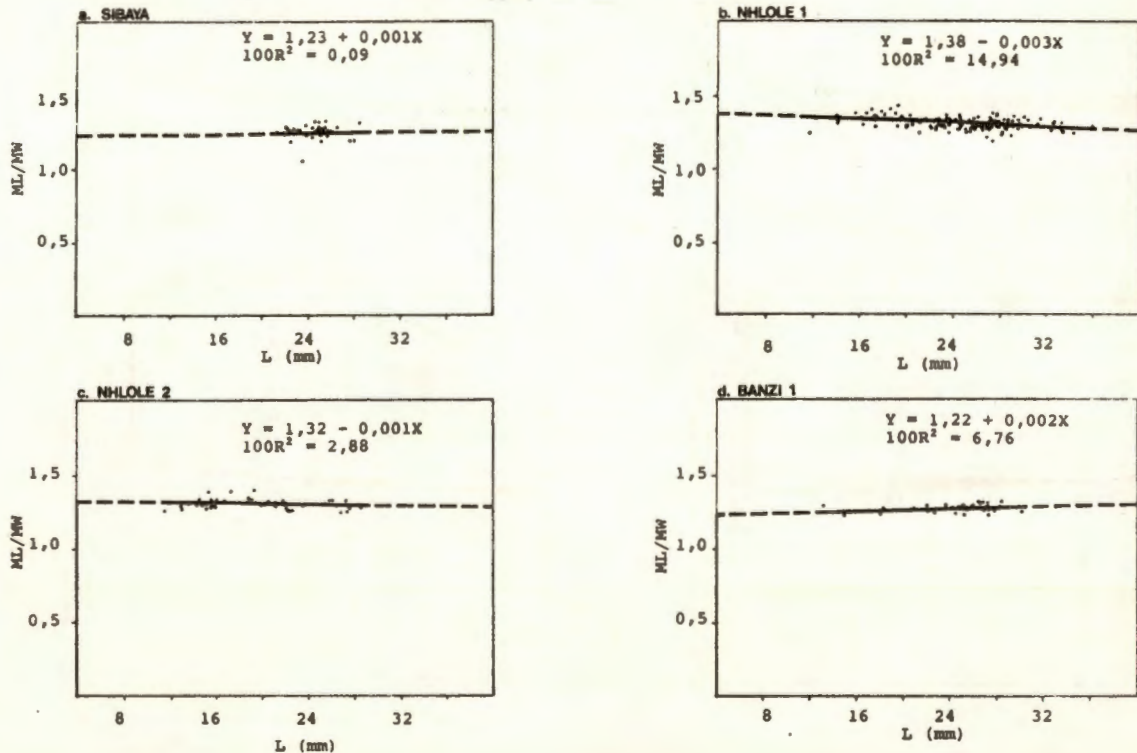
n = getal skulpe ondersoek

\bar{X} = gemiddeld van monster

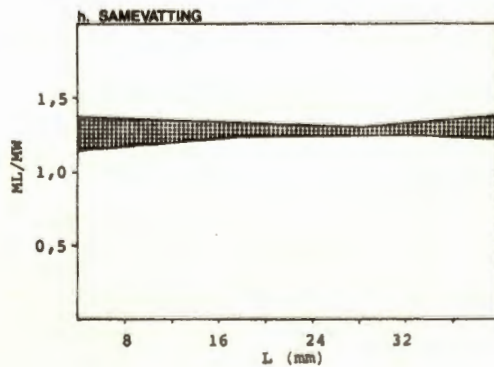
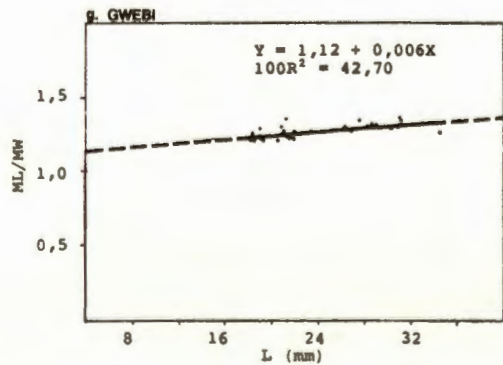
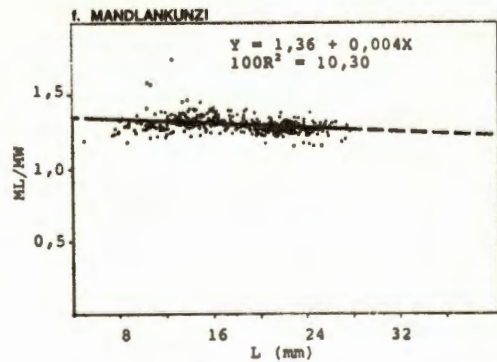
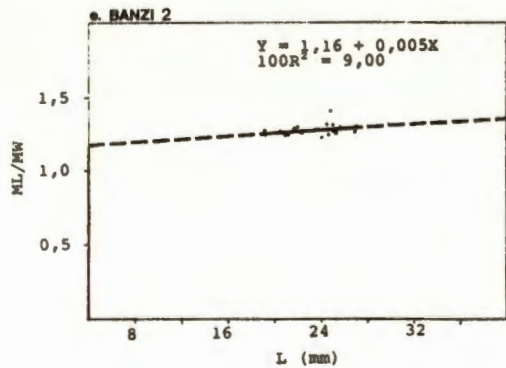
SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Figuur 12. Die verband tussen skulplengte (L) en die vorm van die mondopening (ML/MW). Figuur 12h. Samevatting van die gegewens soos weergegee in fig. a tot g



Figuur 12. (Vervolg)



volkingsmonsters met mekaar vergelyk (Tab. 5), is dit duidelik dat verskille met betrekking tot L/W en ML/MW nog minder opvallend is aangesien die verskil tussen die hoogste en laagste verkreeë waardes vir die slankheid van die skulp (L/W) tussen eksemplare vanuit dieselfde lokaliteit of tussen skulpe vanuit verskillende vindplekke nie 0,06 oorskry nie (kyk Sibaya of Mandlankunzi en Nhlole 2). Die vorm van die mondopening (ML/MW) varieer nog minder aangesien die grootste verskil tussen eksemplare van dieselfde monster en die gemiddelde waardes van verskillende bevolkingsmonsters nie 0,05 oorskry nie. Daar bestaan gevolglik geen regverdiging om enige van hierdie monsters van die ander op grond van hierdie kenmerke te skei nie.

4.1.2 Variasie met betrekking tot eienskappe soos kleur, dikte, geskouerdheid, groeiringe, kolumella, umbilikus, kallus en skulpturering

Skulpkleur

Volgens Rohrbach (1937) vertoon die kleur van die skulp ooreenkoms met dié van die habitatbodem. Dit wil blyk asof hierdie outeur reg het want eksemplare vanuit Sibayameer met sy skoon sandbodem het 'n kenmerkende ligte geelbruin kleur, terwyl skulpe vanuit die Pongolapanne met hul modderbodems en hoë organiese inhoud, 'n olyfgroen kleur het (Tab. 6).

Tabel 5

Slankheid van die skulp (L/W) en vorm van die mondopening (ML/MW) by skulpe van beperkte lengte-omvang (L = 20 tot 24 mm)

Monster	n	$\bar{X}_{L/W}$	SA	$\bar{X}_{ML/MW}$	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	20	1,30	0,04	1,25	0,06	23,41	1,09
Nhlole 1	49	1,26	0,04	1,30	0,03	22,94	1,52
Nhlole 2	13	1,24	0,02	1,28	0,03	21,90	0,91
Banzi 1	11	1,26	0,04	1,26	0,02	22,97	1,46
Banzi 2	11	1,26	0,05	1,28	0,05	22,80	1,65
Mandlankunzi	170	1,30	0,03	1,27	0,04	22,15	1,35
Gwebi	12	1,27	0,04	1,26	0,04	21,55	0,84

n = getal skulpe ondersoek

\bar{X} = gemiddeld van monster

SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Tabel 6

Die verband tussen die kleur van die skulp en die kleur van die substraat waarop die slakke voorkom

Monster	Kleur van substraat	Kleur van skulp
Sibaya	Geel	Geel
Nhlole	Byna olyfgroen	Olyfgroen
Banzi	Byna olyfgroen	Olyfgroen
Mandlankunzi	Byna olyfgroen	Olyfgroen
Gwebi	Onbekend	Donker olyfgroen

By die groter eksemplare vanuit die Gwebirivier is daar feitlik deurgaans verwerking van die periostrakum op al die windinge van die spiraal te bespeur en verleen dit aan daardie gedeelte van die skulp 'n ligte kleur. Dieselfde verskynsel kan in 'n mindere mate by die skulpe van Banzi en Mandlankunzi waargeneem word en Rohrbach (1937) postuleer dat dit die gevolg is van 'n hoë suurinhoud van die water wat met die dieperliggende kalklae van die skulp reageer. By die meeste groter skulpe wat in hierdie werk ondersoek is, word die mondopening omsom deur 'n blink bruinswart rand en alle aanduidings bestaan dat dit 'n groeiring in wording is.

Dikte van die skulp

In teenstelling met die bevindings van Franz (1928a) en Dautert (1929), dat in vinnig vloeiende water 'n dikker skulp as in staande water gevorm word, is daar geen sigbare verskil in dikte by skulpe vanuit die verskillende lokaliteite soos hier ondersoek, gevind nie. Soos in die geval van die Gwebi-eksemplare wat riviervorme is, is al die skulpe goed ontwikkel en nie maklik breekbaar nie. Dit moet egter in gedagte gehou word dat die slakke vanuit die panne en ook uit Sibayameer in 'n mindere of meerdere mate ook aan golfaksie blootgestel is en dit mag moontlik 'n verklaring bied vir die ooreenstemmende ontwikkeling in skulpdikte en stewigheid by die eksemplare vanuit die verskillende vindplekke, wat in hierdie werk ondersoek is.

Geskouerdheid

Soos in die geval van baie ander skulpkenmerke is die variasie met betrekking tot die graad van geskouerdheid ook groot. By skulpe vanuit Sibayameer is skouers soms redelik goed ontwikkel, maar die profiel van die winding direk laer af is plat in vergelyking met eksemplare vanuit die Pongolapanne en Gwebirivier waar hierdie kenmerk kan varieer vanaf gerond tot hoekig (Fig. 13).

Groeiringe

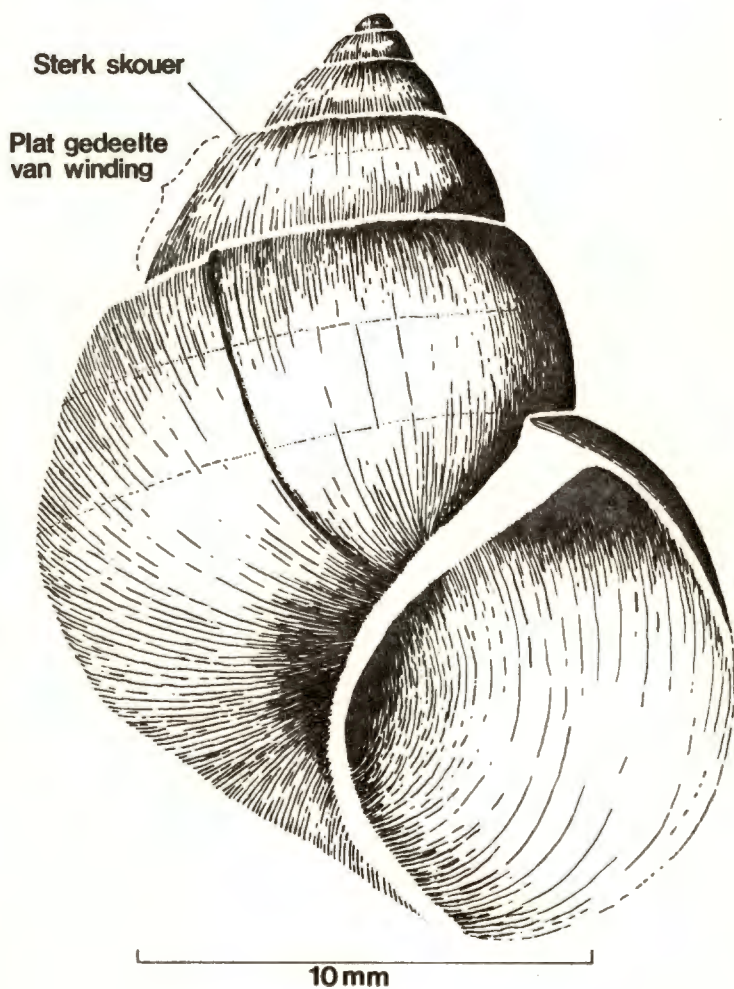
Van der Spoel (1958) wat na die voorkoms van groeiringe by die Europese *V. viviparus* (Linné) en *V. contectus* (Millet) verwys, kom tot die gevolgtrekking dat hierdie dwarsringe soos hy dit noem, op reëlmatige afstande van mekaar af voorkom. Hy gebruik die getal groeiringe op die skulp in kombinasie met die getal konsentriese ringe op die operkulum (kyk 4.1.3), om die ouderdom van die slakke te bepaal. Hy beweer verder dat daar met behulp van hierdie metode vasgestel is dat *V. viviparus* tot elf jaar oud kan word.

In teenstelling met die bevinding van Van der Spoel (1958) dat groeiringe by *V. viviparus* en *V. contectus* reëlmatig geplaas is, kom hierdie ringe by eksemplare wat in hierdie werk ondersoek is selde of ooit op reëlmatige afstande van mekaar af voor (Fig. 13). Verder is gevind dat groeiringe hoofsaaklik

Figuur 13.

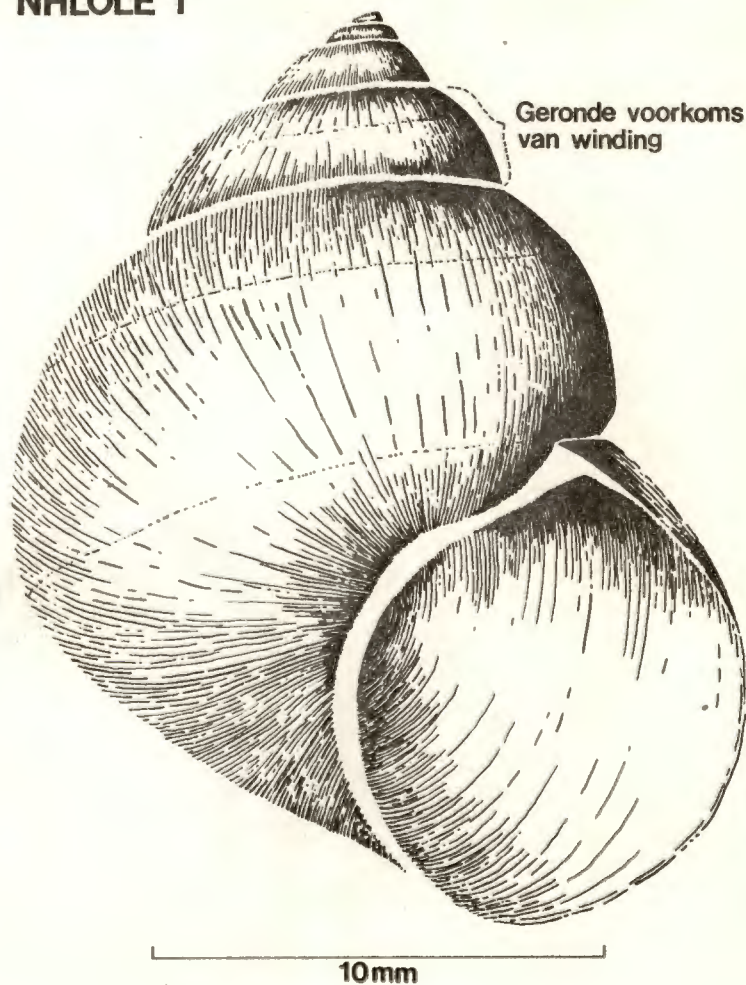
Skulpe uit die verskillende lokaliteite wat die eienskappe vertoon waarna in 4.1.2 verwys word

SIBAYA



Figuur 13. (Vervolg)

NHLOLE 1



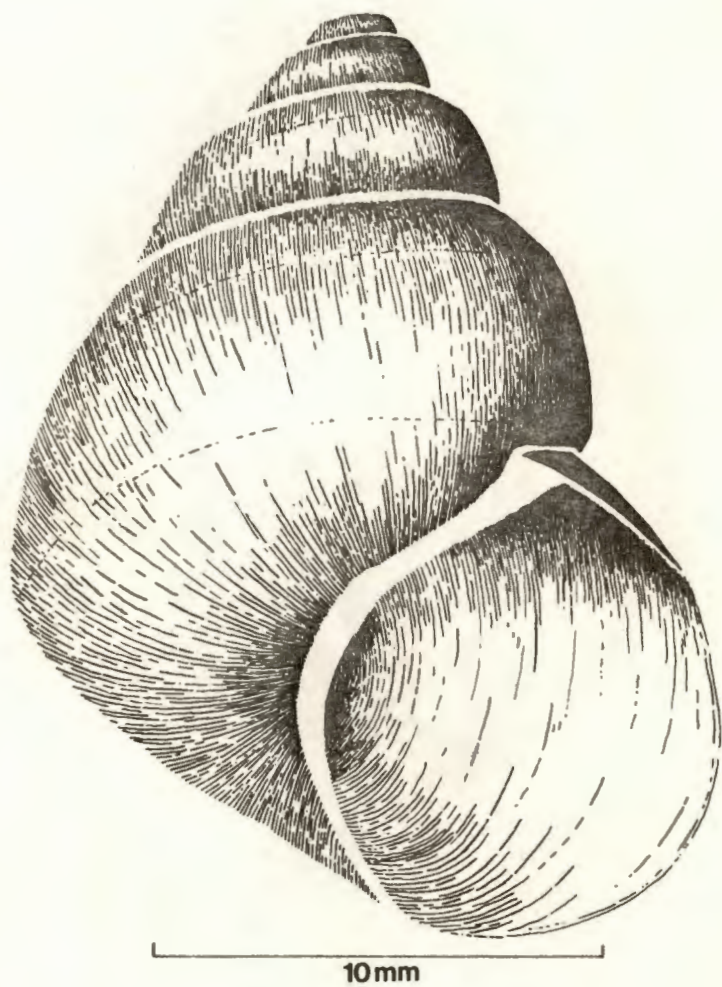
Figuur 13. (Vervolg)

BANZI 2



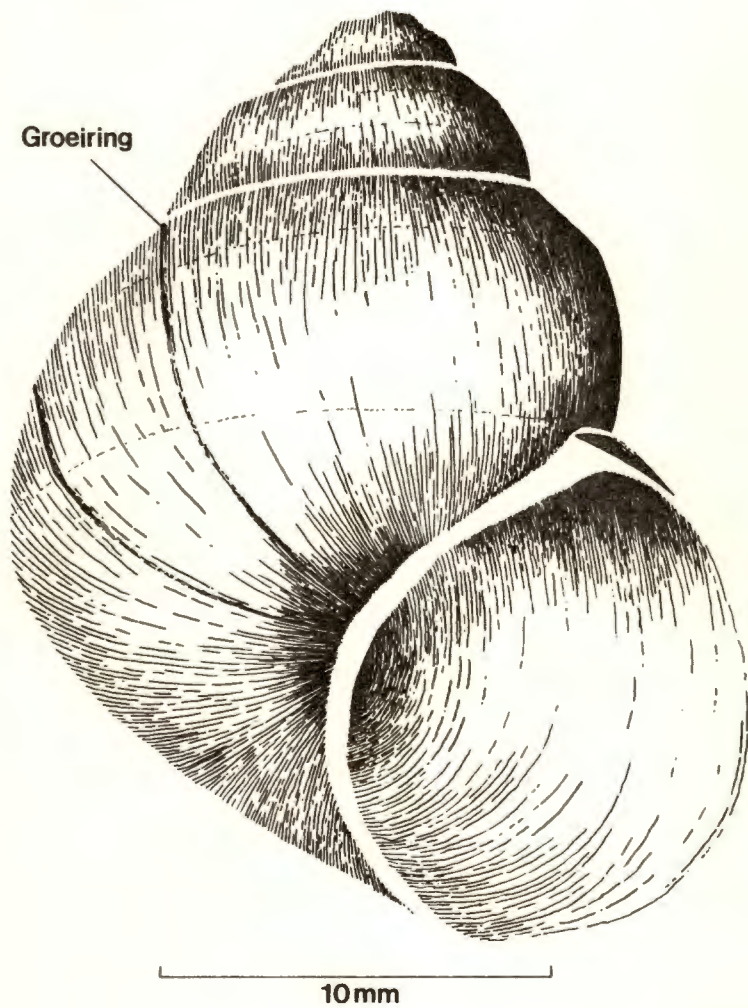
Figuur 13. (Vervolg)

MANDLANKUNZI

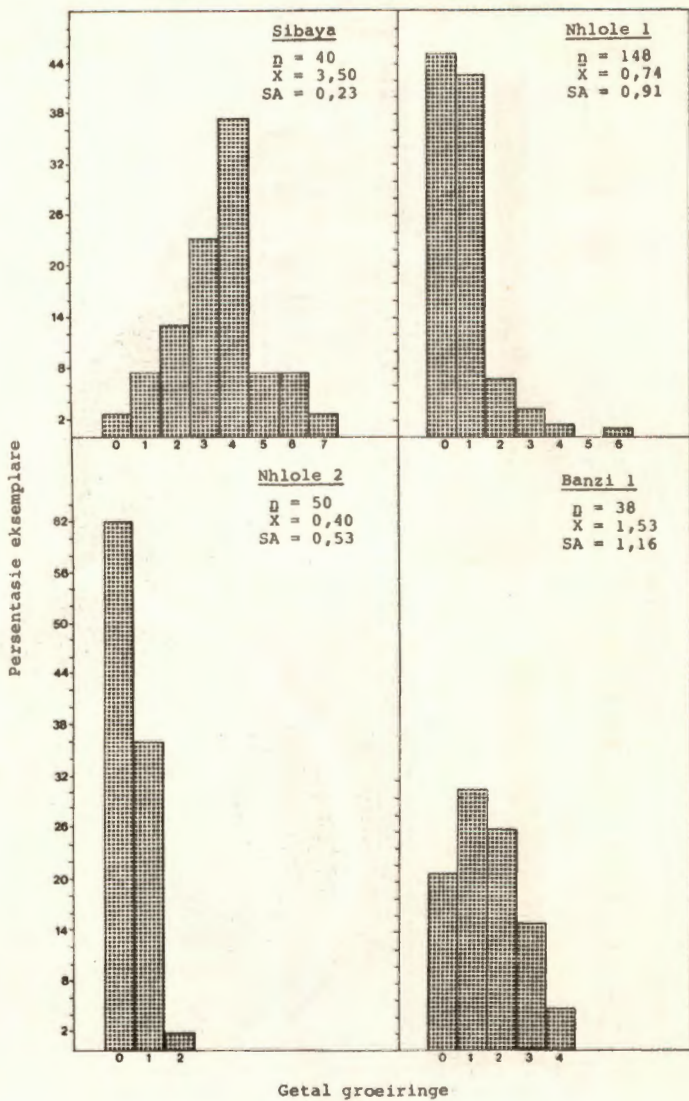


Figuur 13. (Vervolg)

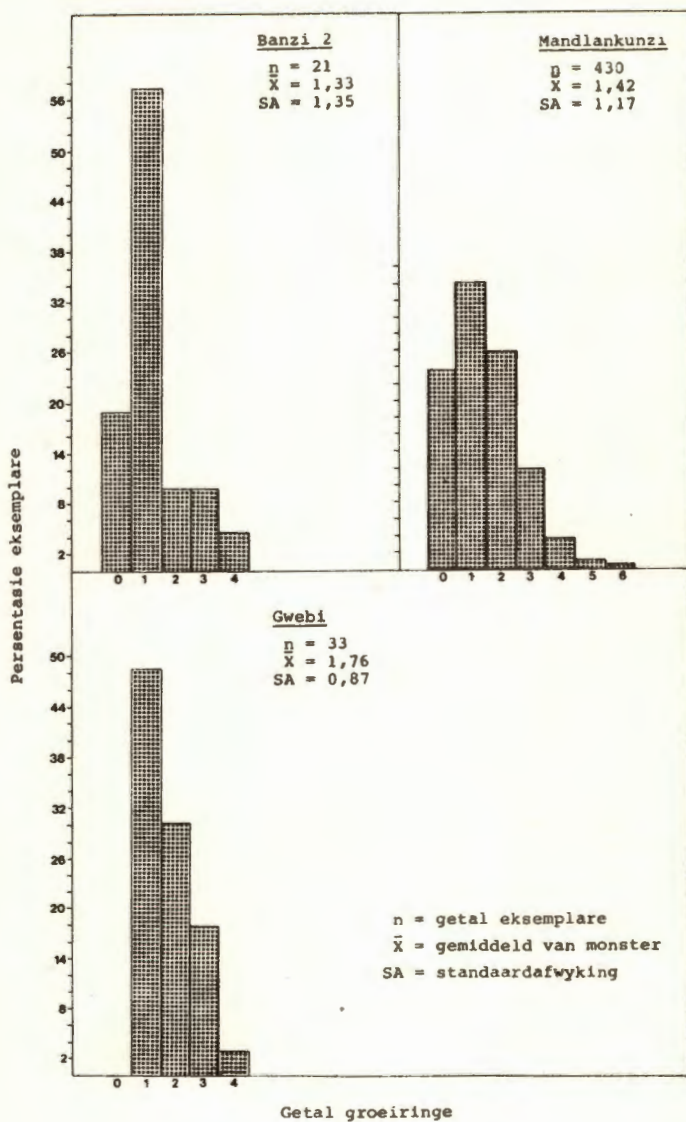
GWEBI



Figuur 14. Groeiringe: Frekwensieverspreiding van eksemplare met dieselfde getal groeiringe op die liggaamswinding



Figuur 14. (Vervolg)



op die liggaamswindinge van skulpe voorkom en stem hierdie waarneming ooreen met dié van Brown (1965) vir *B. unicolor*.

Die resultate van hierdie ondersoekte eienskap word weergegee in figuur 14 en as gekyk word na die groot variasie by die eksemplare van Sibaya, waarvan die skulplengte-omvang beperk is, kan afgelei word dat ook hierdie kenmerk nie groot toepassingswaarde by die uitkenning van spesies sal hê nie.

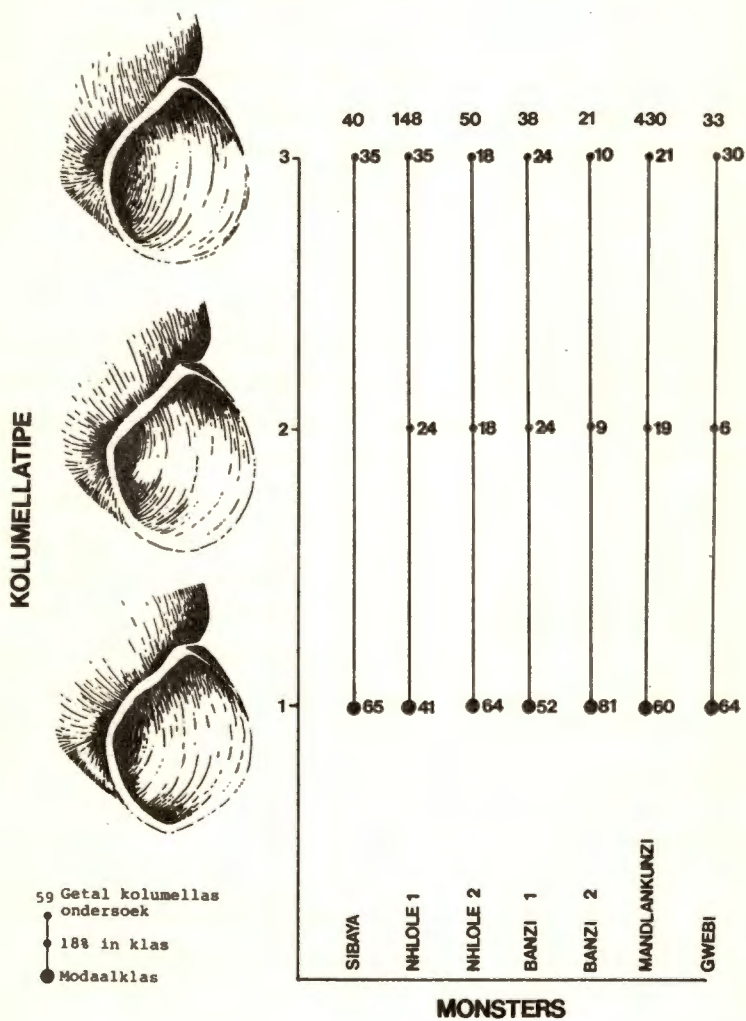
Kolumella, umbilikus en kallus

Uit figure 15 tot 17 is dit duidelik dat die kolumellatipe met die kiel aan sy basis, half oop umbilikus en die redelik sterk gevormde kallus oorwegend die beste verteenwoordig is in al die ondersoekte bevolkingsmonsters. Die enigste uitsondering word aangetref by Nhlole 1 en Nhlole 2 waar die umbilikusse oop is (Fig. 16), terwyl die kallus by die Sibaya- en Gwebi-monsters onderskeidelik, weer sterk en swak ontwikkel is. Dit wil dus blyk asof daar by *Bellamya*-slakke in mere en panne intermediaër tot sterk ontwikkelde kallusse en by rivier vorme swak ontwikkelde kallusse voorkom.

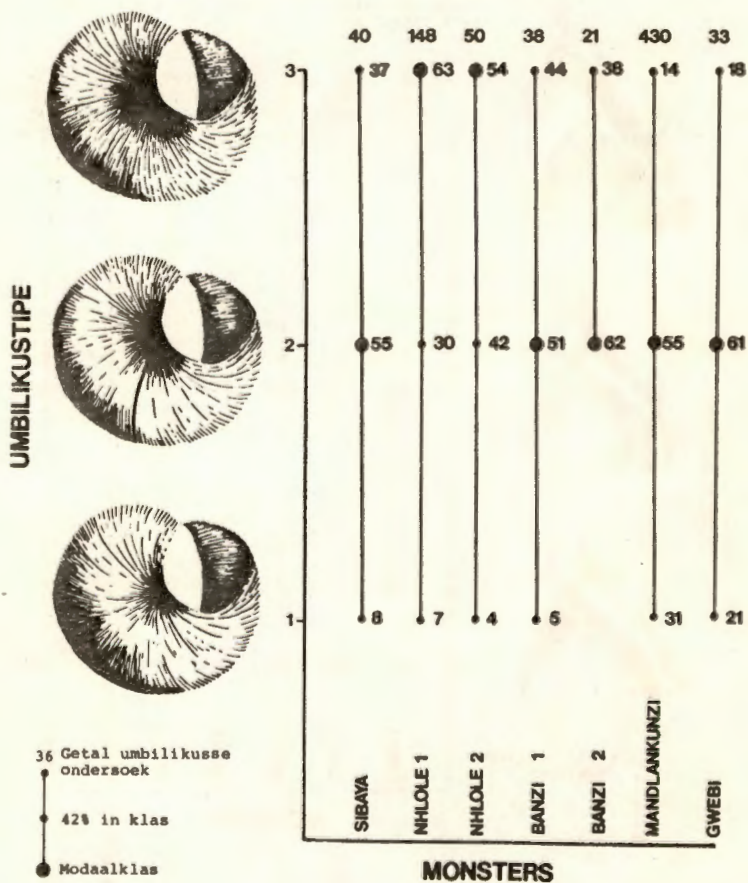
Skulpturering

Uit figuur 18 blyk dit dat daar nie groot variasie ten opsigte van lengteverlopende skulpturering is nie. Die aard van die skulpturering varieer van

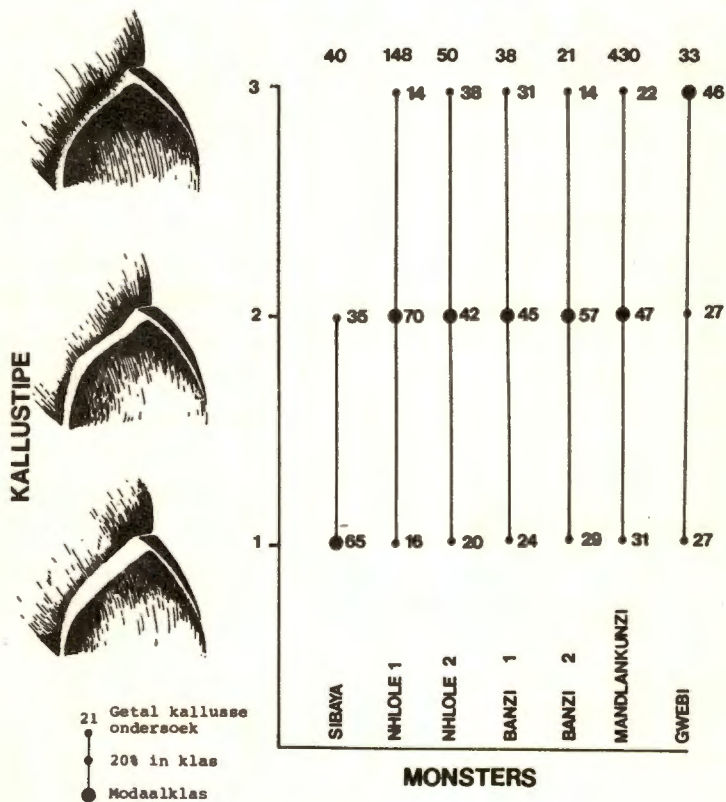
Figuur 15. Kolumellatipes: Die persentasie verteenwoordiging van elke tipe in die verskillende monsters.
 (1. Kolumella sluit met 'n skerp hoek by basis aan;
 2. Hoekig; 3. Eweredig gerond)



Figuur 16. Umbilikustipes: Die persentasie verteenwoordiging van elke tipe in die verskillende monsters. (1. Byna geslote; 2. Half oop; 3. Oop)



Figuur 17. Kallustipes: Die persentasie verteenwoordiging van elke tipe in die verskillende monsters. (1. Sterk ontwikkel; 2. Minder sterk ontwikkel; 3. Swak ontwikkel)



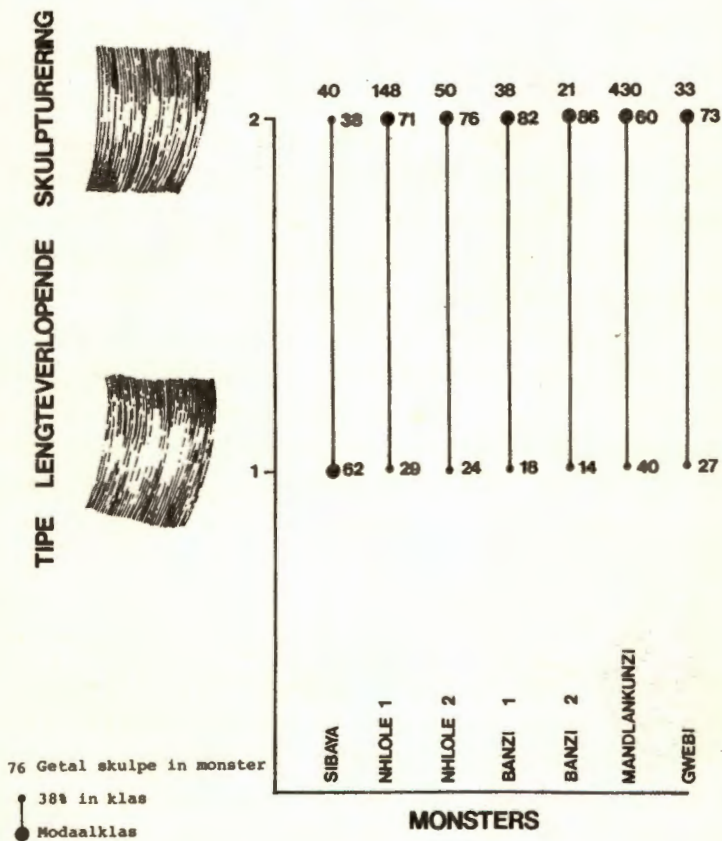
byna glad soos aangetref by die meerderheid eksemplare vanuit Sibayameer, tot die meer opvallende skulpturering wat voorkom op skulpe vanuit die oorblywende lokaliteite. Dit blyk ook asof hierdie skulpturering in die meeste gevalle redelik prominent op die liggaamswindinge is en minder opvallend op die apekswindinge. Dit stem ooreen met die waarneming van Connolly (1939) wat gemaak is vir *B. capillata*, *B. leopoldvillensis* en *B. sambesiensis*.

Gegolfde spiraalskulpturering kan deurgaans by alle skulpe vanuit al die lokaliteite waargeneem word. By lewende eksemplare kan op die fyn spiraalverlopende riffies, wat op al die windinge behalwe die protokonk voorkom, die teenwoordigheid van mikrosetae waargeneem word. Hierdie fyn haartjies of setae raak gewoonlik beskadig wanneer die skulp vir 'n geruime tyd droog lê of skoongemaak word. Dit is interessant om daarop te let dat die voorkoms van soortgelyke strukture waargeneem is by *B. sambesiensis* deur Connolly (1939).

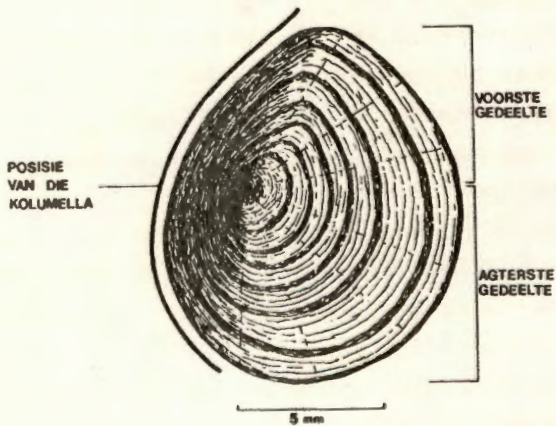
4.1.3 Operkulum

Die konsentriese tipe operkulum wat by *Bellamyia*, sowel as sommige ander genera van die familie Viviparidae aangetref word, is min of meer ovaalvormig (Fraga de Azevedo, 1961 en Fretter & Graham, 1962) (Fig. 19). Regteenoor en naby aan die umbilikus (as die operkulum in die geslote toestand is), is die nukleus geleë. Rondom die nukleus is 'n aan-

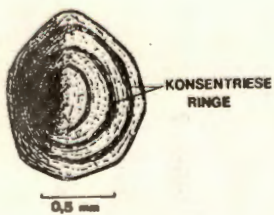
Figuur 18. Lengteverlopende skulpturering: Die persentasie verteenwoordiging van elke tipe in die verskillende monsters.
 (1. Lengteverlopende riwe teenwoordig maar nie goed ontwikkel nie; 2. Lengteverlopende riwe teenwoordig maar beter ontwikkel as in 1)



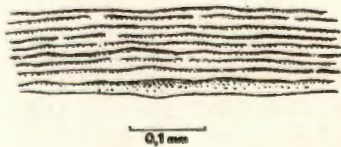
Figuur 19. Dorsaalaansig van die operkulum van 'n volwasse slak



Figuur 20. Operkulum van 'n ongebore slakkie



Figuur 21. Sagitaalsnit deur die operkulum van 'n volwasse slak



tal konsentriese ringe gerangskik. Hierdie sogenaamde winterringe waarna Van der Spoel (1958) by die operkulum van *Viviparus contectus* en *V. viviparus* verwys, is volgens hom 'n betroubare aanduiding van die ouderdom van die slakke. Hubendick (1948) het aangetoon dat die operkulumringe van *Viviparus* wel verband hou met die oorwintering van die diere maar hy verwerp egter dié metode van ouderdomsbepaling aangesien ander faktore, afgesien van seisoenskommeling, skynbaar die vorming van ringe op die operkulum kan inisieer.

Eksemplare van klein *Bellamya*-slakkies wat tydens hierdie ondersoek gebruik is, beskik by geboorte reeds oor twee of drie van dié konsentriese ringe. Sels by die embryo's in die uterus kan in 'n laat stadium van ontwikkeling, die aanwesigheid van operkulumringe waargeneem word (Fig. 20). Die metode van Van der Spoel (1958) blyk dus ontoereikend te wees om die ouderdom van veldeksemplare te bepaal.

Die kleur van die operkulum wissel van rooibruin rondom die nukleus, tot 'n ligte geelbruin kleur wat die oorblywende oppervlak dek. Die periferie van hierdie struktuur is effe dunner as die sentraalgedeelte en laat sodoende 'n mate van buigbaarheid toe. As gevolg van die elastisiteit van die operkulum en die trekkrag van die kolumellaspier op die ventraaloppervlak, is die operkulum nie plat nie, maar ontstaan daar na geboorte 'n induiking in die sentraalgedeelte van die dorsaaloppervlak.

Fretter & Graham (1962) toon aan dat kongiolien en 'n sogenaamde vernis, die belangrikste komponente is waaruit die operkulum van *V. viviparus* opgebou is. Volgens dié outeurs bestaan die voorste gedeelte van die operkulum uit kongiolien (Fig. 19), en die agterste gedeelte uit vernis. Sagitaalkrotoomsnitte deur operkulums van eksemplare uit al die vindplekke kon egter nie die teenwoordigheid van twee sulke duidelike komponente aantoon nie, maar dui wel daarop dat die operkulum uit 'n aantal opeengestapelde lae saamgestel is (Fig. 21). Hunt (1976) wat 'n studie van die proteïensamestelling van verskillende prosobranchoperkulums, onder andere die van *Viviparus contectus* gedoen het, dui daarop dat die aminosuurpatroon in 'n groot mate ooreenstem en by alle ondersoekte genera is die glisien- en aspartiensuurinhoud hoog.

Regenerasie van die operkulum of 'n gedeelte daarvan, kan by baie genera van die Prosobranchia voorkom (Fretter & Graham, 1962). Indien die operkulums van *Murex brandaris* (Linnaeus) of *Nassarius mutabilis* (outeur ?) sou verlore raak, kan die struktuur in 'n tydperk van ongeveer 76 dae geregenereer word. Techow (1910) vind dat die verskynsel nie by *V. viviparus* voorkom nie. Die proses van regenerasie is egter waargeneem by 'n slak vanuit Mandlankunzipan. Hierdie betrokke eksemplaarse skulp was ongeveer 20 mm lank, terwyl die operkulum aansienlik kleiner was as die mondopening van die skulp. Die vorm daarvan het ooreengestem met

die van 'n normaal-ontwikkelde operkulum, en dit wou voorkom asof die struktuur in die geheel besig was om te regenerereer. Regenerasie van operkulums is by geeneen van die eksemplare vanuit Sibaya en Mandlankunzi wat in aanhouding geleef het, waargeneem nie.

Volgens Hunt (1976), asook die resultate van die huidige ondersoek blyk dit asof nóg die proteïensamestelling van die operkulum, nóg sy morfologie van taksonomiese waarde kan wees.

4.1.4 Simulering van skulpvorme

Die monstergemiddelde waardes van die wentelasposisie (D), translasiemoets (T) en uitsettingmoets (W) word weergegee in tabel 7 tot 9 en die ooreenstemmende rekenaarskulpvorme (d.w.s. tekeninge wat gebaseer is op die monstergemiddelde waardes en met behulp van die ossiloskoop gemaak is), is uitgebeeld op plaat 2 tot 9.

Betekenisvolle afleidings wat miskien uit tabelle 7 tot 9 gemaak kan word, is dat die verskillende monsters met betrekking tot die eienskappe, naamlik posisie van die wentelas ten opsigte van die kegelvorm (uitgedruk as D), die graad van windingomvattendheid (uitgedruk as T) en die moets waarteen die konus vergroot (uitgedruk as W) nie veel van mekaar verskil nie. As een monster egter uitgesonder moet word op grond van verskille dan is dit Sibaya

Tabel 7

Wentelasposisie (D): Monstergemiddelde waardes en verwante gegewens

Monster	n	\bar{X}_D	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	10	0,04	0,01	24,39	0,23
Nhlole 1	10	0,03	0,01	25,87	0,77
Nhlole 2	10	0,03	0,01	20,57	0,57
Banzi 1	10	0,03	0,01	24,01	0,32
Banzi 2	10	0,03	0,02	23,70	0,30
Mandlankunzi	10	0,03	0,01	19,07	0,40
Gwebi	10	0,03	0,01	25,16	0,61

n = getal skulpe ondersoek

\bar{X} = gemiddeld van monster

SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Tabel 8

Translasiekoers (T): Monstergemiddelde waardes en verwante gegewens

Monster	n	\bar{X}_T	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	10	3,14	0,11	24,39	0,23
Nhlole 1	10	2,97	0,15	25,87	0,77
Nhlole 2	10	2,92	0,15	20,57	0,57
Banzi 1	10	3,04	0,13	24,01	0,32
Banzi 2	10	3,01	0,16	23,70	0,30
Mandlankunzi	10	2,77	0,13	19,07	0,40
Gwebi	10	3,10	0,14	25,16	0,61

n = getal skulpe ondersoek

\bar{X} = gemiddeld van monster

SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Tabel 9

Uitsettingkoers (W): Monstergemiddelde waardes en verwante gegewens

Monster	n	\bar{X}_W	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	10	1,82	0,06	24,39	0,23
Nhlole 1	10	1,87	0,13	25,87	0,77
Nhlole 2	10	1,93	0,15	20,57	0,57
Banzi 1	10	1,79	0,12	24,01	0,32
Banzi 2	10	1,90	0,11	23,70	0,30
Mandlankunzi	10	2,07	0,11	19,07	0,40
Gwebi	10	1,82	0,12	25,16	0,61

n = getal skulpe ondersoek

\bar{X} = gemiddeld van monster

SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

want in sy eksemplare beweeg die konusse die verste weg van die Y-as af (D, tabel 7), hulle windinge is die minste omvattend (T, tabel 8) en die koers waarteen die kegel vergroot is naas die monster van uit Banzi 1, die kleinste (W, tabel 9).

4.2 Uitwendige morfologie

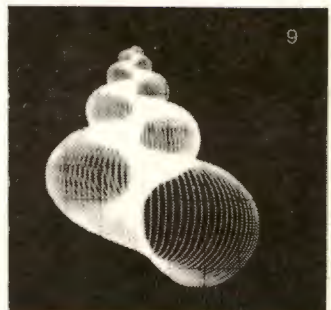
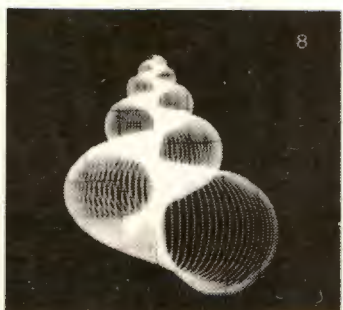
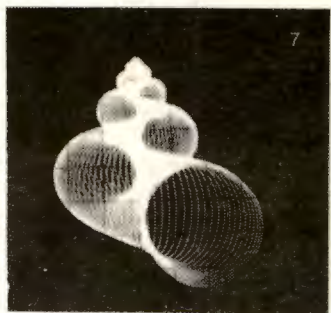
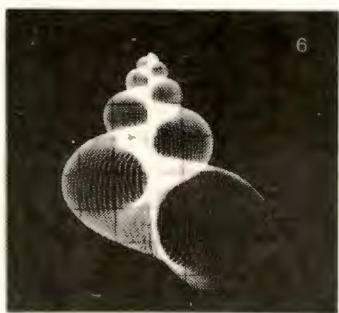
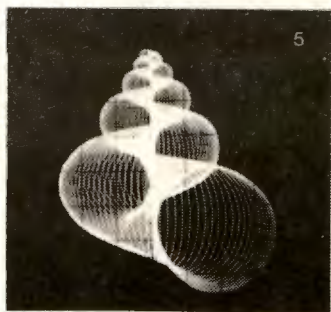
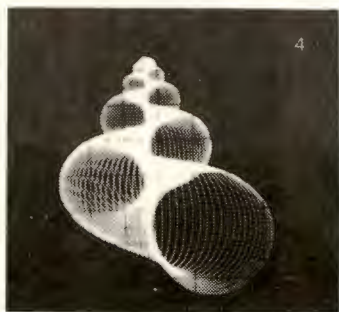
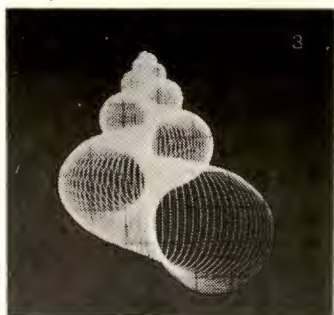
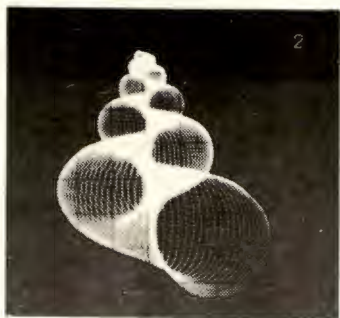
Die uitwendige morfologie van eksemplare wat in die huidige werk ondersoek is, word geïllustreer in figuur 22 en 23 en stem grootliks ooreen met dié van *B. capillata* en *B. unicolor* soos beskryf deur Rohrbach (1937) en *Viviparus bengalensis* (Lamarck) soos beskryf deur Annandale & Sewell (1921). Die volgende verskille tussen laasgenoemde drie spesies en ooreenkomste met eksemplare van die huidige ondersoek is egter waargeneem:

a) Die ligte violetkleur van eksemplare vanuit Sibayameer stem ooreen met die kleur van *B. unicolor* soos beskryf vanuit Zambië deur Rohrbach (1937), terwyl die grys kleur van monsters vanuit Nhlole 2, Banzi 2 en Mandlankunzi ooreenkoms vertoon met die kleur van *V. bengalensis* soos beskryf vanuit Indië deur Annadale & Sewell (1921). Daarteenoor wil dit voorkom asof slakke vanuit die Gwebirivier 'n donkerder grys kleur het as enige van die spesies in die literatuur beskryf.

b) Rohrbach (1937) stel dit duidelik dat die sifon by *B. unicolor* nie aaneenverlopend met die brangi-

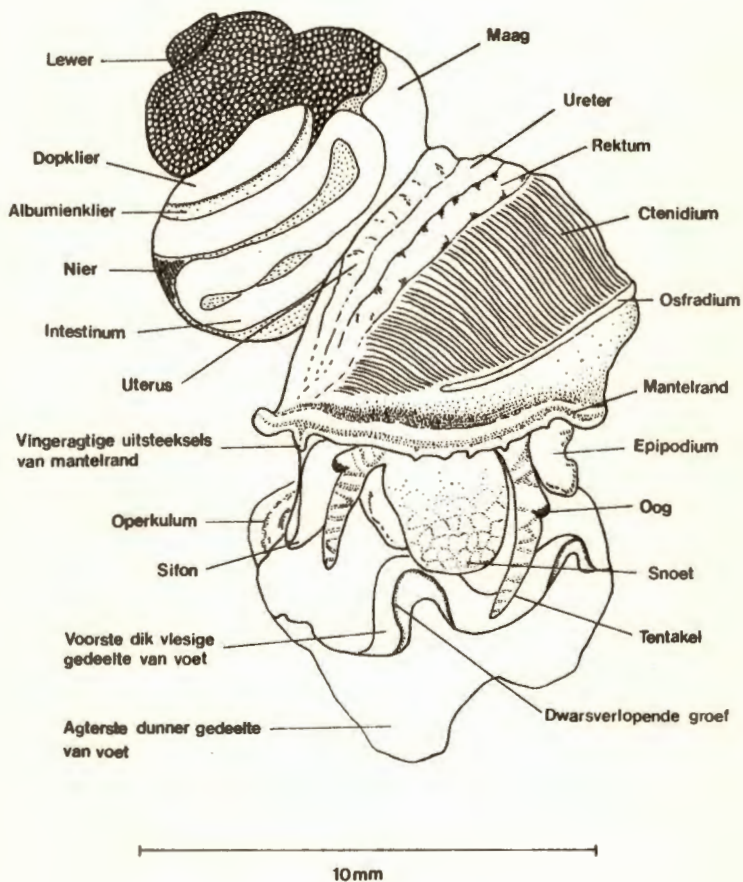
Plaat 2 tot 9. Rekenaarskulpvorme: Dit wil sê tekeninge wat gebaseer is op die monster-gemiddelde waardes en d.m.v. 'n ossiloskoop gemaak is.

- Plaat 2. Sibaya
- Plaat 3. Nhlole 1
- Plaat 4. Nhlole 2
- Plaat 5. Banzi 1
- Plaat 6. Banzi 2
- Plaat 7. Mandlankunzi
- Plaat 8. Gwebi
- Plaat 9. Gemiddeld van bogenoemde vindplekke



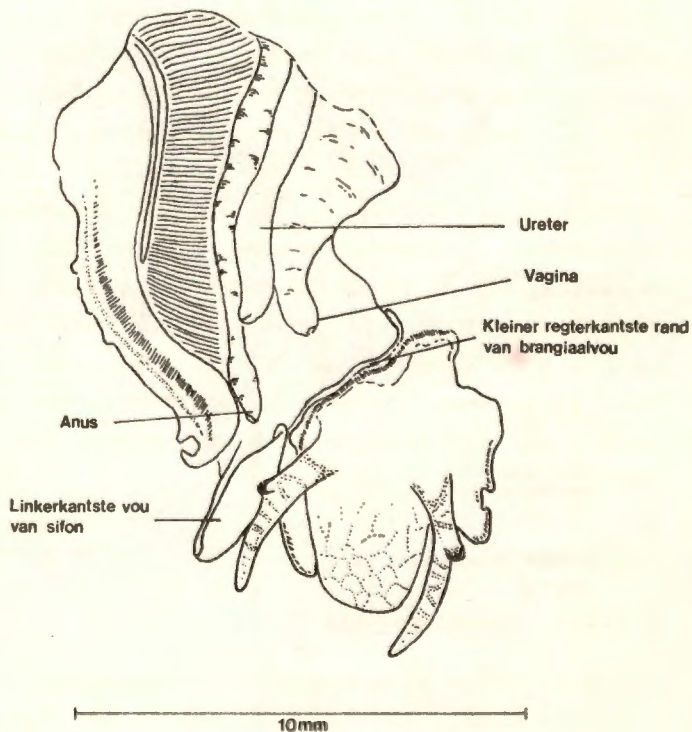
Figuur 22.

Uitwendige morfologie: Relatieve posities van die verschillende organe en strukture



Figuur 23.

Uitwendige morfologie van 'n eksemplaar waarvan die mantel links afgesny en na regs oorgevou is om die openinge en brangiaalvou bloot te lê



aalvou is nie, terwyl Annandale & Sewell (1921) rapporteer dat dit wel die geval is by *V. bengalensis*. By die slakke van hierdie ondersoek is die linkerkantste vou van die sifon aaneenverlopend met die kleiner regterkantste rand van die geutvormige brangiaalvou (Fig. 23).

4.3 Spysverteringstelsel

4.3.1 Anatomiese kenmerke

Hierdie stelsel word geïllustreer in figuur 24 en stem in 'n groot mate ooreen met dié van *V. bengalensis* soos beskryf deur Annandale & Sewell (1921), maar die volgende verskil kon waargeneem word:

By *V. bengalensis* is die maag in drie duidelik onderskeibare gedeeltes verdeel en open daar ook drie hepatiese buise vanaf die lewer in die maag. By die eksemplare van hierdie ondersoek bestaan die maag uit 'n kardiaale en piloriese gedeelte en kan daar slegs twee openinge van die hepatiese buise op die dorsaalmaagoppervlak waargeneem word (Fig. 24).

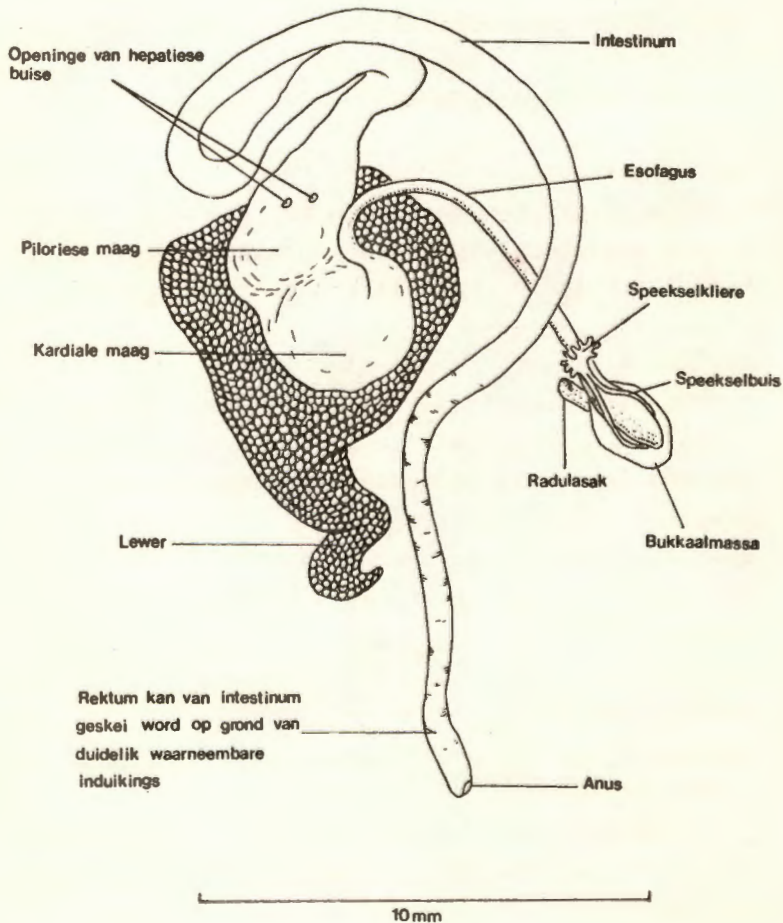
4.3.2 Radula

4.3.2.1 Tandafmetings

Die gemiddelde kroonwydtes (KW) van groepe slakke (10 elk) vanuit die verskillende bevolkingsmonsters

Figuur 24.

Dorsaal aansig van die spysverteringstelsel.
Dorsaal gedeelte van die lewer is verwyder om
die lewerbuisopening bloot te lê



maar met naastenby dieselfde skulplengte ($L = 20$ tot 24 mm), word weergegee in tabel 10 en die min of meer ooreenstemmende hoër waardes vir Sibaya, Banzi 2 en Mandlankunzi, teenoor die laer waardes vir Nhlole 2 en Gwebi is opvallend. Ten spyte van hierdie opvallende verskil in monstergemiddeldes, is die oorvleueling van die waardes van hierdie eienskap so groot dat wanneer al die monsters met mekaar vergelyk word (Fig. 25), dit moeilik sou wees om monsters op grond van kroonwydte (KW) alleen te probeer skei.

'n Omvattende ondersoek mag moontlik ook verklaar waarom die kroonwydte (KW) by die eksemplare van Gwebi neig om kleiner te word met toename in skulplengte (Fig. 25e). Hierdie tande kon nie afgeslyt gewees het nie want afgesien daarvan dat daar geen tekens van slytasie hoegenaamd was nie, toon die lengte van die mesokonus (ML) die normale toename met verhoogde skulplengte by hierdie monster (Fig. 27).

Die monstergemiddelde waardes met betrekking tot mesokonuswydte (MW) en mesokonuslengte (ML) word in tabel 11 en 12 weergegee. Opvallend is die lae waardes wat verkry is vir Nhlole 2 en die hoë waardes wat by die Sibaya-monster verkry is vir hierdie selfde eienskappe.

Die verband tussen mesokonuswydte (MW), mesokonuslengte (ML) en skulplengte (L) word in figuur 26

Tabel 10

Kroonwydte (KW) van mediaantande

Monster	n radulae	n tande	\bar{X}_{KW} (μm)	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	10	100	77,44	4,36	23,09	0,92
Nhlole 2	10	100	69,11	3,16	21,62	0,78
Banzi 2	10	100	77,71	3,52	22,66	1,67
Mandlankunzi	10	100	76,79	5,06	21,64	0,90
Gwebi	10	100	71,64	1,87	21,72	0,94

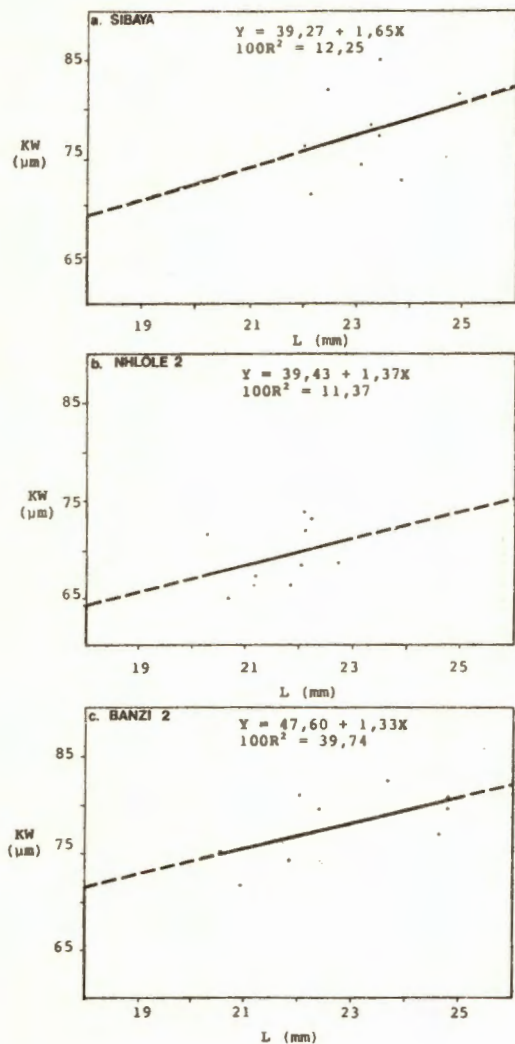
n = getal ondersoek

 \bar{X} = gemiddeld van monster

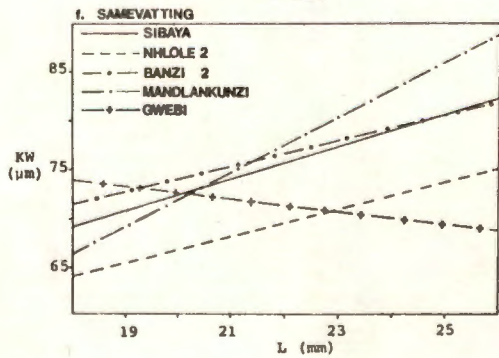
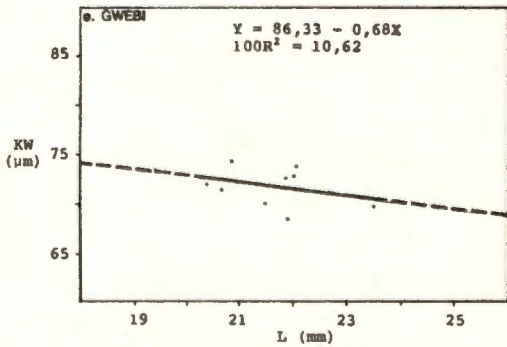
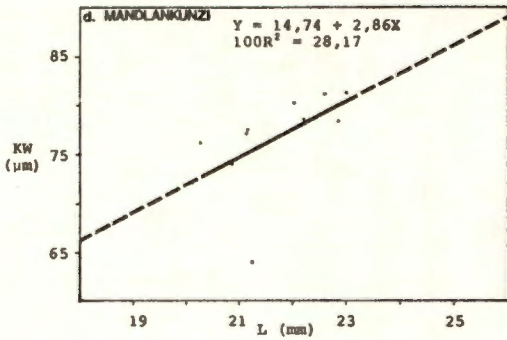
SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Figuur 25. Die verband tussen skulplengte (L) en kroonwydte (KW).
 Fig. 25f. Samevatting van die gegewens soos weergegee in fig. 25a tot e



Figuur 25. (Vervolg)



Tabel 11

Mesokonuswydte (MW) van mediaantande

Monster	n radulae	n tande	\bar{X}_{MW} (μm)	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	10	100	19,47	2,07	23,09	0,92
Nhlole 2	10	100	11,60	1,88	21,62	0,78
Banzi 2	10	100	13,18	0,99	22,66	1,67
Mandlankunzi	10	100	15,20	1,83	21,64	0,90
Gwebi	10	100	13,56	0,73	21,72	0,94

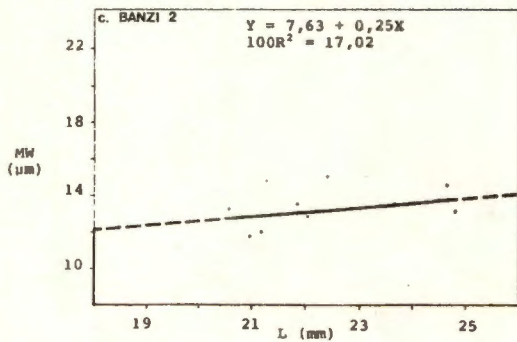
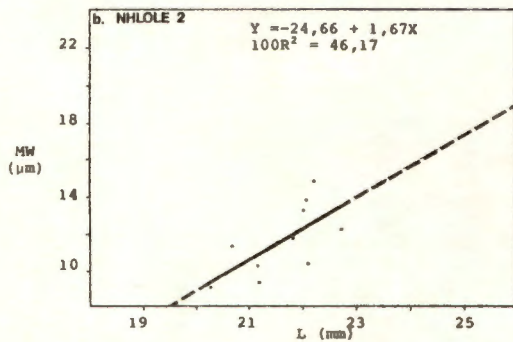
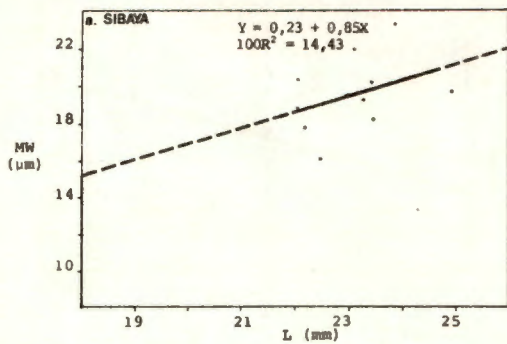
n = getal ondersoek

 \bar{X} = gemiddeld van monster

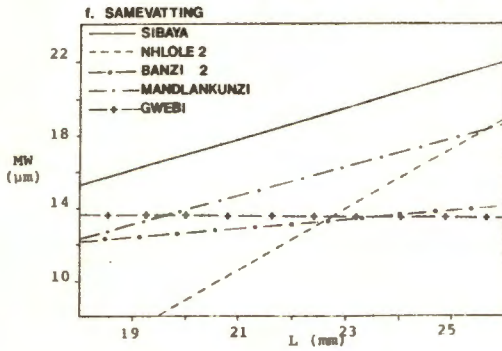
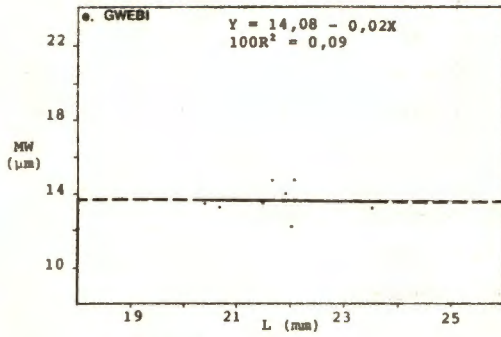
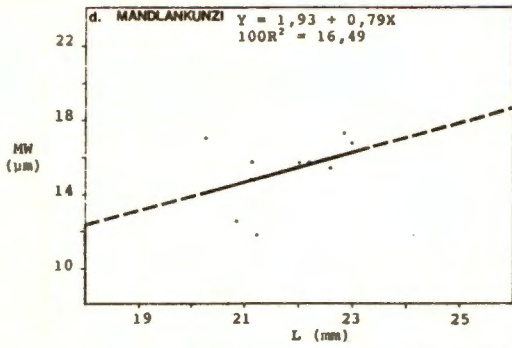
SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Figuur 26. Die verband tussen skulplengte (L) en mesokonuswydte (MW).
 Fig. 26f. Samevatting van die gegewens soos weergegee in
 fig. 26a tot e



Figuur 26. (Vervolg)



Tabel 12

Mesokonuslengte (ML) van mediaantande

Monster	n radulae	n tande	\bar{X}_{ML} (μm)	SA	\bar{X}_L	SA
Sibaya	10	100	10,03	1,36	23,09	0,92
Nhlole 2	10	100	7,49	0,66	21,62	0,78
Banzi 2	10	100	9,64	1,03	22,66	1,67
Mandlankunzi	10	100	9,07	1,01	21,64	0,90
Gwebi	10	100	9,77	0,94	21,72	0,94

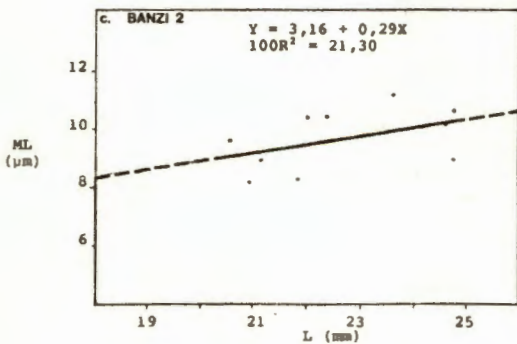
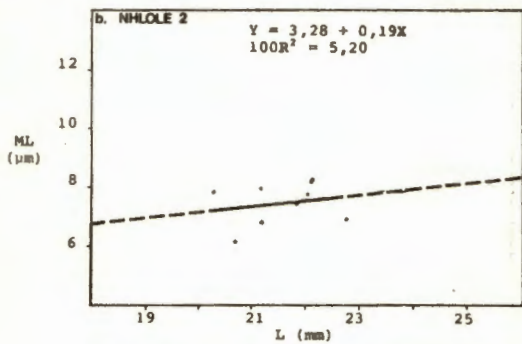
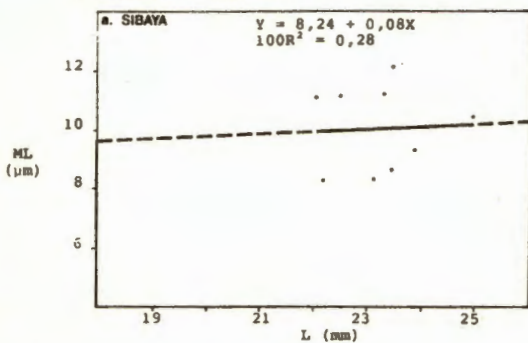
n = getal ondersoek

 \bar{X} = gemiddeld van monster

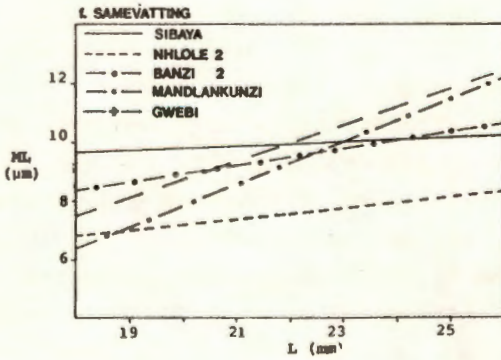
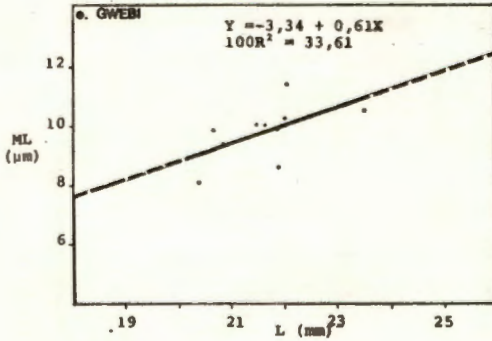
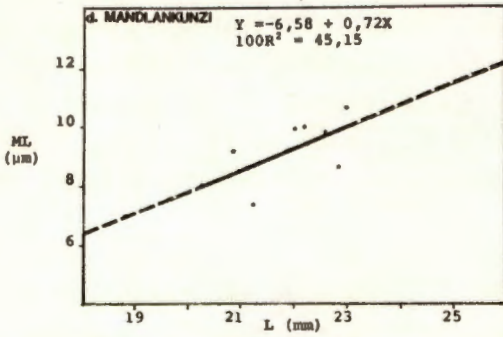
SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Figuur 27. Die verband tussen skulplengte (L) en mesokonuslengte (ML). Fig. 27f. Samevatting van die gegewens soos weergegee in fig. 27a tot e



Figuur 27. (Vervolg)



en 27 uiteengesit en die groot variasie wat daar ten opsigte van hierdie kenmerke by slakke vanuit die verskillende vindplekke bestaan, is opvallend (vergelyk ook die gegewens in tabel 11 en 12). Die neiging bestaan egter dat verhoogde skulplengte (L) gepaard gaan met toename in tanddimensies soos reeds vir sommige Pulmonata geïllustreer is (Hamilton-Attwell & Van Eeden, 1969 en Oberholzer, 1970).

Of hierdie eienskappe, d.w.s. kroonwydte (KW), mesokonuswydte (MW) en mesokonuslengte (ML) bruikbaar gaan wees tydens diskriminasie tussen spesies van *Bellamyia*, is op hierdie stadium onmoontlik om vas te stel vanweë 'n gebrek aan vergelykbare gegewens van hierdie aard en die bruikbaarheid daarvan kan alleen met verdere waarnemings bepaal word.

4.3.2.2 Tandvorm

Getal tande per transversaalry

'n Eienskap wat blyk baie konstant te wees by beide die genera *Bellamyia* en *Viviparus*, is die getal tande per transversaalry. Annadale & Sewell (1921), Van Cleave & McDavid Richey (1936), Fraga de Azevedo (1961) en Wright (1963) rapporteer almal sewe tande per transversaalry (dit wil sê een sentraal-, vier lateraal- en twee marginaaltande) en dit blyk ook vir hierdie studie waar te wees aangesien geen variasie op hierdie getal by enige van die ondersoekte eksemplare gevind kon word nie (kyk figuur 29).

Soos gevind deur Oberholzer (1970) by sommige spesies van *Bulinus*, is dit ook in die geval van die ondersoekte eksemplare van *Bellamya* soms net so moeilik om 'n bepaalde mesokonustipe in een van die drie geselekteerde kategorieë te plaas. Nogtans is die klassifikasie redelik suksesvol toegepas met behulp van die metode soos geïllustreer in figuur 8. Die resultate van hierdie klassifisering word weer-gegee in tabel 13 en figuur 28 en hieruit blyk dit dat:

- a) Al drie mesokonustipes in alle lokaliteite verteenwoordig is.
- b) Gewoonlik alle vorme op 'n enkele radula aangetref word en daar nooit slegs afgeplatte of ronde mesokonusse aanwesig is nie.
- c) By wyse van uitsondering daar by enkele radulae geen afgeplatte mesokonustipes gevind is nie (soos by Banzi 2 en Gwebi, figuur 28).
- d) Die intermediêre mesokonustipe die enigste vorm is wat in alle gevalle op alle radulae verteenwoordig is.

Indien monsters op grond van die persentasie voorkoms van 'n bepaalde mesokonustipe geskei moet word, sou die eksemplare vanuit Sibaya uitgesonder kan word op grond van die omstandigheid dat hulle oorewegend afgeplatte mesokonusse het (59%, tabel 13),

Tabel 13

Mesokonustipes en die persentasie verteenwoordiging in die verskillende monsters

Monster	$\bar{X}L$	SA	n radulae	n mesokonusse	Mesokonustipe (%)		
					Afgeplat	Intermediër	Rond
Sibaya	23,09	0,92	10	100	59	37	4
Nhlole 2	21,62	0,78	10	100	37	47	16
Banzi 2	22,66	1,67	10	100	27	44	29
Mandlan= Kunzi	21,64	0,90	10	100	35	47	18
Gwebi	21,72	0,94	10	100	16	64	20

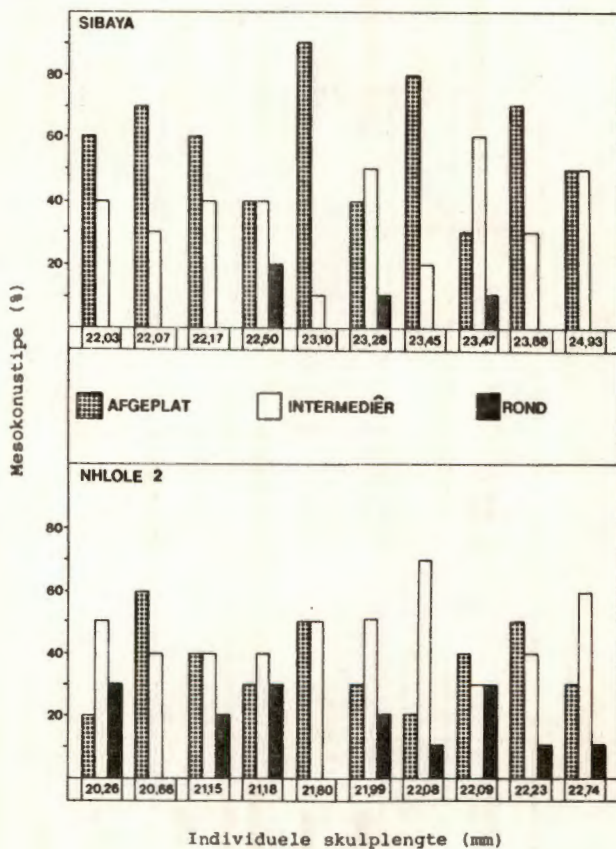
 $\bar{X}L$ = gemiddelde skulplengte in millimeter

SA = standaardafwyking

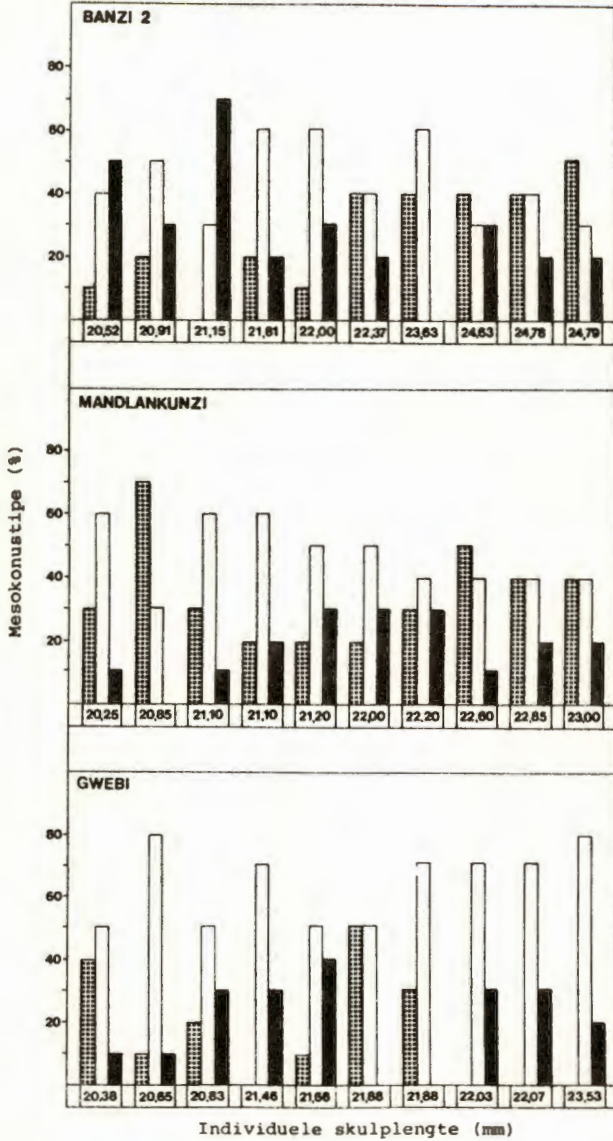
n = getal ondersoek

Figuur 28.

Mesokonustipes: Persentasie voorkoms by die verskillende monsters



Figuur 28. (Vervolg)



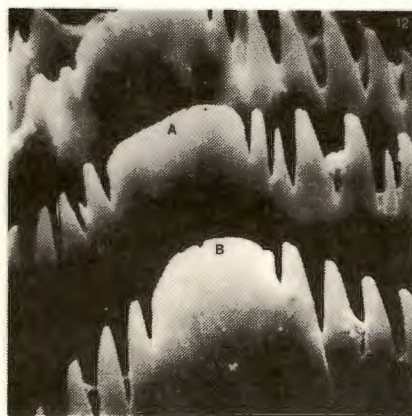
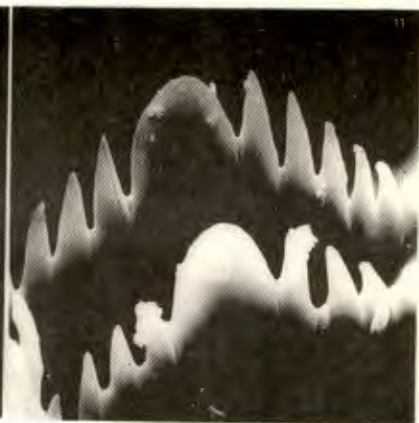
terwyl al die ander monsters oorwegend die interme= diere tipe (37 tot 64%) besit.

Kleiner konusse van die mediaantande

Sommige outeurs rapporteer 'n bepaalde getal klei= ner konusse aan beide kante van die mesokonus, by bepaalde spesies van *Bellamyia*. Fraga de Azevedo (1961) maak selfs melding van drie, sentraal geleë ewe groot konusse, met vyf kleineres aan weerskante by *B. unicolor costulata*, terwyl Wright (1963) die getal by *B. unicolor* op sewe stel. Volgens die resultate van hierdie ondersoek blyk dié eienskap een van die onbetroubaarste kenmerke te wees, aangesien getalle wat varieer tussen vier en agt ver= kry is vir mediaantande en stem hierdie waarneming ooreen met die bevinding van Brown (1965), wat be= weer dat die getal konusse aan beide kante van die mesokonus by *B. unicolor*, tussen drie en sewe kan varieer. Hierdie konusse is soms baie moeilik waarneembaar met 'n gewone mikroskoop en slegs 'n indringende SEM-ondersoek kan in die verband uit= sluitsel gee. Vir alle praktiese doeleindes blyk so 'n ondersoek nie die moeite werd te wees nie.

Dentikels

Dentikels tussen die konusse is 'n algemene verskyn= sel en kan dikwels by mediaan- asook eerste en twee= de lateraaltande opgemerk word, waar dit tussen enige van die konusse geplaas mag wees (kyk plaat



- Plaats 10 tot 13. Mediaantande van verskillende
monsters vanuit Suid-Afrika
- Plaats 10. Sibaya (1 000X vergroot). Plattipe
mesokonus
- Plaats 11. Nhlole (1 000X vergroot). Ronde-tipe
mesokonus
- Plaats 12. Mandlankunzi (1 000X vergroot).
A. Plattipe mesokonus
B. Intermediêre-tipe mesokonus
- Plaats 13. Banzi (594X vergroot). Mesokonus met
'n getal konusse weerskante daarvan.
Let op die dentikels wat tussen die
konusse geplaas is.

10 tot 13). Die getalle van hierdie dentikels varieer egter so enorm dat dit te betwyfel is of enige taksonomiese waarde hieraan geheg kan word.

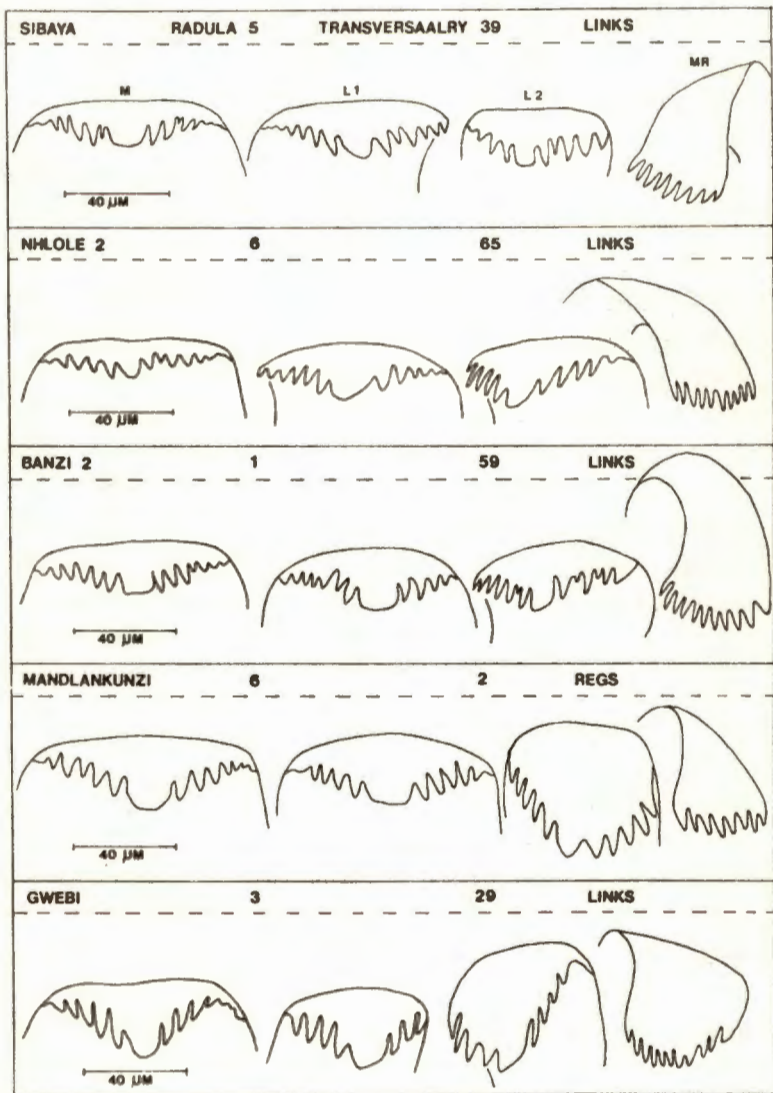
Eerste en tweede lateraaltande

Soos in die geval van die mediaantande, kan dieselfde variasie met betrekking tot die getal konusse aan weerskante van die mesokonus by eerste en tweede lateraaltande waargeneem word (Fig. 29). Op hul beurt beskik hierdie lateraaltande ook elk oor 'n goed ontwikkelde mesokonus en 'n getal kleiner konusse aan weerskante, die getal waarvan in sommige gevalle korrespondeer met dié van die mediaantande. Interessant is dit om daarop te let dat in die geval van Nhlole 2 (Fig. 29), die mesokonus van die eerste, asook die tweede lateraaltand, dié van die mediaantand aansienlik in grootte oortref. Hierdie is geen seldsame verskynsel nie en soortgelyke waarnemings is by 'n hele paar radulae uit ander lokaliteite ook gemaak.

Marginaaltande

Die twee marginaaltande (kyk inleidingsparagraaf onder 4.3.2.2) in 'n enkele transversaalry ontbeer die goed ontwikkelde, sentraal-geplaasde mesokonusse (Fig. 29). Dié tand het derhalwe 'n tipiese kamagtige voorkoms en die getal konusse hierop wissel tussen agt en dertien. By hierdie tande is die voorkoms van dentikels 'n baie seldsame verskynsel

Figuur 29. Mediaan-, lateraal- en marginaaltande



M = mediaan L = lateraal MR = marginaal

sel.

4.4 Geslagstelsel

4.4.1 Getalverhoudings tussen die geslagte

Soos reeds voorheen genoem (kyk 3.5), kon daar uit 'n totaal van 573 ondersoekte slakke geen mannetjies gevind word nie. Hierdie ongeloofwaardige verskynsel kan moeilik verklaar word en slegs 'n indringende ondersoek na dié oënskynlike wanverhouding tussen die getalle van die twee geslagte kan besliste antwoorde verskaf.

Die verhouding van die getal mannetjies tot wyfies by die Amerikaanse *Viviparus contectoides* is onder andere ondersoek deur Van Cleave & Lederer (1932) en hierdie outeurs kom tot die gevolgtrekking dat daar ongeveer ewe veel slakke van beide geslagte gebore word. Hulle beweer verder dat weinig manlike eksemplare meer as een broeiseisoen oorleef, terwyl die wyfies 'n ouderdom van tot drie jaar kan bereik. Hierdie standpunt word gesteun deur die waarnemings van Annandale & Sewell (1921) en laasgenoemde outeurs se resultate dui dan ook daarop dat daar tydens laat winter besonder min mannetjies van *V. bengalensis* gevind word.

Die versameling by Sibayameer, asook die eerste besoek aan die Pongolarivierpanne het gedurende Juniemaand 1966 en 1975 onderskeidelik plaasgevind.

Die tweede besoek aan die panne was gedurende September 1976, terwyl die slakke uit die Gwebirivier in Rhodesië heel waarskynlik tydens November 1975 versamel is. Daar kon met betrekking tot die versamelings uit Sibayameer en die Pongolarivierpanne op daardie tydstip 'n verminderde getal manlike eksemplare aanwesig wees, maar hierdie argument sou heelwaarskynlik nie geldig wees vir die Gwebi-slakke nie. Volgens Annadale & Sewell (1921) en Van Cleave & Lederer (1932) is daar geen seisoen waar *Viviparus*-mannetjies afwesig is nie, maar slegs tydperke van verminderde voorkoms. Hierin vind ons dus geensins 'n bevredigende verklaring vir die totale afwesigheid van mannetjies by die ondersoekte vindplekke nie.

Rao (1929) verklaar die verskynsel van getalsdominante wyfies in sommige van sy ondersoekte lokaliteite op grond van ekologiese verskille in die habitate, maar maak nie melding van die afwesigheid van manlike eksemplare nie. Ons het in die huidige ondersoek met drie totaal uiteenlopende lokaliteittipes (pan, meer en rivier) te make, en 'n gevolglike variasie in ekologiese omstandighede. Die afwesigheid van mannetjies by die ondersoekte vindplekke kan dus ook nie in die lig van Rao (1929) se waarneming verklaar word nie.

Dit mag wees dat manlike eksemplare in die panne, Sibayameer en of Gwebirivier vir die grootste gedeelte van die jaar van die wyfies verwyder is en

gevolglik slegs gedurende paring, wat volgens Van Cleave & Lederer (1932) se vermoede tydens die herfsseisoen plaasvind, by mekaar aangetref word. Indien die mannetjies die oorblywende gedeelte van die jaar byvoorbeeld dieper water beset, sou dit tydens versameling gevolglik baie moeilik wees om van hierdie eksemplare te bekom. So 'n bepaalde gedragpatroon is egter volgens alle beskikbare inligting nog nie by *Bellamyia* of *Viviparus* waargeneem nie.

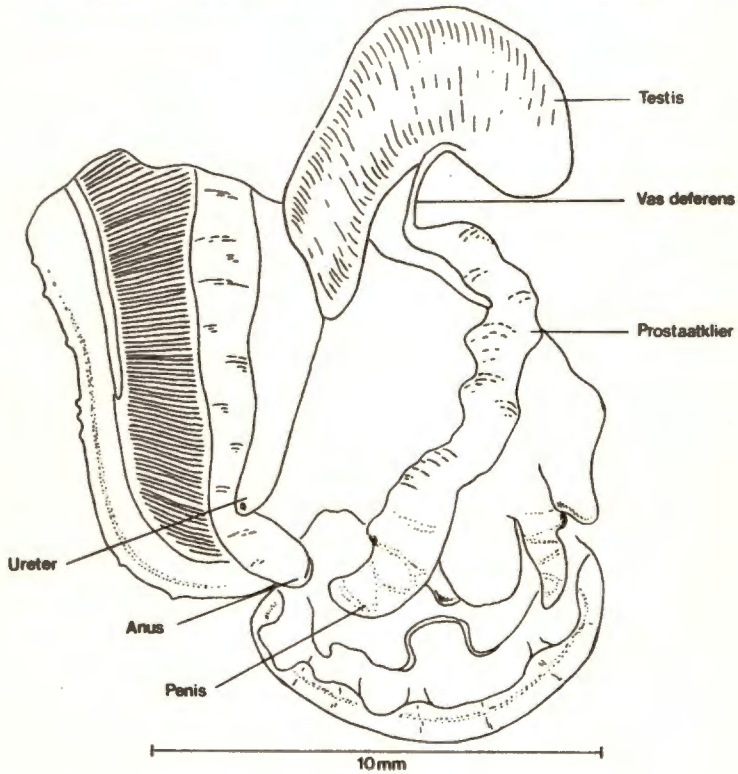
Behalwe vir skulplengte (mannetjies kleiner as wyfies, volgens Rohrbach, 1937 en Brown, 1965) en die geslagstelsel verskil die mannetjies en wyfies volgens die beskikbare literatuur geensins van mekaar nie. Die resultate van die huidige ondersoek is uit 'n taksonomiese oogpunt gesien, dus volkome bruikbaar.

4.4.2 Die manlike geslagstelsel

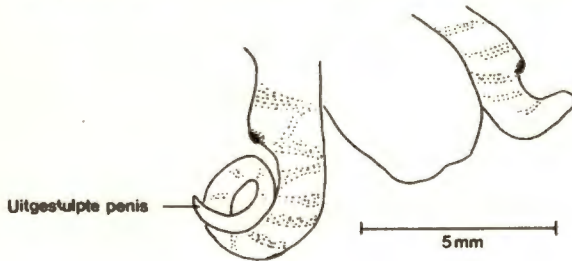
Dit moet in gedagte gehou word dat die mannetjies hier ter sprake uit westelike Suid-Afrika (Kwando-rivier in Okavango) afkomstig is. Die moontlikheid dat hierdie diere dus tot 'n ander spesie as die wyfies wat in hierdie werk beskryf is, kan behoort, is gevolglik nie uitgesluit nie. Die morfologie van die manlike geslagstelsel hier ondersoek (Fig. 30 en 31), toon in alle opsigte groot ooreenkoms met dié van *B. unicolor* soos beskryf deur Rohrbach (1937) en Brown (1965).

Figuur 30.

Manlike geslagstelsel: Relatiewe posisies van die verskillende dele. Die brangiaalvou is verwyder om die prostaatklier bloot te lê



Figuur 31: Penis: Volkome uitgestulp



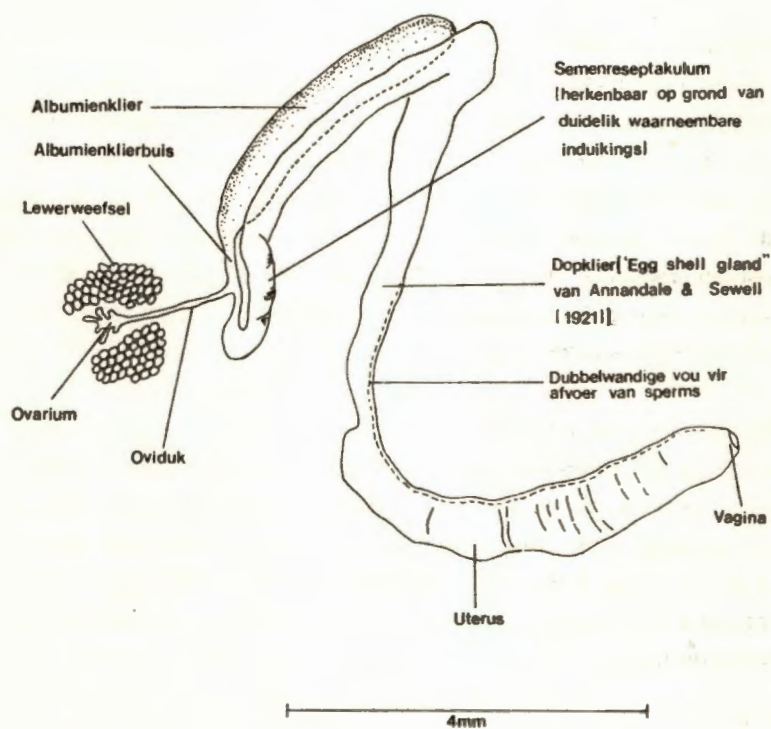
Rohrbach (1937) maak melding van 'n aansienlik ver= lengde penis by *B. unicolor*, terwyl daar uit die figure van Brown (1965) afgelei kan word dat hier= die outeur soortgelyke waarnemings by dieselfde spesie gemaak het. Daarteenoor rapporteer Van Cleave & Lederer (1932) en Fretter & Graham (1962) korter, verdikte regter tentakels by *V. contectoides* en *V. viviparus* onderskeidelik. By die drie ondersoekte mannetjies het die vorm van die penis aansienlik verskil en gevarieer vanaf kort en dik (Fig. 30), tot feitlik twee maal die lengte van die normale linker tentakel (Fig. 31).

Dit is geen abnormale verskynsel by slakke wat ge= narkotiseer word dat die tentakels somtyds saamtrek en dus dikker word nie. Verskille in die lengte en dikte van die regter tentakel by gepreserveerde eksemplare kan heel waarskynlik hieraan toegeskryf word.

4.3.3 Vroulike geslagstelsel

Word die vroulike geslagstelsel van die Suid-Afri= kaanse eksemplare in sy geheel vergelyk met die soos geïllustreer vir *B. capillata* en *B. unicolor* deur Rohrbach (1937) en ook die soos beskryf vir *Viviparus bengalensis* deur Annandale & Sewell (1921) is daar geen verskille te bespeur nie. Verskille wat wel bestaan is die gevolg van verskillende be= namings van sekere identiese komponente van hierdie stelsel. So byvoorbeeld benaam Annandale & Sewell

Figuur 32. Vroulike geslagstelsel: Ventraalaansig



(1921) daardie handvormige struktuurtjie wat die beginpunt van die geslagstelsel vorm (Fig. 32), as ovarium, terwyl Rohrbach (1937) hierdie struktuur nie eens beskryf nie en die daaropvolgende lang, dun oviduk as ovarium beskou. Verder maak Annandale & Sewell (1921) geensins onderskeid tussen 'n semenreseptakulum en 'n dopklier ("egg shell gland") nie, terwyl Rohrbach (1937) dit wat as semenreseptakulum aangedui is in figuur 32 as oviduk en die daaropvolgende dopklier as semenreseptakulum beskou.

Fraga de Azevedo (1961) maak geensins melding van 'n albumienklier, semenreseptakulum of dopklier by *B. unicolor costulata* nie en koppel die oviduk direk aan die uterus. Volgens hierdie outeur se figure wil dit voorkom asof hy nie eens laasgenoemde drie organe waargeneem het nie en is dit moeilik om te aanvaar dat hierdie spesie uit Mosambiek so merkwaardig kan verskil van reeds beskryfde spesies, asook die slakke van die huidige ondersoek.

Op grond van uitwendig waarneembare verskille is dit egter geensins moeilik om die vroulike geslagstelsel in 'n ovarium, oviduk, semenreseptakulum, albumienklier, dopklier en uterus te verdeel nie en die logiese blyk dus te wees om die verskillende onderafdelings te benaam soos wat dit in figuur 32 weergegee is.

Dit wil verder voorkom asof die ovidukte van die eksemplare vanuit Sibayameer dié van slakke vanuit

die ander lokaliteite in lengte oortref, maar aangesien so min ovidukte van eersgenoemde monster in die geheel verwyder kon word, kan daar geensins 'n betroubare uitspraak in hierdie verband gelewer word nie.

4.4.4 Embrio's

Dragtige wyfies

Nie alle wyfies het embryo's in die uterus nie en die persentasie dragtige wyfies by die verskillende bevolkingsmonsters varieer tussen 54% (Nhlole 2) en 85% (Banzi 2) (Tab. 14). Omdat dit wil voorkom asof wyfies reproduktief raak wanneer hulle ongeveer 10 mm skulplengte bereik, kan dit aanvaar word dat 'n gedeelte van die nie-dragtige wyfies nog nie geslagtelik volwasse is nie. Tog is daar ook wyfies met 'n skulplengte van meer as 10 mm en selfs tot 24 mm wat geen embryo's dra nie (37% van 'n totaal van 554 slakke ondersoek). In die geval van hierdie groter nie-dragtige wyfies bestaan die moontlikheid dat hulle óf onvrugbaar kan wees, óf nie bevrug is nie, óf wel bevrug is maar reeds geboorte aan al die klein slakkies geskenk het. Antwoorde op hierdie probleme is in die werk egter nie probeer vind nie. Wat egter wel hier gemeld moet word, is dat dit voorkom asof die persentasie dragtige wyfies en die getal embryo's per wyfie vermeerder met toename in skulplengte (Fig. 33).

Tabel 14

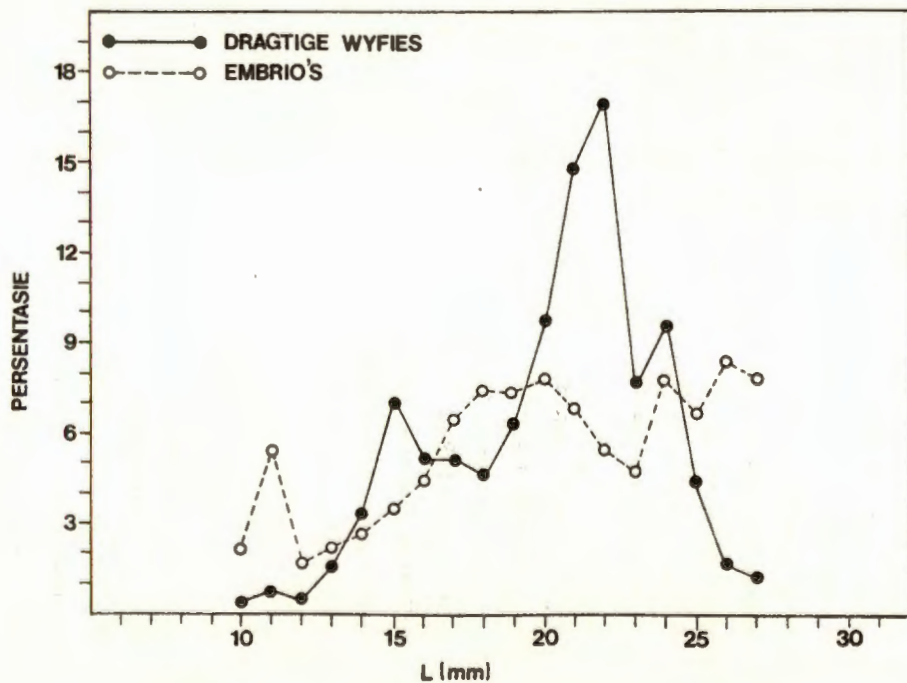
Dragtige wyfies: Persentasie voorkoms in die verskillende monsters

Monster	n	Dragtige wyfies		Nie-dragtige wyfies	
		%	LO ₁	%	LO ₂
Sibaya	39	66,67	22,03-28,58	33,33	21,27-27,73
Nhlole 2	50	54,00	16,88-29,65	46,00	11,61-19,43
Banzi 2	21	85,71	19,23-27,18	14,29	19,19-24,78
Mandlan= kunzi	430	59,07	10,70-27,60	40,93	0,50-25,45
Gwebi	33	72,73	20,38-34,61	27,27	18,21-26,39

n = getal eksemplare

LO = omvang van skulplengte in millimeter

Figuur 33. Verband tussen lengte van die skulp (L) persentasie dragtigheid en persentasie embrio's by Mandlankunzi



Rangskikking

Uit die literatuur wil dit blyk asof die groter eiers van *B. capillata* in een tot twee rye gerangskik is (Rohrbach, 1937 en WGO, 1973), terwyl die klein eiers van *B. unicolor* in drie tot vier rye gerangskik is (WGO, 1973). Brown (1965) het egter gevind dat daar 'n groot variasie waar te neem is met betrekking tot dié aspek by *B. unicolor* want somtyds was slegs een embrio teenwoordig, maar meer dikwels 'n paar groter embrio's gerangskik in 'n enkelry, of gerangskik in twee tot drie rye wanneer die embrio's nog klein is.

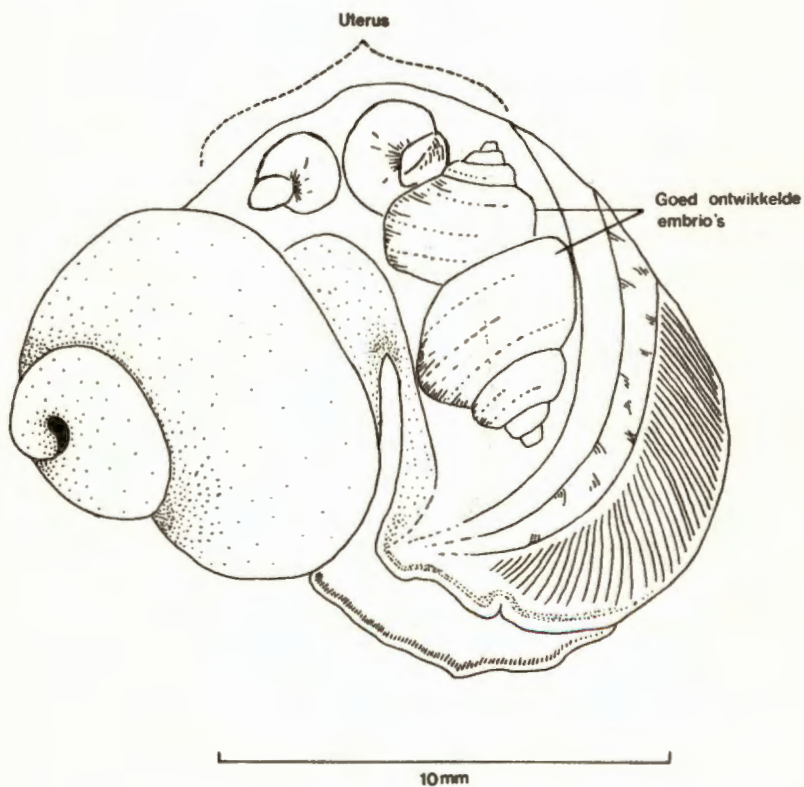
In die geval van Sibaya was die embrio's in al die ondersoekte eksemplare (39 in totaal) in 'n enkelry gerangskik soos geïllustreer in figuur 34, terwyl by al die slakke vanuit die ander lokaliteite die embrio's in een tot vier rye gerangskik is, soos geïllustreer in figuur 35 (kyk ook tabel 17).

Embriogetalle

Tabel 15 gee die gemiddelde getal embrio's van dragtige wyfies weer. Uit hierdie tabel is dit duidelik dat die getal embrio's wat in wyfies van dieselfde monster aangetref word enorm kan varieer. In die geval van Mandlankuzi byvoorbeeld het hierdie syfer gevarieer vanaf een tot een en sestig. Miskien moet hierdie geweldige variasie by Mandlankunzi ook in verband gebring word met die groot

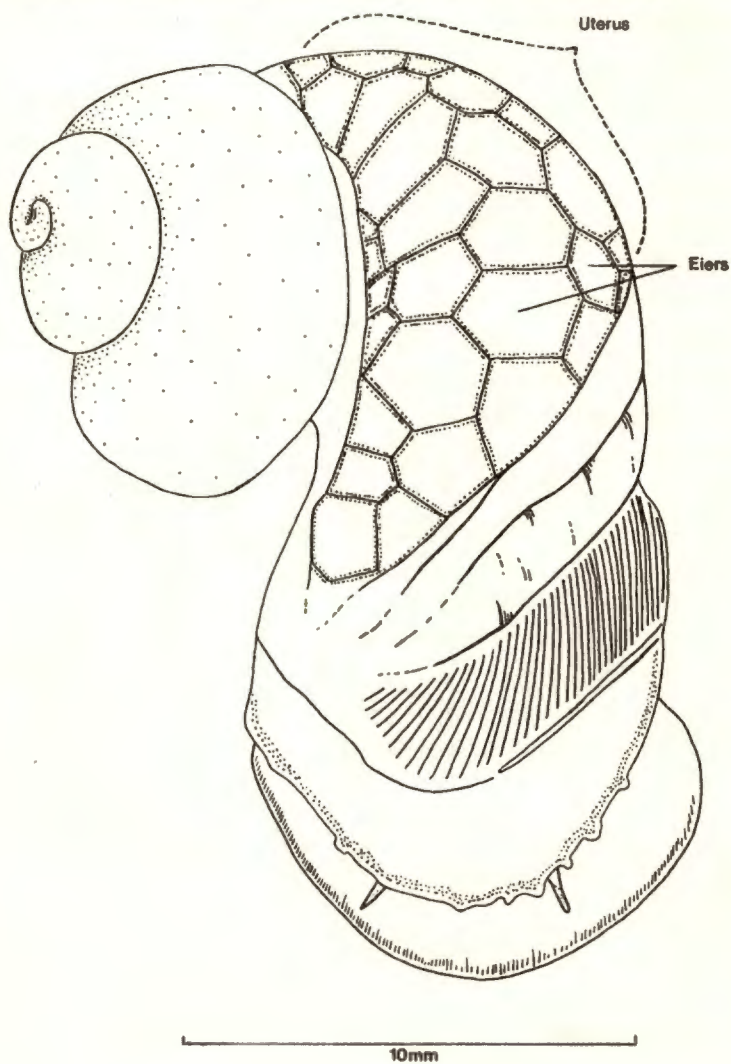
Figuur 34.

Dragtige wyfie vanuit Sibayameer om die vier
embrio's wat in 'n enkelry gerangskik was
te illustreer



Figuur 35.

Dragtige wyfie vanuit Nhlole 2 om die rangskikking van die 49 eiers in die uterus te illustreer



Tabel 15

Embrio's in die uterus: Monstergemiddelde getalle en verwante gegewens

Monster	n	$\bar{X}E$	Omvang	$\bar{X}L$	SA
Sibaya	26	3,73	1-9	24,87	1,60
Nhlole 2	27	18,63	2-52	23,42	3,34
Banzi 2	18	12,89	4-34	23,94	2,26
Mandlankunzi	254	11,44	1-61	20,65	3,42
Gwebi	23	9,83	2-33	25,58	4,44

n = getal dragtige eksemplare

\bar{X} = gemiddeld van monster

E = embrio's

SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

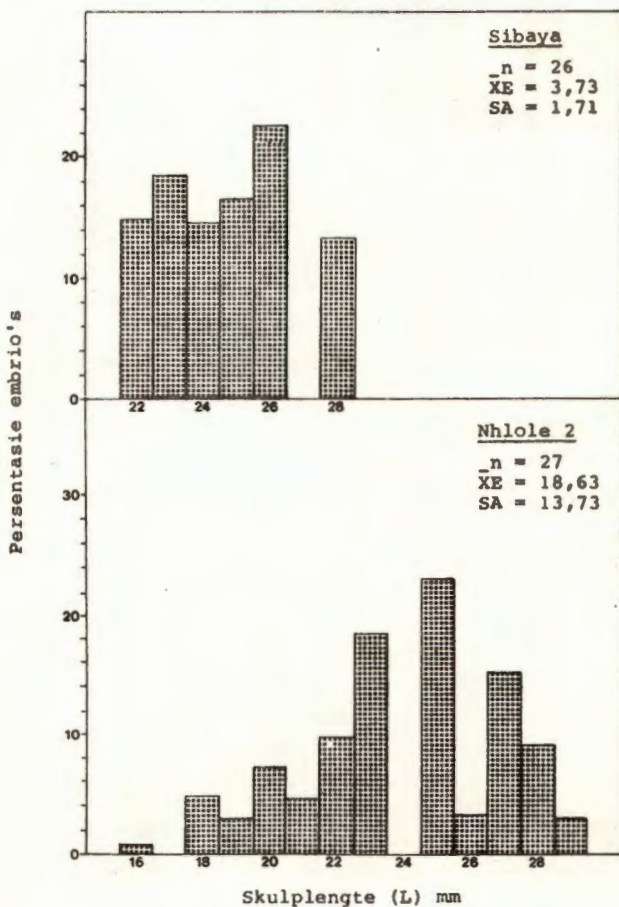
Figuur 36.

Embryo's: persentasie voorkoms in wyfies met ongeveer dieselfde skulplengte. Klasinterval = 1 mm

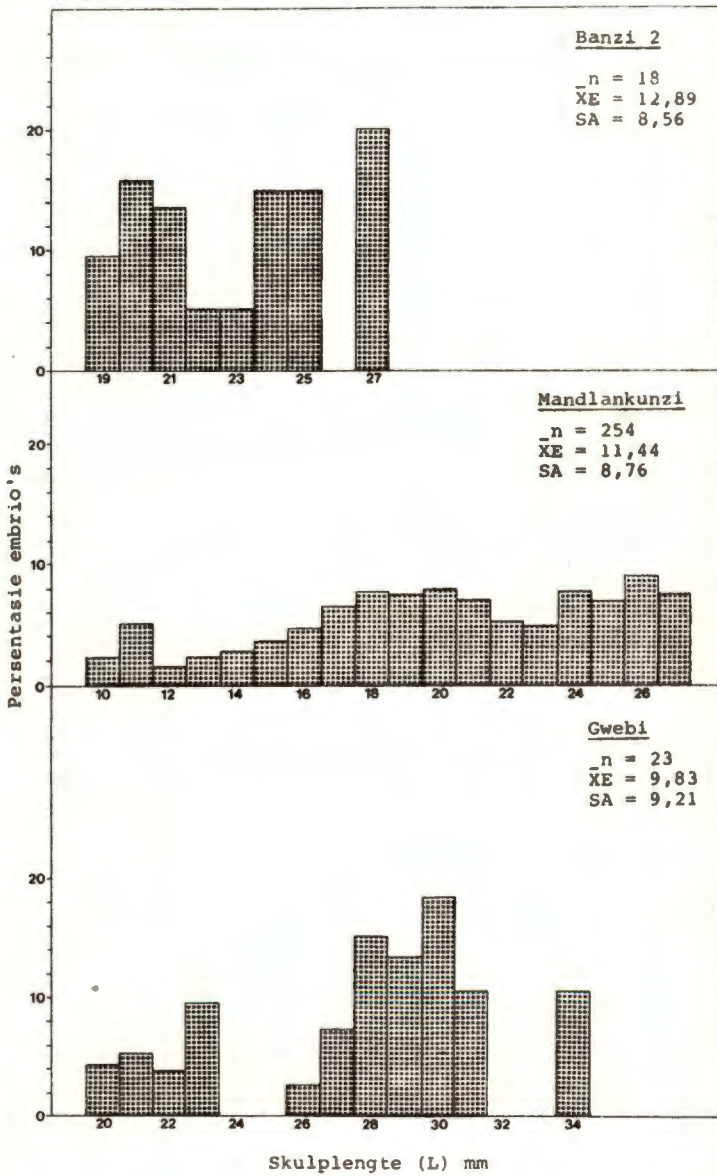
n = getal wyfies

\bar{X} E = gemiddelde getal embryo's per wyfie

SA = standaardafwyking



Figuur 36. (Vervolg)



skulplengte-omvang wat in hierdie monster verteenwoordig is, want soos voorheen gemeld, kom dit voor asof die kleiner wyfies minder embryo's as die groter dra (kyk ook figuur 36). Dit bied miskien ook 'n verklaring vir die omstandigheid dat Rohrbach (1937) gevind het dat *B. unicolor* en *B. capillata* tot 86 en 25 tot 40 embryo's respektiewelik in die uterus mag hê, want ook hy (Rohrbach, 1937) het gewerk met slakke waarvan die skulplengte tussen ongeveer 7 en 27 mm gevarieer het.

Verder het Brown (1965) tot 28 embryo's (die getal slakke ondersoek en die grootte van die diere word nie gemeld nie) by *B. unicolor* gevind en Wright (1963) rapporteer agt embryo's in die uterus van 'n wyfie van dieselfde spesie vanuit Angola (kyk ook tabel 17).

Kleur

Die grootste ooreenkoms tussen die skulpe van die embryo's vanuit al die verskillende vindplekke is die ligte geelbruin kleur wat mettertyd verander sodat dit naderhand 'n kleur het wat met dié van die substraat ooreenstem.

Skulpvorm

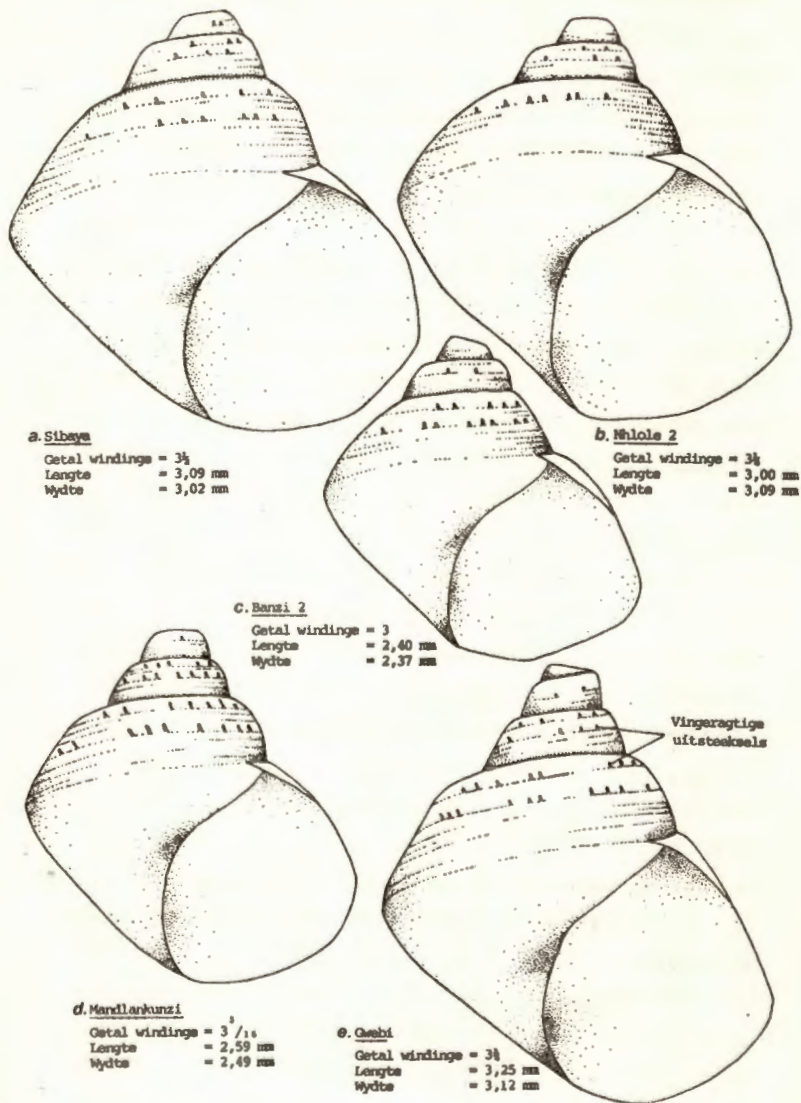
Tipes het die embryo's van *B. unicolor* lae koniese spirale met plat sykante, terwyl die trapvormige voorkoms by *B. capillata* onderskeidend is (WGO,

1973). Wat presies egter met hierdie trapvormige voorkoms bedoel word, is nie seker nie want as die opeenvolgende windinge mekaar op so 'n manier opvolg dat die resultaat daarvan die indruk van trappe skep, beteken dit noodwendig dat óf die konus vinniger moet vergroot óf die spiraal verder weg van die Y-as moet beweeg. Dit beteken ook verder dat as hierdie tendens met verdere groei gehandhaaf word dan behoort hierdie skulpe (d.w.s. die skulpe van *B. capillata*) eintlik minder slank as die van *B. unicolor* te wees. Tog wil dit uit die literatuur voorkom of dit net die teenoorgestelde is (kyk tabel 17, L/W), naamlik *B. capillata* wat oor die algemeen 'n slanker skulp as *B. unicolor* het. 'n Ander meer aanvaarbare moontlikheid dus, is dat met trapvormig bedoel word dat die boonste gedeelte van die winding 'n sterk skouer vorm en die onderste gedeelte van die winding dieper terug sny na die sentraalas. In hierdie ondersoek is gevind dat skulpe van al die ondersoekte embryo's (1 700 in totaal), met dié van *B. capillata* ooreenstem en hierdie voorkoms word in figuur 37 geïllustreer.

Ornamentasie

By die embrionaalskulpe van *V. dissimilis* (Müller) en *V. bengalensis* vanuit Indië, rapporteer Rao (1925) vir beide spesies en Annadale & Sewell (1921) vir laasgenoemde spesie, drie rye filamentagtige uitsteeksels van die periostrakum. Enkele outeurs soos Rohrbach (1937) en Wright (1963) maak melding

Figuur 37. Skulpe van embryo's



van die aanwesigheid van sulke uitsteeksels by
embrio's van Afrika-spesies van *Bellamyia* (*B. unicolor* en *B. capillata*) en Connolly (1939) noem dat
so-iets by groter skulpe van *B. sambesiensis* voorkom.
Nóg Rohrbach (1937), nóg Wright (1963) vermeld die
getal rye waarop hierdie setae voorkom en kan 'n
waardebepaling van die gebruik hiervan in die
taksonomie nie gemaak word nie.

Skulpe van alle embrio's vanuit al die ondersoekte
bevolkingsmonsters toon ook die teenwoordigheid van
sulke uitsteeksels, maar is in hierdie geval slegs
in twee rye gerangskik (Fig. 37) en wil dit tog
voorkom asof hierdie eienskap verdere ondersoek
regverdig.

Getal windinge

Wright (1963) beweer dat die embrio's van *B. unicolor*
vanuit Angola gebore word wanneer die skulpie
naastenby drie windinge het. Afhangende van die
stadium van ontwikkeling varieer die getal windinge
by skulpies wat uit uterusse verwyder en ondersoek
is, vanaf twee en 'n half tot drie en 'n driekwart
winding. Ongeveer twintig slakkies wat net na geboorte
ondersoek is se getal windinge het gevarieer
tussen drie en 'n kwart tot drie en 'n driekwart
winding.

Tabel 16

Embrio's: Skulplengte en verwante gegwens

Monster	Getal ♀ ondersoek	Getal embrio's ondersoek	\bar{X}_L Embrio's	SA	\bar{X}_L ♀	SA	\bar{X} Getal embrio's per ♀	SA
Sibaya	10	40	3,85	0,39	25,22	1,49	5,60	1,71
Nhlole 2	10	40	2,84	0,35	25,55	2,78	25,90	13,73
Banzi 2	10	40	2,68	0,26	24,61	1,75	14,00	8,56
Mandlan= kunzi	10	40	2,87	0,20	22,34	1,84	16,90	8,76
Gwebi	10	40	3,35	0,30	29,36	3,35	15,80	9,21

 \bar{X} = gemiddeld van monster

SA = standaardafwyking

L = skulplengte in millimeter

Embriogrootte

Die lengte van die embrioskulp van *B. capillata* word deur WGO (1977) aangegee as minder as 6 mm, deur Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) as 5 tot 6 mm en die skulpe van embrio's van *B. unicolor* word deur Rohrbach (1937) aangegee as 2,5 tot 3 mm en deur Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) as ietwat minder as 5 mm (Tab. 17). Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) beweer dat geeneen van die volledig ontwikkelde embrio's van *Bellamyia*, afkomstig vanuit verskeie vindplekke en wat deur hom ondersoek is, minder as 4,2 mm lank is nie.

'n Aanduiding van die variasie met betrekking tot die lengtes en wydtes van hierdie skulpies is te vind in figuur 37 en hierdie embrioskulpe kan geensins as kleiner replikas van hul ouers beskou word nie. In sommige gevalle is die skulpe selfs wyer as wat hulle lank is (Fig. 37b).

In tabel 16 word die gemiddelde skulplengte van die veertig grootste embrio's vanuit tien wyfies met naastebly dieselfde skulplengte (L) vanuit die verskillende lokaliteite met mekaar vergelyk. Hieruit is dit duidelik dat die skulplengte varieer tussen 2,68 mm (Banzi 2) en 3,85 mm (Sibaya).

Tabel 17 'n Opsommende vergelyking van *B. capillata* en *B. unicolor* met Suid-Afrikaanse eksemplare van *Bellamyia*

Monster	Sibayameer	Pongolapanne	Sibaya in vergelyking met Pongolapanne	<i>B. capillata</i>	<i>B. unicolor</i>
Skulp lengte (L)	Tot 28mm. \bar{X} = 24,6 Omvang (21-28mm) n = 40	Tot 35mm. \bar{X} = 22,2 Omvang (5-35mm) n = 687	Sibaya kleiner Panne 188 van 148 skulpe groter as 28mm	Rohrbach (1937) 27,8mm Connolly (1939) 22,3mm WGD (1973) en 1977) tot 33mm	Rohrbach (1937) 23,5mm Wright (1963) 17,5mm Brown (1965) 27,7mm WGD (1973) minder as 30mm
Wingslengte	\bar{X} = 6,4 \bar{X} L = 23,4mm Omvang (20-24mm) n = 20	\bar{X} = 6,0 \bar{X} L = 22,8mm Omvang (20-24mm) n = 50	Sibaya meer wingslengte	Rohrbach (1937) 5½ 5½	Rohrbach (1937) 5½ Mandahl-Barth (1954) 6 Brown (1965) 6 5½-6½
L/W	\bar{X} = 1,30 \bar{X} L = 23,4mm Omvang (20-24mm) n = 20	\bar{X} = 1,26 \bar{X} L = 22,5mm Omvang (20-24mm) n = 254	Sibaya skulpe slanker	Rohrbach (1937) 1,37 Connolly (1939) 1,38 WGD (1973) 1,43 WGD (1977) 1,47-1,50 1,37-1,50	Rohrbach (1937) 1,26 Wright (1963) 1,25 Brown (1965) 1,30-1,42 WGD (1973) 1,30 WGD (1973) 1,38 1,25-1,42
HL/WHL	\bar{X} = 1,25 \bar{X} L = 23,4mm Omvang (20-24mm) n = 20	\bar{X} = 1,29 \bar{X} L = 22,5mm Omvang (20-24mm) n = 254	Sibaya mondopenings meer gerond	Connolly (1939) 1,30 1,30	De Azevedo (1961) 1,23 Wright (1963) 1,10 Crowley et al., (1964) 1,30 1,10-1,30
Kleur (skulp)	Lig gmelbruin deurgaanse	Oorwegend olyfgroen	Sibaya verskillend opvallend	Rohrbach (1937) gmel, gmel- olyf WGD (1973) groen, donker- bruin	Rohrbach (1937) witgroen, geelroos, donker violet Wright (1963) olyfgroen Crowley et al., (1964) olyfgroen, bruin
Skouers	Platterig in profiel	Gerond tot hoekig	Panne meer egalig gerond	Rohrbach (1937) Sinn goed ontwikkel	Rohrbach (1937) geen skouers Wright (1963) goed ontwikkel Brown (1965) swak ontwikkel
Groeiaringe	\bar{X} = 4 Omvang (0 tot 7)	\bar{X} = 1 Omvang (0 tot 6)	Sibaya meer groei- ringe	Rohrbach (1937) 5 tot 7 5-7	Rohrbach (1937) 1 tot 2 1-2
Rotumsle	Sluit met 'n hoek by die basis aan (kmal)	Sluit met 'n hoek by die basis aan (kmal)		Rohrbach (1937) goed gevormde kiel Connolly (1939) korntaaf	Rohrbach (1937) swak kiel Wright (1963) eensadig gerond Crowley et al., (1964) korntaaf
Umbilikus	\bar{X} = half oop Varieer van byna ge- slore tot oop	\bar{X} = half oop Varieer van byna ge- slore tot oop		Rohrbach (1937) oop tot toe Connolly (1939) baie nou	Rohrbach (1937) feitlik toe Mandahl-Barth (1954) oop Wright (1963) wyd oop Crowley et al., (1964) baie nou
Kallus	Swak ontwikkel (5%)	Minder swak ontwikkel (5%)	Sibaya sterkste ontwik- kel	Geen gegewens	Geen gegewens
Langstewerzigende skulptuuringe	Minder opvallend	Opvallend	Panne meer opvallend	Rohrbach (1937) swak tot goed	Rohrbach (1937) swak

Tabel 17 (Vervolg)

Spiraalstulpvorming	Duidelik gegolf	Duidelik gegolf	Pauze meer opvallend By albei groepe in elk geval opvallend	WGD (1973 en 1977) soms aanwesig Mendahl-Barth (pers. med. 1977) Nie aanwesig?	Mendahl-Barth (1954) dikwels aanwesig Wright (1963) Sjn, goed ontwikkel- baar Brown (1965) fyn-gegolf Rohrbach (1937) dikwels rooi-violet De Aarwede (1961) onse
Kleur (Slyte materiaal)	Ligte violet	Grys	Sibaya verskille opvallend	Geen gegewens	Rohrbach (1937) dikwels rooi-violet De Aarwede (1961) onse
Spysverterings- stelsel	Geen sigbare verskille				
HW, HW, HL	HW = 77,0 µm HW = 19,5 µm HL = 10,0 µm	HW = 74,5 µm HW = 13,1 µm HL = 8,7 µm	Sibaya groter	Geen gegewens	Geen gegewens
Mesokemasvorm	Afgeplat (59%)	Intensiedier (47 tot 64%)	Sibaya oor die algemeen afgeplat	Rohrbach (1937) geen verskille tussen <i>B. capitata</i> en <i>B. unicolor</i> Mendahl-Barth (1968) <i>B. capitata</i> <i>Kalánguistawis</i> feitlik rond	Rohrbach (1937) geen verskille tussen <i>B. capitata</i> en <i>B. unicolor</i> Wright (1963) intensiedier vol- gens figuur Brown (1965) afgeplat volgens figuur
Getal koniese aanskrante van mesokemas	4 tot 8	4 tot 8		Geen gegewens	De Aarwede (1961) 5 Wright (1963) 7 Brown (1965) 3 tot 7
Lateral- en marginaalende	Geen sigbare verskille			Onbelangrik?	Onbelangrik?
♂ Oeslagetelsel	Geen samevatting vanuit Sibaya of Pongolapans			Rohrbach (1937) testis is halfsonvormig met albei punte gerond	Rohrbach (1937) voorpart van testis aansienlik smaller as <i>B. capitata</i>
♀ Oeslagetelsel	Geen sigbare verskille			Geen verskille	
Embryo- rangskikking	Embrye (In alle gevalle)	1 tot 4 rye	Sibaya embrye	Rohrbach (1937) 1 tot 2 rye WGD (1973) 1 tot 2 rye	Rohrbach (1937) verskillende rye Brown (1965) 1 tot 3 WGD (1973) 3 tot 4
Embryo-getalle	\bar{x} = 4 Omvang 1 tot 9	\bar{x} = 14 Omvang 1 tot 61	Sibaya minder embryo's per wyfie	Rohrbach (1937) 25 tot 40 25-40	Rohrbach (1937) tot 86 Wright (1963) 8 Brown (1965) tot 28
Embryo-spiraal	Tropvormig	Tropvormig		WGD (1973) tropvormig	WGD (1973) lae koniese spiraal met plat profiel
Embryo-vindings	3 tot 3½ grootste embryo's in uterus	2½ tot 3½ grootste embryo's in uterus	Sibaya embryo's meer vindings	Rohrbach (1937) 3½ Embryo's in uterus	Rohrbach (1937) 2½ tot 3 Wright (1963) 3 By geboorte
Embryo-afmetings	\bar{x} = 3,85 mm. Omvang (3,06-4,99 mm) Grootste embryo's in uterus gemaakte	\bar{x} = 2,79 mm. Omvang (2,68-3,35 mm) Grootste embryo's in uterus gemaakte	Sibaya groter	Rohrbach (1937) 4 tot 5 mm WGD (1977) minder as 6 mm Mendahl-Barth (pers. med. 1977) 5 tot 6 mm	Rohrbach (1937) 2,5 tot 3,0 mm Mendahl-Barth (pers. med. 1977) minder as 5 mm

Tabel 10

'n Opsomende vergelyking tussen die monsters vanuit Sibayameer en Pongolapenne met *B. capillata* en *B. unicolor*

	Sibaya toon ooreenstemming met ■		Pongolapenne toon ooreenstemming met ■		Opmerkings
	<i>B. capillata</i>	<i>B. unicolor</i>	<i>B. capillata</i>	<i>B. unicolor</i>	
Skulp lengte (L)		■	■		XL van Pongolapenne is kleiner, maar 'n groter getal kleiner skulpe in hierdie monster aanwesig
NLdinge		■		■	
L/W	■			■	
ML/W					Geen betroubare afleiding kan gemaak word nie
Kleur (skulp)					Variasie m.b.t. kleur aangegee in literatuur vir <i>B. capillata</i> en <i>B. unicolor</i> so groot dat sonder in hierdie ondersoek enige van hierdie twee spesies kan wees
Skouers					Variasie aangegee vir <i>B. unicolor</i> so groot dat dit beide ondersoekte monsters oorskot. Gegeens m.b.t. <i>B. capillata</i> in literatuur onvoldoende
Groei ringe	■			■	
Kolumella	■		■		
Ombilikus *					Gegeens vir <i>B. capillata</i> en <i>B. unicolor</i> van so 'n aard dat dit feitlik enige moontlike variasie insluit
Kallus					Geen gegewe beskikbaar vir <i>B. capillata</i> en <i>B. unicolor</i>
Lengteverloop van die skulpturering		■	■		
Spiraalskulpturering					
Kleur (sagte materiaal)					Geen gegewe vir <i>B. capillata</i> . In die geval van <i>B. unicolor</i> wel geel, blougroen tot rooiroet. Uitspraak dus onseker
Spyverteringstelsel					
FW, MW, ML					Geen gegewe van hierdie aard beskikbaar vir <i>B. capillata</i> of <i>B. unicolor</i>
Mesokonusvorm					Gegewe in literatuur van so 'n aard dat geen betekenisvolle afleiding gemaak kan word nie
Getal konusse weerskante van mesokonus					Geen gegewe vir <i>B. capillata</i> . Geen betekenisvolle afleiding dus moontlik
Lateraal- en marginaalrande					
♂ Geslagstelsel					Geen mermetjies vanuit Sibaya of Pongolapenne. Geen betekenisvolle afleiding dus moontlik
♀ Geslagstelsel					
Embriorangskikking	■			■	As hierdie eienskap werklik taksonomiese waarde het dan stem Sibaya ooreen met <i>B. capillata</i> en Pongolapenne met <i>B. unicolor</i>
Embriogetalle	■			■	
Embriospiraal	■		■		
Embrioringe	■		■		
Embriogskulp lengte	■			■	As hierdie eienskap taksonomiese waarde het word deur MOO (1977) en Masahli-Burch (pers. med. 1977) voorgegee word stem Pongolapenne ooreen met <i>B. unicolor</i> en die groter embrio's van Sibaya met <i>B. capillata</i>

5 GEVOLGTREKKINGS

Dit wil voorkom asof die monsters wat in hierdie werk ondersoek is in twee groepe verdeelbaar is, want die monster vanuit Sibayameer verskil in verskeie opsigte redelik opvallend van die monsters vanuit die panne in die Pongolarivier. Die eksemplare vanuit Sibayameer kan onderskei word op grond van hulle ietwat slanker skulpe, die kleur van die skulp wat liggeel is, windinge wat in profiel meer plat vertoon, die aanwesigheid van meer groeiringe, die ligte violetkleur van die sagte materiaal, tande wat oor die algemeen groter afmetings het, die mesokonus wat oor die algemeen afgeplat is, embryo's wat in 'n enkelry gerangskik is, die klein embryogetal en skulplengte van die embryo's wat oor die algemeen groter is (Tab. 17).

Word die monsters vanuit Sibayameer en Pongolapanne afsonderlik met *B. capillata* en *B. unicolor* vergelyk (Tab. 18), dan is dit duidelik dat met betrekking tot daardie eienskappe waaroor daar vergelykbare gegewens in die literatuur bestaan, die monsters vanuit Sibaya grootliks ooreenstem met *B. capillata*. Dit geld veral vir daardie eienskappe waaraan daar besondere taksonomiese waarde geheg word naamlik skulplengte, spiraalskulpturering, rangskikking van die embryo's, totale getal embryo's in die uterus, spiraal van die embryo en die lengte van die skulp van die embryo. Met betrekking tot hierdie monster egter (d.w.s. Sibaya), merk Mandahl-

Barth (persoonlike mededeling, 1977) op dat hy dit betwyfel of hierdie diere *B. capillata* is vanweë die ligte kleur, egalig geronde koniese (regularly conical?) spiraal en die gegolfde spiraalskulptuering wat hulle heeltemal onderskei van monsters van *B. capillata* wat hy ondersoek het vanuit Rhodesië, Zambië, Tanzanië, en Zaïre. Met betrekking tot die monsters vanuit Pongolapanne merk Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) op dat hulle taamlik tipiese *B. capillata* verteenwoordig ten spyte van die omstandigheid dat die eiers in baie gevalle in meer as twee rye gerangskik is. Tog het die monsters vanuit Pongolapanne ook heelwat eienskappe in gemeen met *B. unicolor* soos onder andere die ietwat minder slank skulp, kleiner getal groeiringe, die embryo's wat oorwegend in meer as twee rye gerangskik is, groot getal embryo's en die embryo's waarvan die skulpe kleiner as dié van *B. capillata* is (Tab. 18).

As op grond van bogenoemde gegewens aanvaar kan word dat die monster vanuit Sibaya *B. capillata* is, dan moet die monsters vanuit die Pongolapanne sekerlik as intermediêr tussen *B. capillata* en *B. unicolor* geklassifiseer word en dit onderskryf net weer die waarnemings van Connolly (1939), Brown (1965 en 1967), WGO (1973) en Mandahl-Barth (persoonlike mededeling, 1977) dat *B. capillata* en *B. unicolor* baie naverwant is en indien nie dieselfde spesie nie, in sommige gebiede baie moeilik van mekaar onderskei kan word.

Ongelukkig is die vergelykbare gegewens vir *B. capillata* en *B. unicolor* in die literatuur nie van so 'n aard dat hierdie uitspraak met enige mate van sekerheid gemaak kan word nie en dit beklemtoon net weer die noodsaaklikheid van 'n meer uitgebreide en intensiewe werk op die verteenwoordigers van hierdie genus, ook in suidelike Afrika.

6 OPSOMMING

1. Die doel van hierdie ondersoek is om 'n basis te stel vir verdere werk wat mag lei tot 'n behoorlike hersiening van die verteenwoordigers van die genus *Bellamyia* in suidelike Afrika.

2. Die ondersoek is gebaseer op vier bevolkingsmonsters vanuit KwaZulu, een vanuit Rhodesië, en drie manlike eksemplare vanuit Okavango.

3. 'n Groot aantal *Bellamyia*-spesies kom wyd verspreid in Afrika voor en eksploiteer 'n verskeidenheid van habitattipes. Dit blyk asof verteenwoordigers van hierdie genus aansienlik verder suidooswaarts verspreid is as wat aanvanklik vermoed is.

4. Aandag is hoofsaaklik geskenk aan geselekteerde aspekte van die skulp, radula en embrio's aangesien dit wou voorkom of hierdie kenmerke van belang mag wees by die uitkenning van spesies. Ten spyte van die omstandigheid dat die uitwendige morfologie, anatomie van die spysvertering- en geslagstelsel blykbaar geen taksonomiese waarde het nie, is dit egter ook ondersoek en beskryf.

5. 'n Klein persentasie van die skulpe vanuit die Pongolapanne is langer as 30 mm, terwyl die Sibaya-eksemplare nie 28 mm skulplengte oorskry nie.

6. Alhoewel die intrabevolkingsvariasie met betrekking tot getal windinge groot is, is daar geen betekenisvolle verskil tussen die monsters vanuit die verskillende vindplekke wat hierdie eienskap betref nie.

7. Die interbevolkingsvariasie met betrekking tot die slankheid van die skulp (L/W) en die vorm van die mondopening (ML/MW) is klein en monsters kan nie op grond van hierdie eienskappe geskei word nie. Verder neem die slankheid van die skulp (L/W) in alle gevalle toe met verhoogde skulplengte (L), terwyl die vorm van die mondopening (ML/MW) geensins neig om slanker te word met toename in skulplengte nie.

8. Die kleur van die skulp stem ooreen met die kleur van die substraat. Die eksemplare vanuit die Sibayameer het 'n geelbruin kleur terwyl skulpe vanuit die oorblywende lokaliteite olyfgroen is.

9. By skulpe vanuit Sibayameer is skouers soms goed ontwikkel, maar die profiel van die winding direk laer af is plat in vergelyking met eksemplare vanuit die Pongolapanne en Gwebirivier waar hierdie kenmerk meestal as gerond beskryf kan word.

10. Die grootste persentasie skulpe vanuit Sibayameer het vier groeiringe op die liggaamswinding, terwyl skulpe vanuit die oorblywende lokaliteite oorwegend geen of slegs een groeiring het.

11. Alhoewel die kolumella met die kiel aan sy basis, half oop umbilikus en redelik sterk gevormde kallus oorwegend die beste verteenwoordig is in al die bevolkingsmonsters, is die kallus by Sibaya-skulpe die sterkste en by Gwebi-skulpe die swakste ontwikkel.

12. Lengteverlopende skulpturering asook gegolfde spiraalskulpturering is by Sibaya-eksemplare minder opvallend as by skulpe vanuit enige ander lokaliteit.

13. Met betrekking tot die operkulum kon geen verskille tussen die monsters waargeneem word nie.

14. Die interbevolkingsvariasie met betrekking tot wentelasposisie (D), translasiakoers (T) en uitsettingkoers (W) is klein. By Sibaya-eksemplare egter beweeg die konusse die verste weg van die Y-as af (D) en is hulle windinge die minste omvattend (T).

15. Die kleur van die sagte materiaal is violet in die geval van die slakke vanuit Sibayameer en skakerings van grys in die geval van die monsters vanuit die Pongolapanne en Gwebirivier. Geen verdere uitwendige verskille kon egter waargeneem word nie.

16. Geen anatomiese verskille met betrekking tot die morfologie van die spysverteringstelsel, kon

tussen die verskillende monsters waargeneem word nie.

17. Die gemiddelde waardes van die kroonwydte (KW), mesokonuswydte (MW) en mesokonuslengte (ML) van mediaantande is in die geval van Sibaya-eksemplare hoër as by enige van die ander vindplekke. Verder bestaan die neiging by alle tandaspekte om toe te neem met toename in skulplengte.

18. Alhoewel afgeplatte, intermediêre en ronde mesokonusse gewoonlik saam op dieselfde radula gevind word, oorheers die afgeplatte tipe by die Sibaya-slakke en die intermediêre tipe by die oorblywende vier monsters.

19. Die getal konusse aan weerskante van die mesokonus varieer van vier tot agt by al die bevolkingsmonsters, dentikels is dikwels aanwesig, die vorm van die eerste en tweede lateraaltande stem in 'n groot mate ooreen met dié van mediaantande en marginaaltande het in alle gevalle 'n tipiese kamagtige voorkoms.

20. Geen mannetjies kon by die ondersoekte monsters gevind word nie en hierdie verskynsel regverdig verdere ondersoek.

21. Geen verskille met betrekking tot die morfologie van die vroulike geslagstelsel kon tussen

die verskillende bevolkingsmonsters waargeneem word nie.

22. Die persentasie dragtige wyfies vanuit die onderskeie vindplekke verskil aansienlik en varieer vanaf 54% (Nhlole 2) tot 85% (Banzi 2).

23. By alle Sibaya-eksemplare is embryo's in die uterus in 'n enkelry gerangskik terwyl embryo's van wyfies vanuit al die ander lokaliteite in een tot vier rye gerangskik is.

24. Alhoewel die intrabevolkingsvariasie met betrekking tot die getal embryo's groot is en kan varieer vanaf een tot een en sestig, is daar by wyfies vanuit Sibayameer nooit meer as nege embryo's gevind nie.

25. Die spirale van alle ondersoekte embryo's vanuit al die lokaliteite het die tipiese trapvormige voorkoms.

26. Skulplengtes van embryoslakke vanuit die verskillende vindplekke varieer tussen 2,68 mm (Banzi 2) en 3,85 mm (Sibaya).

27. In die lig van bogenoemde ondersoekte eien skappe blyk dit asof die monster vanuit Sibayameer geskei kan word van die monsters vanuit die Pongolapanne op grond van 'n hele aantal kenmerke.

Verder vertoon die monster vanuit Sibayameer groter ooreenkoms met *B. capillata* as met *B. unicolor* en sou hierdie eksemplare as *B. capillata* geklassifiseer word, dan moet die monsters vanuit die Pongolapanne noodwendig as intermediêr tussen *B. capillata* en *B. unicolor* beskou word. Voldoende vergelykbare gegewens vir *B. capillata* en *B. unicolor* ontbreek egter en maak 'n betroubare uitspraak in hierdie verband onmoontlik.

7 BEDANKINGS

My opregte waardering teenoor die volgende persone en instansies:

Dr. G. Oberholzer onder wie se leiding hierdie studie onderneem is.

Proff. J.A. van Eeden en P.A.J. Ryke vir hul belangstelling.

Drr. S.J. Pretorius, K.N. de Kock en J.G. van As vir hul aanmoediging en hulp wat ten alle tye beskikbaar was.

Prof. F.D. du Plooy vir die waardevolle vertaling uit Duits.

Dr. V.L. Hamilton-Attwell en Mnr. C. Geldenhuys vir hul fotografiese hulp.

Mnr. G. Bernardo van die Departement Fisika vir sy hooggewaardeerde hulp by die AnalooGREKENAAR.

Al my kollegas van die Departement Dierkunde vir hul belangstelling en advies.

Susan, vir haar waardevolle hulp met die werking van resultate en samestelling van die verhandeling.

Mev. B. John vir die fraai tikwerk.

Die Natalse Parkeraad wat die versamelings in die Ndumu-Wildreservaat moontlik gemaak het.

Fiona Matthews vir die beskikbaarstelling van materiaal uit Rhodesië.

Die SAMNR wat hierdie studie finansiëel moontlik gemaak het.

8 LITERATUUR

- ANNANDALE, N. 1924. The evolution of the shell-sculpture in fresh-water snails of the family Viviparidae. Proc. Roy. Soc. Lond. (B) 96: 60-76.
- ANNANDALE, N. & SEWELL, R.B.S. 1921. The banded pond snail of India (*Vivipara bengalensis*). Rec. Ind. Mus. Calcutta. 22: 217-291
- BROWN, D.S. 1965. Freshwater gastropod Mollusca from Ethiopia. Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.) Zool. 12, 2: 40-44.
- BROWN, D.S. 1967. A review of the freshwater Mollusca of Natal and their distribution. Ann. Natal Mus. 18,2: 477-493.
- BRUTON, M.N. 1975. Lake Sibaya - a land-locked estuary. Scientiae. 16,6: 19-28.
- CONNOLLY, M. 1939. A monographic survey of South African non-marine Mollusca. Ann. S. Afr. Mus. 33,1: 557-560.
- COOK, P.M. 1948. A ciliary feeding mechanism in *Viviparus viviparus* (L.). Proc. malac. Soc. Lond. 27: 265-271.
- CROWLEY, T.E., PAIN, T. & WOODWARD, F.R. 1964. A monographic review of the Mollusca of Lake Nyasa. Mus. Roy. de L'Afrique

- Centrale. Tervuren serie in 8^o, sciences zoologiques 131: 17-19.
- *DAUTERT, E. 1929. Zool. Jb. Abt. Anatomie 50: 433-496.
- FRAGA DE AZEVEDO, J. & DE MEDEIROS, L.C. 1961. Fresh water Mollusks of the Portuguese overseas provinces III - Mollusks of Mozambique. Estudos, ensaios e documentos. 88: Lisboa. 291-293.
- *FRANZ, V. 1928a. Paludinenstudien zur Frage der rezenten *Paludina diluviana*. Bibl. Genetica, Leipzig.
- *FRANZ, V. 1932. Über *Viviparus*. Gedenkschr. med. nat. Ges. Jena. 18, 1.
- FRETTER, V. & GRAHAM, A. 1962. British Prosobranch Molluscs. Their functional anatomy and ecology. The Ray Society. 44. London. 755p.
- HAAS, F. 1936. Binnen-Mollusken aus Inner-Afrika, hauptsächlich gesammelt von Dr. F. Haas während der Schomburgk-Expedition in den Jahren 1931/32. Abh. senckenberg. naturf. Ges. 431: 37-39.
- HAMILTON-ATTWELL, V.L. & VAN EEDEN, J.A. 1969. The shell, radula, pallial organs and reproductive system of *Bulinus (Bulinus) depressus* Haas (Mollusca: Basommatophora). Wetenskaplike Bydraes P.U. vir C.H.O.

Reeks B: Natuurwetenskappe 9: 1-54.

- *HANIEL, C.B. 1921. Variationsstudien an timorensischen *Amphidromus*-Arten. Z. Abst. Vererb. 25.
- *HUBENDICK, B. 1948. Über den bau und das wachstum des konzentrischen Operculartypus bei Gastropoden. Ark. Zool. 40A, 10: 1-28.
- HUNT, S. 1976. The Gastropod operculum: A comparative study of the composition of Gastropod opercular proteins. J. Moll. Stud. 42,2: 251-260.
- JENNINGS, A.C. 1972. Morfologiese aspekte van *Bulinus (Bulinus) scalaris* (Dunker) (Mollusca:Basommatophora) uit sy tiep=lokaliteit. Ongepubliseerde verhandeling, Potch. Univ. vir C.H.O., R.S.A. 101p.
- *JOUSSEAME, F. 1886. Coquilles du Haut-Sénégal. Bull. Soc. Zool. France. II.
- *KESSEL, E. 1933. Über die schale von *Viviparus viviparus* L. und *Viviparus fasciatus* Müll. Z. Morph. Ökol. Tiere. 27.
- *KRULL, H. 1935. Anatomische untersuchungen an einheimischen Prosobranchiern und Beiträge zur Phylogenie der Gastropoden. Zool. Jb. Abt. Anat. 60.

- *LANG, A. 1908. Über die Bastarde von *Helix hortensis* Müll. und *Helix nemoralis* L. Diss. Jena.
- MANDAHL-BARTH, G. 1954. The freshwater molluscs of Uganda and adjacent territories. Ann. Mus. Roy. Congo Belg. Tervuren serie in 8^o, sciences zoologiques 32: 1-37.
- MANDAHL-BARTH, G. 1958. Intermediate hosts of *Schistosoma*. African *Biomphalaria* and *Bulinus*. Wld Hlth Org. Mon. Ser. 37: 132p.
- MANDAHL-BARTH, G. 1968. Freshwater Molluscs in Hydrobiological survey of the Lake Bangweulu Luapula river basin. 12. Cercle Hydrobiologique de Bruxelles, België. 28-30.
- OBERHOLZER, G. 1970. Contributions to the morphology, distribution, and taxonomy of some African species of the subgenus *Bulinus* (Müller) (Mollusca: Basommatophora). Ongepubliceerde proefskrif, Potch. Univ. vir C.H.O., R.S.A. 180p.
- OBERHOLZER, G., BROWN, D.S. & VAN EEDEN, J.A. 1970. Taxonomic characters of the radula in the *Bulinus natalensis/tropicus* complex (Basommatophora: Planorbidae) in eastern southern Africa. Wetenskaplike Bydraes P.U. vir C.H.O. Reeks B: Natuurwetenskap 10: 1-61.

- PILSBRY, H.A. & BEQUAERT, J. 1927. The aquatic Molluscs of the Belgian Congo with a geographical and ecological account of Congo malacology. Bull. Am. Mus. nat. Hist. 53: 202-210.
- PRETORIUS, S.J. & VAN EEDEN, J.A. 1969. Some aspects of the morphology of *Lymnaea natalensis* Krauss (Mollusca: Basommatophora). Wetenskaplike bydraes P.U. vir C.H.O. Reeks B: Natuurwetenskappe 6: 1-111.
- RAO, H.S. 1925. Anatomy of Viviparidae. Rec. Ind. Mus. Calcutta 27: 130-132.
- *RAO, H.S. 1929. Gastropod molluscs of Indawgi Lake. Ibid. 31: 280p.
- RAUP, D.M. 1966. Geometric analysis of shell coiling: general problems. J. Paleontology 40, 5: 1178-1190.
- RAUP, D.M. 1969. Modeling and simulation of morphology by computer. Proc. N. Am. Paleontological Convention B: 71-83.
- RAUP, D.M. & MICHELSON, A. 1965. Theoretical morphology of the coiled shell. Science 147,3663: 1294-1295.
- ROHRBACH, F. 1937. Oekologische und morphologische untersuchungen an *Viviparus (Bellamya) capillatus* Frauenfeld und *Viviparus (Bellamya) unicolor* Olivier, unter berücks

sichtigung anderer tropischer formen und im hinblick auf phyletische beziehungen. Arch. Moll. 69: 177-217.

- SCHUTTE, C.H.J. & VAN EEDEN, J.A. 1959. Contributions to the morphology of *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss). 1. The shell and radula. Ann. Mag. nat. Hist. 13,11: 1-20.
- STIGLINGH, I. 1960. Contributions to the morphology of *Bulinus tropicus* (Krauss). Ongepubliseerde verhandeling, Potch. Univ. vir C.H.O., R.S.A. 62p.
- *TECHOW, G. 1910. Zur kenntnis der schalenregeneration bei den Gastropoden. Arch. Entwick-Mech. 31: 258-288.
- VAN AARDT, W.J. & VAN EEDEN, J.A. 1969. Bydraes tot die morfologie van *Bulinus (Physopsis) africanus* (Krauss) (Mollusca: Basommatophora). Wetenskaplike bydraes P.U. vir C.H.O. Reeks B: Natuurwetenskappe 5: 1-72.
- VAN CLEAVE, H.J. & LEDERER, L.G. 1932. Studies on the life cycle of the snail, *Viviparus contectoides*. J. Morphol. 53: 499-522.

- VAN CLEAVE, H.J. & McDAVID RICHEY, E. 1936.
Studies on the radula in snails of the
genus *Viviparus*. Trans. Am. Mic. Soc.
55, 2: 223-229.
- VAN DER SPOEL, S. 1958. Groei en ouderdom bij
Viviparus contectus (Millet, 1813) en
Viviparus viviparus (Linné, 1758).
Basteria 22,4: 77-90.
- VAN EEDEN, J.A. 1958. Two useful techniques in
freshwater malacology. Proc. malac.
Soc. Lond. 33: 64-66.
- VAN EEDEN, J.A., OBERHOLZER, G., & PRETORIUS, S.J.
1962. A method for preparing stained
whole mounts of freshwater snail radulae.
Separata de Revista de Biologia 3, 2-4:
199-200.
- WATSON, H. 1955. The names of two common species
of *Viviparus*. Proc. Malac. Soc. Lond.
31: 163-174.
- WEATHERLEY, P. 1898. Circumnavigation of Lake
Bangweulu (July to September 1896).
Geogr. J. Lond. 12: 241-262.
- WGO. 1973. A field guide to African freshwater
snails. 2: East African species.
Danish Bil. Lab. Charlottenlund, Den=
mark. 51p.

- WGO. 1977. A field guide to African freshwater snails. 4: South East African species. Danish Bil. Lab. Charlottenlund, Denmark. 40p.
- WRIGHT, C.A. 1963. The freshwater Gastropod Mollusca of Angola. Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.) Zool. 10,8: 505-506.
- *ZIMMERMAN, F. 1925. Untersuchungen über die Variabilität einiger Arten des Genus *Carychium* Müll. Z. ind. Abst. Vererb. 37.

Werke aangedui met * is nie in die oorspronklike gesien nie.