

MASARYKOVA UNIVERZITA

Přírodovědecká fakulta

Ústav botaniky a zoologie

**Ekologie rybích společenstev Národního
parku Niokolo Koba v Senegal**

Diplomová práce



Brno 2009

Ivona Petrášová

Vedoucí DP: RNDr. Martin Reichard, Ph.D.

Souhlasím s uložením této diplomové práce v knihovně Ústavu botaniky a zoologie PřF MU v Brně, případně v jiné knihovně MU, s jejím veřejným půjčováním a využitím pro vědecké, vzdělávací nebo jiné veřejně prospěšné účely, a to za předpokladu, že převzaté informace budou řádně citovány a nebudou využívány komerčně.

14. 5. 2009

Ivona Petrášová

Děkuji vedoucímu diplomové práce RNDr. Martinu Reichardovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky k obsahové i formální stránce, které mi poskytl při zpracování tématu mojí diplomové práce. Děkuji Mgr. Markétě Ondračkové, Ph.D. za praktickou pomoc a dobré rady. Děkuji svým blízkým za podporu.

Tato diplomová práce byla vypracována s finanční podporou projektu Grantové agentury Akademie věd České republiky: Biodiverzita a ekologie vybraných obratlovců západní Afriky (IAA6093404).

OBSAH

OBSAH.....	1
ABSTRAKT.....	2
EKOLOGIE RYBÍCH SPOLEČENSTEV NÁRODNÍHO PARKU NIOKOLO Koba V SENEGALU	2
ECOLOGY OF FISH COMMUNITIES IN THE NATIONAL PARK NIOKOLO Koba, SENEGAL.....	3
1. CÍLE PRÁCE	4
2. ÚVOD.....	5
2.1. SLADKOVODNÍ RYBY A PODMÍNKY V TROPICKÝCH SLADKÝCH VODÁCH	6
2.2. ICHTYOFAUNA AFRICKÝCH SLADKÝCH VOD.....	9
2.3. ZÁPADOAFRICKÉ DRUHY RYB A PŘEHLED DOSAVADNÍCH STUDIÍ Z OBLASTI	12
2.4. ŘEKA GAMBIE A NÁRODNÍ PARK NIOKOLO Koba	15
2.5. LIPIDY A SOMATICKÁ KONDICE RYB	18
2.6. DRUH <i>BARBUS MACROPS</i>	19
3. MATERIÁL A METODIKA	20
4. VÝSLEDKY	28
4.1. SEZNAM DRUHŮ	28
4.2. ABUNDANCE	30
4.3. POTRAVNÍ SPECIALIZACE	31
4.4. INDEXY DIVERZITY A ANALÝZA RYBÍCH SPOLEČENSTEV	33
4.5. DRUH <i>BARBUS MACROPS</i>	44
4.5.1. <i>Somatická kondice / lipidy</i>	44
4.5.2. <i>Velikostní analýza <i>Barbus macrops</i></i>	46
5. DISKUZE.....	50
6. ZÁVĚR.....	59
7. LITERATURA	60

ABSTRAKT

Ekologie rybích společenstev Národního parku Niokolo Koba v Senegal

Tato práce navazuje na bakalářskou práci Rybí společenstva řek západní Afriky. Pojednává o společenstvu ryb Národního parku Niokolo Koba v Senegal, popisuje abiotické podmínky, které ovlivňují složení společenstev ryb a podává přehled studií ryb v dané oblasti. Práce obsahuje seznam druhů ryb, které byly nalezeny během čtyřletého výzkumu ve středním toku Gambie, jsou zde uvedeny způsoby jejich odlovu a charakterizovány jednotlivé lokality. Seznam zahrnuje 63 druhů sladkovodních ryb v 22 čeledích a 9 řádech, které byly odloveny na 88 lokalitách, členěných do 21 skupin podle habitatu. Společenstvo ryb je charakterizováno seznamem druhů, abundancí, indexy diverzity a dominancí. Společenstvo je vyrovnané a nejpočetnějším druhem je *Rhabdalestes septentrionalis*. Vybraná populace *Barbus macrops* byla zkoumána z hlediska somatické kondice a velikostního složení. Je možno říct, že řeka Gambie není typickou řekou súdánské podoblasti, protože v sobě kombinuje složky súdánské a guinejské ichtyofauny. Ve srovnání s podobně velkými řekami ve vlhčích oblastech Afriky se v ní vyskytuje méně druhů.

Ecology of fish communities in the National Park Niokolo Koba, Senegal

This thesis is continuation of BSc. thesis titled „The fish communities of West African rivers“ and focuses on fish communities of the National park Niokolo Koba in Senegal. It describes abiotic factors affecting structure of fish communities and presents an overview of ichthyological studies from the area. The thesis includes species list from a four-year research on the middle reach of the Gambia River, presents methodology of sample collection and characteristics of particular collection sites. The species list includes 63 species from 22 families and 9 orders, which were sampled at 88 localities divided into 21 groups according to habitat type. Fish community is characterized by species list, abundance, diversity indices and dominance. The overall fish community in the National park has high evenness. The most abundant species was *Rhabdalestes septentrionalis*. The chosen populations of *Barbus macrops* were studied in terms of condition and size, using lipid extraction as a surrogate for body condition. It is possible to conclude that the River Gambia is not a typical river of Soudanian region, because it combines Soudanian and Guinean components. Compared to other West African rivers of similar size, especially with rivers from humid regions, the Gambia has lower species richness.

1. CÍLE PRÁCE

Diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci s názvem **Rybí společenstva řek západní Afriky** a je založena na analýze dat, které jsem během ní zpracovala.

Hlavním cílem této práce je analýza rybích společenstev, velikostního složení a somatické kondice vybraných vzorků *Barbus macrops* z oblasti Národního parku Niokolo Koba v Senegal v západní Africe. Hlavní část práce se týká srovnání vzorků mezi jednotlivými odběry a mezi typy habitatu. Jedinci druhu *Barbus macrops* jsou srovnávány z hlediska velikostního složení a somatické kondice.

Práce je členěná na typické oddíly, kdy úvodní rešeršní část je doplněna základními údaji o metodice odlovů, metodikou zpracování vzorků a statistického zpracování dat. Hlavní část tvoří výsledky analýz dat získaných v aluviu řeky Gambie ve sledované oblasti Národního parku Niokolo Koba. Následuje část diskuze a seznam literatury.

Cíle této diplomové práce se dají shrnout do následujících bodů:

1. analyzovat společenstva ryb Národního parku Niokolo Koba z hlediska taxonomického, funkčního a potravního
2. analyzovat velikostní složení a somatickou kondici druhu *Barbus macrops*

2. ÚVOD

Společenstva (cenózy) jsou heterotypické kolektivy složené z populací různých druhů, které jsou vzájemně spjaté složitými vztahy (LOSOS et al., 1984) a které se společně vyskytují v prostoru a čase (BEGON, 1997). Vyznačují se složitou organizací a různou biologickou diverzitou. Za cenózu můžeme považovat společenstvo povodí, řeky, jezera atd. (LOSOS et al., 1984). V tomto konkrétním případě je to společenstvo ryb národního parku. Biologická diverzita je definována jako rozmanitost a abundance druhů v dané jednotce studie. Tato diverzita je tvořena dvěma složkami: druhovou bohatostí a vyrovnaností (MAGURRAN, 2004).

Společenstva se vyznačují specifickými diagnostickými znaky, které je výstižně charakterizují. Podle nich je můžeme hodnotit a vzájemně srovnávat (LOSOS et al., 1984). Pro popis složení společenstva můžeme vypracovat seznam druhů, použít indexy diverzity, diagramy „pořadí-četnost“ a mnoho statistických analýz (BEGON, 1997). Distribuce druhové abundance se dá zobrazit použitím různých grafických metod. Nejpoužívanější je Whittakerův graf (rank/abundance plot) a $\log(x)$ frekvenční rozložení. Druhová bohatost je nejdůležitější parametr biologické diverzity. Indexy diverzity čerpají informaci obsaženou v rozložení abundance druhů a shrnují ji do jednoduché statistiky. Jedním z nejpoužívanějších indexů diverzity je Shannonův index, který shrnuje diverzitu i vyrovnanost (MAGURRAN, 2004).

Pro určité typy prostředí jsou společenstva charakteristická. V prostředích s podobnými ekologickými podmínkami se opakují podobná společenstva. Mají podobné druhové složení, strukturu i funkci (LOSOS et al., 1984). Společenstva mohou mít stejnou bohatost i vyrovnanost, ale mohou se lišit v taxonomické diverzitě druhů (MAGURRAN, 2004).

2.1. Sladkovodní ryby a podmínky v tropických sladkých vodách

Ryby jsou nejstarší a nejpočetnější skupinou recentních obratlovců. Je známo více než 30 000 druhů ryb, z nichž je asi 43% sladkovodních druhů (NELSON, 2006). Sladkovodní ryby tvoří čtvrtinu biodiverzity obratlovců, která je koncentrována v méně než 0,01% vod planety (LÉVÊQUE, 2006). Sladkovodní ryby se dělí na primárně sladkovodní a sekundárně sladkovodní (ROBERTS, 1975). Primárně sladkovodní druhy se vyvinuly ve sladké vodě a nejsou schopny tolerovat brakickou vodu (např. Cyprinidae, Characidae). Sekundárně sladkovodní druhy se vyvinuly z mořských druhů a snášejí slabě brakickou vodu (např. Cichlidae) (LOWE-MCCONNELL, 1987). Rozdělení biodiverzity v sladkovodních systémech můžeme přirovnat k ostrovům. Ryby se nemohou mezi sladkovodními systémy lehce přemisťovat, proto se musí adaptovat nebo vyhynout. To z nich dělá vhodné indikátory přírodních podmínek a trendů vodní biodiverzity, protože ovlivňují distribuci a početnost dalších vodních organizmů (LÉVÊQUE, 2006).

Sladkovodní prostředí můžeme rozdělit na tekoucí (lotické prostředí - řeky) a stojaté vody (lentické prostředí – jezera, rybníky, bažiny) (LÉVÊQUE, 2006). Striktní rozdělení druhů na lotické a lentické není snadné, protože i lotické druhy ryb mohou v období sucha obývat zbytková jezera. V průběhu záplav se na hlavní tok napojí velké území a lentické druhy se dostávají do řek. V řekách se tvoří lentické podmínky v bočních kanálech a v pomalu tekoucím až stojatém toku.

Mnoho velkých říčních systémů má svá přidružená jezera. Během geologické minulosti se tvar jejich toků a propojení mohlo radikálně měnit. Tektonické změny vytvářely bariéry, které izolovaly rybí populace v jezerech, zatímco řeky přinášely do lokální fauny nové druhy (LOWE-MCCONNELL, 1987).

Ve srovnání se společenstvy mírného pásma jsou tropická společenstva rostlin a živočichů druhově bohatší a mají složité mezidruhové vztahy (LOMOLINO et al., 2006). Toto obecné pravidlo platí také pro faunu ryb. Ze známých druhů ryb žije většina v tropických a subtropických oblastech světa. Kolem 8 000 druhů ryb žije v pobřežních oblastech teplých moří v hloubce maximálně 200 metrů, zatímco podobný habitat studených moří obývá pouze 1 130 druhů. Největší počet je však sladkovodních druhů ryb (8 500), které se nacházejí hlavně ve velkých říčních systémech a tropických jezerech. V Amazonce žije více než 1 300 druhů, v Kongu téměř 700 druhů. Pro srovnání: v Mississippi žije pouze 250 a v celé Evropě 192 druhů ryb. V každém z velkých

afriických jezer jako je Viktoriino jezero, Tanganika nebo Malawi se nachází víc než 200 druhů ryb, mnohé z nich jsou endemické.

Ze 445 čeledí ryb je 7 největších zastoupeno v tropických vodách. Do čeledi Cyprinidae, Gobiidae, Characidae (sensu lato), Cichlidae, Labridae, Loricariidae a Serranidae patří 30% z celkového počtu ryb (LOWE-MCCONNELL, 1987).

Přírodní podmínky v kontinentálních vodách jsou určeny vnějšími a vnitřními vlivy (LÉVÊQUE, 2006). Tropické regiony jsou charakterizovány vysokými teplotami a relativně malými sezónními změnami teploty a délky dne (tzv. fotoperiody). V rovníkové oblasti je délka dne prakticky konstantní a to 12 hodin v průběhu celého roku. Sezónní změny v tropických vodách jsou primárně způsobeny režimem větru a kolísáním srážek, což mění výšku vodní hladiny a vede k pravidelným záplavám velkého území. Sezónní variabilita klimatu, srážek a záplav se více projevuje s rostoucí zeměpisnou šířkou. Vysoké teploty v průběhu roku urychlují vývoj a růst ryb. Záplavy mají také vliv na biologii ryb (LOWE-MCCONNELL, 1987).

Řeky v tropických oblastech se dělí do dvou skupin podle typu území, kterým protékají. Řeky savanových a pralesních oblastí se výrazně liší biotickými podmínkami. V rovníkové oblasti toky chrání před přímým dopadem slunečního záření lesní porost. Ve vyšších zeměpisných šířkách tečou řeky savanou a často nejsou chráněny před slunečním zářením. Pralesní řeky zůstávají chladnější, s nedostatkem světla pro fotosyntézu. Pronikání světla vodním sloupcem je často dále redukováno přítomností huminových kyselin, které tmavě zbarvují vodu. Rozklad listového opadu způsobuje, že jsou tyto toky velmi kyselé a mají nižší obsah kyslíku. Prales také chrání vodní hladinu před působením větru. Oblastmi s vysokými srážkami, kde rostou deštné pralesy, protékají permanentní říční systémy, protože pralesy zabraňují vypařování vody (LOWE-MCCONNELL, 1987). V okolí rovníku padá déšť v průběhu celého roku, zatímco víc na jih a na sever srážek ubývá, jsou sezónní. Méně srážek v oblasti savan a pouští způsobuje, že řeky se sezónně zmenšují, postupně vysychají a někdy ze souvislých toků zůstávají pouze sezónní tůně (LÉVÊQUE, 2006). Řeky savanových oblastí se rychle prohřejí a mají dostatek světla pro růst rostlin. Množství kyslíku v těchto tocích je také variabilní a jeho množství prudce klesá, když voda stoupne a zaplavená vegetace začne zahnívat. Množství rozpuštěného kyslíku je však doplněno pohybem hladiny působením větru, změnami teploty v průběhu dne a fotosyntézou (LOWE-MCCONNELL, 1987).

Nejdůležitějším ekologickým faktorem pro vodní prostředí je hydrologie a objem vody, které závisí hlavně na množství srážek a jejich rozložení v průběhu roku (LÉVÊQUE,

2006). Střídání období sucha a dešťů způsobuje mnohé fyzické a chemikální změny v abiotických podmínkách velkých řek (např. prudký nárůst rychlosti toku, pokles teploty, větší turbidita, změny v chemii vody) i menších toků (např. částečné nebo celkové vysychání, prostorové zmenšení, izolace, zvýšení teploty, snížení obsahu kyslíku). Pokud k těmto jevům dochází sezónně, tak nejsou katastrofické a mnoho vodních druhů je dobře přizpůsobeno podmínkám, které periodické záplavy přináší. Ryby reagují na stoupání hladiny a putují do zaplavených vodních habitatů, které se vytváří v jindy suchých oblastech. Limitujícím faktorům lentického prostředí během záplav se některé druhy přizpůsobily, většina však aktivně migruje v toku řeky (LOWE-MCCONNELL, 1987).

2.2. Ichtyofauna afrických sladkých vod

Sladkovodní ryby se vyskytují ve všech šesti pevninských zoogeografických oblastech: australské, neotropické, etiopské, indomalajské, nearktické a palearktické (OPATRNÝ, 1999), z nichž první čtyři zasahují do tropického pásu (LOWE-MCCONNELL, 1987).

Africká ichtyofauna je v současnosti velmi bohatá. V Africe je známo asi 3 000 druhů sladkovodních ryb ve 42 čeledích. Je to výsledek dlouhé evoluční historie, v průběhu které na ryby působili procesy speciace a vymírání spolu s klimatickými a geologickými událostmi, které izolovaly rybí populace nebo umožňovaly migraci a obsazení nových habitatů (LÉVÊQUE, 2006). Africká ichtyofauna je charakteristická vysokým stupněm endemismu. Pro Afriku endemických je 18 čeledí. Mnoho dalších endemitů je na rodové úrovni (LOWE-MCCONNELL, 1987).

V Africe žije přes 2000 sladkovodních a brakických druhů ryb (kromě čeledi Cichlidae) patřících do 340 rodů a 75 čeledí (LÉVÊQUE, 2006). Celých 90% z primárně sladkovodních druhů ryb patří do čtyř taxonomických skupin: Mormyridae (více než 200), Characoidei (190), Cyprinidae (více než 300), Siluroidei (300) (ROBERTS, 1975). Tyto počty během posledních 30 let dále vzrostly, jednak popisem nově nalezených druhů a jednak popisem nových druhů v rámci druhů již existujících (např. NORRIS, 2002).

Druhově nejbohatšími čeleděmi jsou Cichlidae s 870 druhy (LÉVÊQUE, 2006), Cyprinidae s 475 druhy a endemická čeleď Mormyridae s více než 200 druhy. Na druhou stranu některé endemické čeledi (např. Hepsetidae) jsou zastoupeny pouze jedním nebo dvěma druhy (LOWE-MCCONNELL, 1987).

Primárně sladkovodní druhy patří do 27 z celkem 76 čeledí ryb a tvoří 50% známých druhů. Sekundárně sladkovodní jsou ryby ze dvou čeledí s 38%. Zbývajících 12% patří 47 čeledím ryb brakických vod (LÉVÊQUE, 2006).

LOWE-MCCONNELL (1987) dělí ichtyofaunu Afriky do pěti biogeografických oblastí: súdánské, guinejské, oblasti Konga, Zambezi a východního pobřeží. Rozdělení je založeno především na základě velkých povodí. LÉVÊQUE (2006) dělí Afriku na deset oblastí (*obr. 1*).



Obrázek 1: Hlavní biogeografické oblasti africké ichtyofauny (LÉVÊQUE, 2006):

- 1 maghrebská,
- 2 nilskosúdánská,
- 3 hornoguinejská,
- 4 dolnoguinejská,
- 5 oblast Konga,
- 6 oblast Quanza,
- 7 oblast Zambezi,
- 8 oblast východního pobřeží,
- 9 jižní oblast,
- 10 oblast Madagaskaru.

V současnosti tropickou Afrikou protékají čtyři hlavní říční systémy (Niger, Nil, Kongo, Zambezi) a mnoho menších řek, které tečou na západní a východní pobřeží. Nejbohatší ichtyofaunu, čítající 690 druhů (80% endemitů) má Konžská nížina (LOWE-MCCONNELL, 1987). Ichtyofaunu severní tropické Afriky tvoří druhy tří oblastí: nilsko-

súdánské, hornoguinejské a dolnoguinejské (LÉVÊQUE, 2006). Západní Afriku je možno rozdělit na súdánskou a guinejskou oblast, které se výrazně liší podmínkami prostředí i ichtyofaunou (LOWE-MCCONNELL, 1987). LÉVÊQUE (2006) dělí sladkovodní ryby do tří skupin, na druhy súdánské, guinejské a smíšené. Súdánská ichtyofauna je evolučně nejstarší. V celé oblasti se vyskytují druhy, které dokazují historické propojení Nilu, horního Konga a západní Afriky v oblasti Čadského jezera (LOWE-MCCONNELL, 1987).

Nilsko-súdánská ichtyofauna je rozšířena po celé nilsko-súdánské oblasti. Severní hranice rozšíření je dána klimatem. Většina těchto druhů ryb v Senegal, Nigeru a v Čadské nížině dosahuje tak daleko na sever, jak tečou řeky. Reliktní populace některých druhů se nachází v západní a centrální Sahaře. Jižní hranice je vymezena klimaticky tropickými deštnými pralesy, Atlantickým oceánem a rozvodím Konžské nížiny. Povodí Volty je osídleno jen nilsko-súdánskými druhy, tak jako povodí řeky Senegal. Avšak řeka Bafing, která teče z pohoří Fouta Djallon na sever, je osídlena výlučně guinejskými druhy. Primárně i sekundárně sladkovodní ryby v dolním a středním toku Gambie jsou především nilsko-súdánské, kdežto horní tok Gambie má guinejskou ichtyofaunu. Nilsko-súdánské druhy se pravděpodobně dostaly do Gambie z řeky Senegal překonáním vzdálenosti mezi jejich dolními toky ve vlhčích klimatických periodách. Některé druhy sekundárně sladkovodních ryb (např. halančici a cichlidy) se do toku mohly dostat přes brakickou vodu. Řeka Niger a říční systém Čadského jezera je v blízkosti dvou guinejských povodí Cross a Sanaga. V Crossu se nachází mnoho nilsko-súdánských druhů, pravděpodobně jako výsledek rozšíření bažinatou oblastí na dolním toku Nigeru a Crossu (ROBERTS, 1975).

2.3. Západoafrické druhy ryb a přehled dosavadních studií z oblasti

PAUGY et al. (1994) definuje západní Afriku jako region jižně od Sahary po deltu řeky Senegal na severozápadě, Čadskou pánev na severovýchodě a řeku Cross (Nigérie) na jihovýchodě. K tomuto území s rozlohou téměř tři miliony kilometrů čtverečních patří většina súdánských povodí (s výjimkou povodí Nilu) a povodí menších lesních toků tropické západní Guineje (od Guinei-Bissau po Nigérii). Hlavními toky oblasti jsou řeky Niger, Senegal, Volta, Gambie a Cross (LÉVÊQUE, 2006).

Západní Afrika byla předmětem velkého počtu výzkumných projektů a vzhledem k tomu je ichtyofauna této oblasti jednou z nejlépe prozkoumaných. 50 řádů primárně sladkovodních ryb (61 i s euryhalinními), které se zde vyskytují, zahrnuje 163 (180) rodů a 528 (558) druhů (PAUGY et al., 1994).

Geomorfologický reliéf západní Afriky tvoří především roviny s několika izolovanými vrcholy. Reliéf a klima dělí řeky na řeky tekoucí dvěma geografickými a faunistickými podoblastmi. Guinejská podoblast zahrnuje tropické lesy ovlivněné rovníkovým klimatem a súdánská podoblast zahrnuje savany na severu s tropickým a subtropickým klimatem. Do guinejské podoblasti patří povodí s malou rozlohou tekoucí na jih či jihozápad do Atlantického oceánu. Súdánská podoblast zahrnuje povodí, které tečou oblastí Sahelu. Patří zde povodí, které protékají aridními regiony, které zúrodňují rozsáhlá záplavová území. Mezi nejdůležitější patří oblast řek Niger, Senegal, Volta a jezero Čad s řekou Chari. Tato geografická diverzita ovlivňuje složení fauny v jednotlivých podoblastech a biologické cykly druhů (PAUGY et al., 1994).

Tyto dvě geografické podoblasti se liší podnebím, množstvím srážek, počtem povodní a prostředím. Podle množství srážek můžeme rozlišit dvě hlavní klimatické oblasti západní Afriky. Typ klimatu závisí na pohybu tropické fronty, která přináší dvě masy vzduchu. Vlhký vzduch pochází z moří na jihu, teplý a suchý z pevniny na severu. Od prosince do března je fronta na jihu (5° zem. šířky), kde převládá suchý kontinentální vzduch až po lesní zónu. Od března se fronta přesouvá na sever a severní hranici (20° zem. šířky) dosáhne v červenci až srpnu. V září se fronta vrací na jih a jižní hranice dosáhne v březnu. Pozice fronty řídí sezónní variabilitu, především množství srážek. Období dešťů se prodlužuje od severu k jihu. Na severu trvá několik týdnů v červenci a srpnu, více na jihu trvá období dešťů od června do září. Na pobřeží existují čtyři sezóny: dlouhé období sucha

(listopad – březen), dlouhé období dešťů (duben – červenec), krátké období sucha (srpen – září) a krátké období dešťů (říjen – listopad) (PAUGY et al., 1994).

Hydrologie řek se mění v závislosti na množství a distribuci srážek v průběhu roku. V rovníkových oblastech padají srážky během celého roku, zatímco v oblasti tropické jsou koncentrované do krátké periody období dešťů (LÉVÊQUE, 2006). Následkem toho rozeznáváme dva hlavní režimy: tropický (savana) a rovníkový (tropické lesy). Tropický režim je charakteristický jednou povodní, rovníkový dvěmi, kdy první je důležitější. Rozdělení řek podle tohoto kritéria je komplikované tím, že velké řeky mohou téct územím s různým podnebím. Proto jejich celkový režim je komplexním výsledkem hlavních klimatických událostí (PAUGY et al., 1994). Dopad záplav závisí na tvaru povodí. Malé řeky vykazují větší změny v průběhu záplav, než větší toky, kde jsou záplavy mírnější, protože povodňová vlna se rozdělí do mnohých přítoků (LÉVÊQUE, 2006).

Přítomnost lesa také závisí na množství srážek v průběhu roku. Na jihu je mozaika primárního lesa a zemědělských oblastí (plantáží), směrem na sever následují zóny přechodná, súdánská, sahel a saharská poušť.

Současné rozšíření druhů je výsledkem klimatických a geologických událostí, které zasáhly západní Afriku během čtvrtohor. V průběhu posledních 30 000 let druhy ovlivnilo střídání suchých a vlhkých období. Suché období izolovalo druhy a často vedlo k evolučním změnám (diferenciace, speciace, extinkce), vlhké období podporovalo výměnu druhů díky spojením mezi různými povodími. V tomto období se vytvořily současné bariéry mezi regiony (PAUGY et al., 1994).

Mnoho druhů žijících v guinejské a súdánské podoblasti přizpůsobilo své biologické cykly různým vnějším podmínkám (PAUGY et al., 1994). Pro ryby západní Afriky existují dvě hlavní strategie tření. První skupinu tvoří druhy, které mají jedno krátké třecí období před záplavami a jikry produkují najednou, ve velkém množství. Druhou skupinu tvoří druhy, které produkují malé dávky jiker v pravidelných intervalech během celého roku (PAUGY, 2002). PAUGY et al. (1994) pak upřesňuje, že v súdánské oblasti, kde sezónně existuje drasticky nízký stav vody, se druhy rozmnožují jednou a to v průběhu období dešťů. V guinejské oblasti kladou ryby jikry v průběhu celého roku, protože řeky mají stálou hladinu vody.

Z hlediska potravní biologie, druhy súdánské regionu vykazují oportunističtější, který jim umožňuje přežít období nízkého stavu vody, kdy na mnoha místech zůstávají jen zbytkové tůně. Přes tuto schopnost oportunističtější však existují značné mezidruhové rozdíly v potravní biologii. PAUGY et al. (1994) rozděluje ryby západní Afriky do šesti hlavních

trofických skupin na limnivorní (detritofágové, např. *Labeo*), mikro/makrofytofágní (např. *Citharinus*, *Distichodus*, *Tilapia*), zooplanktofágní (např. *Chelaethiops*), omnivorní (např. *Alestes*, Clariidae, Schilbeidae), insektivorní (např. Mormyridae, Bagridae, Mochokidae) a ichtyofágní (dravci, např. *Hydrocynus*, *Hemichromis*, *Lates*).

Oblast tropické Afriky je intenzivně zkoumána. Zatímco britští, němečtí, rakouští a japonští vědci zkoumají hlavně jezera a cichlidy východní Afriky, řeky a záplavové oblasti západu zkoumali vědci z francouzsky mluvících zemí (LÉVÊQUE, 2006). Detailní přehled faunistických studií oblasti západní Afriky udává PAUGY et al. (1994). Začátkem 20. století bylo publikováno důležité dílo Boulengera (1909-1916), který v této oblasti sbíral africké kontinentální druhy do sbírek Britského muzea. V díle detailně popsal 1425 druhů živočichů a jejich rozšíření, včetně mnoha druhů ryb. V roce 1923 Pellegrin publikoval práci týkající se ichtyofauny západní Afriky (od Senegalu po Niger) (PELLEGRIN, 1923), ve které uvádí 35 čeledí a 293 druhů ryb. Nezahrnul však ichtyofaunu oblasti Čadské nížiny.

Po druhé světové válce pobývalo několik ichtyologů v této oblasti delší dobu, což vyústilo v detailnější průzkum místní ichtyofauny. V tomto období bylo vydáno několik regionálních prací, které poskytují přehled o ichtyofauně Ghany (IRVINE et al., 1947), oblasti Mont Nimba na rozhraní Libérie, Guinei a Pobřeží slonoviny (DAGET, 1952, 1963), horního Nigeru (DAGET, 1954), Gambie (JOHNELS, 1954), oblasti Niokolo Koba (DAGET, 1961), Guinejské nížiny (DAGET, 1962), Čadu (BLAFNE et al., 1964), Pobřeží slonoviny (DAGET & IKTUS, 1965) a oblasti Ogun v severní Nigérii (SYDENHAM, 1977).

Na konci 20. století, díky dalšímu rozvoji ichtyologického výzkumu v Africe, spojilo několik specialistů své výsledky a publikovali rozsáhlý Katalog ryb sladkých vod Afriky (DAGET et al., 1984-1991). Příprava Katalogu podpořila další výzkum v různých oblastech západní Afriky. V roce 1985 byla provedena faunistická inventarizace a taxonomická revize hlavních toků západní Afriky, včetně sahelských povodí (LÉVÊQUE et al., 1991). Výsledkem taxonomické práce je Ichtýofauna sladkých a brakických vod západní Afriky (LÉVÊQUE et al., 1990, 1992), která udává 61 čeledí, 180 rodů a 558 druhů pro celou oblast západní Afriky. Množství nových poznatků o ichtyofauně západní Afriky vyústilo ve vydání rozsáhlého dvousvazkového díla Ryby sladkých a brakických vod západní Afriky (PAUGY et al., 2003).

2.4. Řeka Gambie a Národní park Niokolo Koba

Řeka Gambie pramení v pohoří Fouta Djallon v Guinei, teče na sever a v oblasti Národního parku Niokolo Koba se stáčí západním směrem, protéká oblastí savany a vlévá se do Atlantického oceánu. Gambie teče územím států Guinea, Senegal a Gambie. Má délku 1 120 kilometrů a plochu 77 000 km² (PAUGY et al., 1994). Řeka se dá ekologicky rozdělit na dvě zóny: sladkovodní a brakickou. Slaná voda proniká až 200 kilometrů od ústí řeky (LOUCA et al., 2008). Řeka Gambie je jedním z osmi posledních velkých říčních systémů (delší než 1000 km) v Africe s volným tokem a jediným v západní Africe. V roce 2011 má v Senegalu na řece vyrůst vodní elektrárna. Výzkum společenstva ryb je tedy o to důležitější, protože se dá předpokládat, že po zásahu do toku se změní společenstvo živočichů, které zde žijí (LOUCA et al., 2008).

Ichtyofauna řeky je označována jako nilsko-súdánská a na horním toku se nacházejí guinejské druhy ryb (LOUCA et al., 2008). Celý tok řeky je poměrně dobře prozkoumán. Ryby dolního toku zkoumala švédská expedice v první polovině 20. století (SVENSSON, 1933), v současné době zde probíhá intenzivní výzkum, převážně francouzských vědců (ALBARET et al., 2004; GUILLARD et al., 2004; LAE et al., 2004; VIDY et al., 2004; ECOUTIN et al., 2005; PANFILI et al., 2006; SIMIER et al., 2006; LOUCA, 2006). Střední tok zkoumali v 50. letech 20. století Francouzi (DAGET, 1956), stejně jako horní tok (DAGET, 1962).

DAGET (1960) dělí povodí řeky Gambie na tři regiony: horní, střední a dolní tok a popisuje hlavní ichtyofaunu v každém regionu. DAGET (1956) uvádí, že druhová bohatost ryb horní Gambie klesá se stoupající nadmořskou výškou. V hlavním toku a přítocích zaznamenal devět druhů: *Barbus ablaves*, *B. pobeguini*, *B. salessei*, *B. dialonensis*, *Amphilius rheophilus*, *A. platychir*, *Procatopus lamberti*, *Hemichromis bimaculatus* a *Tilapia zillii*. Nejsou to však všechny druhy, které se v horní Gambii nacházejí (DAGET, 1956).

Fauna středního toku je podle výzkumu z Národního parku Niokolo Koba výrazně druhově bohatší. DAGET (1956) zde zaznamenal 61 druhů (*tab. 1*).

Tabulka 1: Seznam druhů ryb středního toku Gambie podle DAGET (1956) a jejich platné názvy.

Názvy podle DAGET (1956)	Platné názvy
<i>Protopterus annectens</i>	<i>Protopterus annectens</i>
<i>Polypterus senegalus senegalus</i>	<i>Polypterus senegalus</i>
<i>Polypterus bichir lapradii</i>	<i>Polypterus bichir</i>
<i>Heterotis niloticus</i>	<i>Heterotis niloticus</i>
<i>Mormyrus hasselquistii</i>	<i>Mormyrus hasselquistii</i>
<i>Mormyrops deliciosus</i>	<i>Mormyrops anquilloides</i>
<i>Gnathonemus senegalensis</i>	<i>Marcusenius senegalensis</i>
<i>Gnathonemus niger</i>	<i>Brienomyrus niger</i>
<i>Marcusenius lhuysii</i>	<i>Brienomyrus niger</i>
<i>Marcusenius isidori</i>	<i>Pollimyrus isidori</i>
<i>Marcusenius brachyistius</i>	<i>Brienomyrus brachyistius</i>
<i>Gymnarchus niloticus</i>	<i>Gymnarchus niloticus</i>
<i>Pelonulla afzeliusi</i>	<i>Pelonulla leonensis</i>
<i>Hepsetus odoe</i>	<i>Hepsetus odoe</i>
<i>Hydrocyon brevis</i>	<i>Hydrocynus brevis</i>
<i>Alestes baremoze</i>	<i>Alestes baremoze</i>
<i>Alestes nurse</i>	<i>Brycinus nurse</i>
<i>Alestes leuciscus</i>	<i>Brycinus leuciscus</i>
<i>Micralestes septentrionalis</i>	<i>Rhabdalestes septentrionalis</i>
<i>Nannaethiops unitaeniatus</i>	<i>Nannaethiops unitaeniatus</i>
<i>Paradistichodus dimidiatus</i>	<i>Paradistichodus dimidiatus</i>
<i>Nanocharax ansorgii</i>	<i>Nanocharax ansorgii</i>
<i>Citharinus citharus</i>	<i>Citharinus citharus</i>
<i>Labeo senegalensis</i>	<i>Labeo senegalensis</i>
<i>Labeo coubie</i>	<i>Labeo coubie</i>
<i>Labeo toboensis</i>	<i>Labeo parvus</i>
<i>Barbus ablaves</i>	<i>Barbus ablaves</i>
<i>Barbus sublineatus</i>	<i>Barbus sublineatus</i>
<i>Barbus niokoloensis</i>	<i>Barbus niokoloensis</i>
<i>Barbus pobeguini</i>	<i>Barbus pobeguini</i>
<i>Barbus leonensis</i>	<i>Barbus leonensis</i>
<i>Barilius senegalensis</i>	<i>Raiamas senegalensis</i>
<i>Chrysichthys walkeri</i>	<i>Chrysichthys walkeri</i>
<i>Chrysichthys johnelsi</i>	<i>Chrysichthys johnelsi</i>
<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	<i>Auchenoglanis occidentalis</i>
<i>Amphilius rheophilus</i>	<i>Amphilius rheophilus</i>
<i>Synodontis clarias</i>	<i>Synodontis clarias</i>
<i>Synodontis annectens</i>	<i>Synodontis annectens</i>
<i>Synodontis ocellifer</i>	<i>Synodontis ocellifer</i>
<i>Synodontis gambiensis</i>	<i>Synodontis gambiensis</i>
<i>Synodontis schall</i>	<i>Synodontis schall</i>
<i>Malapterurus electricus</i>	<i>Malapterurus occidentalis</i>
<i>Schilbe mystus</i>	<i>Schilbe intermedius</i>
<i>Parailia spiniserrata</i>	<i>Parailia spiniserrata</i>
<i>Clarias senegalensis</i>	<i>Clarias anguillaris</i>
<i>Clarias macromystax</i>	<i>Clarias macromystax</i>
<i>Heterobranchus longifilis</i>	<i>Heterobranchus longifilis</i>
<i>Aphyosemion roloffii</i>	<i>Aphyosemion roloffii</i>
<i>Epiplatys senegalensis</i>	<i>Epiplatys spilagyreius</i>
<i>Epiplatys bifasciatus</i>	<i>Epiplatys bifasciatus</i>

<i>Aplocheilichthys gambiensis</i>	<i>Aplocheilichthys normanni</i>
<i>Aplocheilichthys pfaffi</i>	<i>Aplocheilichthys pfaffi</i>
<i>Hemichromis fasciatus</i>	<i>Hemichromis fasciatus</i>
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	<i>Hemichromis bimaculatus</i>
<i>Tylochromis jentinki jentinki</i>	<i>Tylochromis jentinki</i>
<i>Tilapia galilaea</i>	<i>Sarotherodon galilaeus</i>
<i>Tilapia nilotica</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>
<i>Tilapia melanopleura</i>	<i>Tilapia zillii</i>
<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	<i>Ctenopoma petherici</i>
<i>Paraphiocephalus obscurus</i>	<i>Parachanna obscura</i>
<i>Kribia nana chevalieri</i>	<i>Kribia nana</i>

Oblast dolní Gambie je druhově nejbohatší. Vyskytuje se zde 80 druhů (DAGET, 1956). Tato oblast je také nejlépe prozkoumána. Druhová bohatost je dána přítomností 18 druhů typických pro oblast estuária, které se ve středním toku nevyskytují. Jedná se spíš o mořské a brakické druhy, striktně sladkovodní druhy jsou však mezi těmito druhy vzácné, protože slaná voda proniká hluboko do vnitrozemí (LOUCA et al., 2008). 61 sladkovodních druhů je počet podobný tomu, který DAGET (1956) zaznamenal ve středním toku, ovšem 15 druhů je jiných. Jsou to: *Papyrocranus afer*, *Hyperopisus bebe occidentalis*, *Mormyrus rume rume*, *Petrocephalus bovei bovei*, *Alestes dentex*, *Distichodus brevipinnis*, *D. rostratus*, *Barbus baudoni*, *Chrysichthys nigrodigitatus*, *C. furcatus*, *Synodontis batensoda*, *S. membranaceus*, *S. nigrita*, *Clarias gariepinus*, *Nothobranchius kiyawensis* (DAGET, 1956). Pro celou řeku Gambii je v současnosti známo 93 druhů ryb (LOUCA et al., 2008).

Národní park Niokolo Koba leží v jihovýchodní části Senegalu, na středním toku řeky Gambie. Byl založen v roce 1954 a postupně se rozšiřoval. Dnes má rozlohu 913 000 hektarů a je největší biosférickou rezervací západní Afriky. Je jednou z největších oblastí původní súdánské a guinejské savany se všemi typickými prvky fauny a flóry. Je zařazen v seznamu UNESCO jako přírodní dědictví (World Heritage Site). Leží na rozhraní súdánské a guinejské savany, kde převažuje prostředí s hustou vegetací. V parku se nachází jedny z posledních populací některých druhů a poddruhů velkých savců savan západní Afriky. Střídá se tu období sucha (říjen – květen) s obdobím dešťů (květen – září) (DIRECTION DES PARC NATIONAUX, 2007). Délka toku řeky Gambie v tomto parku je přibližně 200 kilometrů.

2.5. Lipidy a somatická kondice ryb

Hlavní organické složky těla ryb tvoří, spolu s proteiny, lipidy a jejich mastné kyseliny. Energetické zásoby ryb jsou zabezpečeny produkcí a ukládáním lipidů ve formě triacylglycerolů (ARRINGTON et al., 2006). Lipidy slouží jako zdroj metabolické energie pro růst, který zahrnuje i reprodukci a pohyb (včetně migrací). Množství lipidů v těle ryb tedy odráží jejich somatickou kondici. Mastné kyseliny rybích lipidů hrají důležitou roli ve výživě živočichů (včetně výživy ryb a lidí) a v zásadních fyziologických procesech (TOCHER, 2003). U některých druhů se lipidy primárně ukládají v játrech, u jiných mezi svaly, v mezenteriu, podél bočné čáry nebo v základnách šupin. Variabilita obsahu svalových lipidů je obecně závislá na sezónním ukládání energie ve formě triacylglycerolů. Tyto zásoby se spotřebovávají při krátkodobých deficitech energie (např. impulzivní plavání) nebo při dlouhodobém nedostatku potravy (např. při dalekých migracích).

Ukládání energetických zásob se liší mezi organizmy s různými životními strategiemi. Ryby mírného pásma používají uloženou energii na metabolické procesy v průběhu zimy, dlouhých migrací a na vývoj gonád. V tropickém prostředí je minimální vliv sezónních změn teploty a fotoperiody, které ovlivňují ryby mírného pásma. Ryby jsou v tropech ovlivněny hlavně sezónními změnami výšky vodní hladiny, která ovlivňuje dostupnost potravních zdrojů. V době, když hladina stoupne, poskytuje zaplavená vegetace bohaté zdroje pro herbivory. V době, kdy je vody méně a hladiny jsou nízké, se vodní organizmy koncentrují v malých objemech vody a jsou snadnou kořistí dravců. Množství lipidů v těle ryb kromě dostupnosti potravních zdrojů, ovlivňuje načasování reprodukce u tropických ryb. Sezonalita reprodukce a ukládání zásob je závislá na životní strategii a dá se předpovědět podle kolísání hladiny v tropických řekách (ARRINGTON et al., 2006).

2.6. Druh *Barbus macrops*

Parmička druhu *Barbus macrops* Boulenger, 1911 patří do čeledi Cyprinidae (obr. 2). Je to malá (SL=9,8), primárně sladkovodní ryba, která dosahuje hmotnosti maximálně 8 gramů. Tento bentopelagický a potamodromní druh žije v tropických sladkých vodách savanové Afriky. Je původní v jezeru Čad, v řekách Niger, Volta, Mono, Ouémé, Gambie, Senegal a dalších pobřežních nížinách. Je to neškodná všežravá, hejnová ryba, která je z hlediska rybolovu nezajímavá. Patří mezi druhy s denní aktivitou, sezónní reprodukci a o své potomstvo nepečuje.



Obrázek 2: Parmička *Barbus macrops* z čeledi Cyprinidae (autor fotografie: REICHARD M.).

Hlavním determinačním znakem, který tento druh odlišuje od podobných ryb rodu *Barbus*, je černá tečka na špičce hřbetní ploutve, která je dobře viditelná i po fixaci ve formaldehydu (nejvíce podobný druh *Barbus deserti* nemá tečku na špičce hřbetní ploutve). Parmička má zelenohnědý hřbet, šedé boky a světlé břicho. Na boku má černý pás, který začíná u polospodních úst. Hlava je špičatá, hřbetní a ocasní ploutve jsou červenooranžové, ostatní jsou žluto oranžové. Z anatomického hlediska má ve hřbetní ploutvi 11 měkkých paprsků a v řitní 8 (FISHBASE, 2009).

3. MATERIÁL A METODIKA

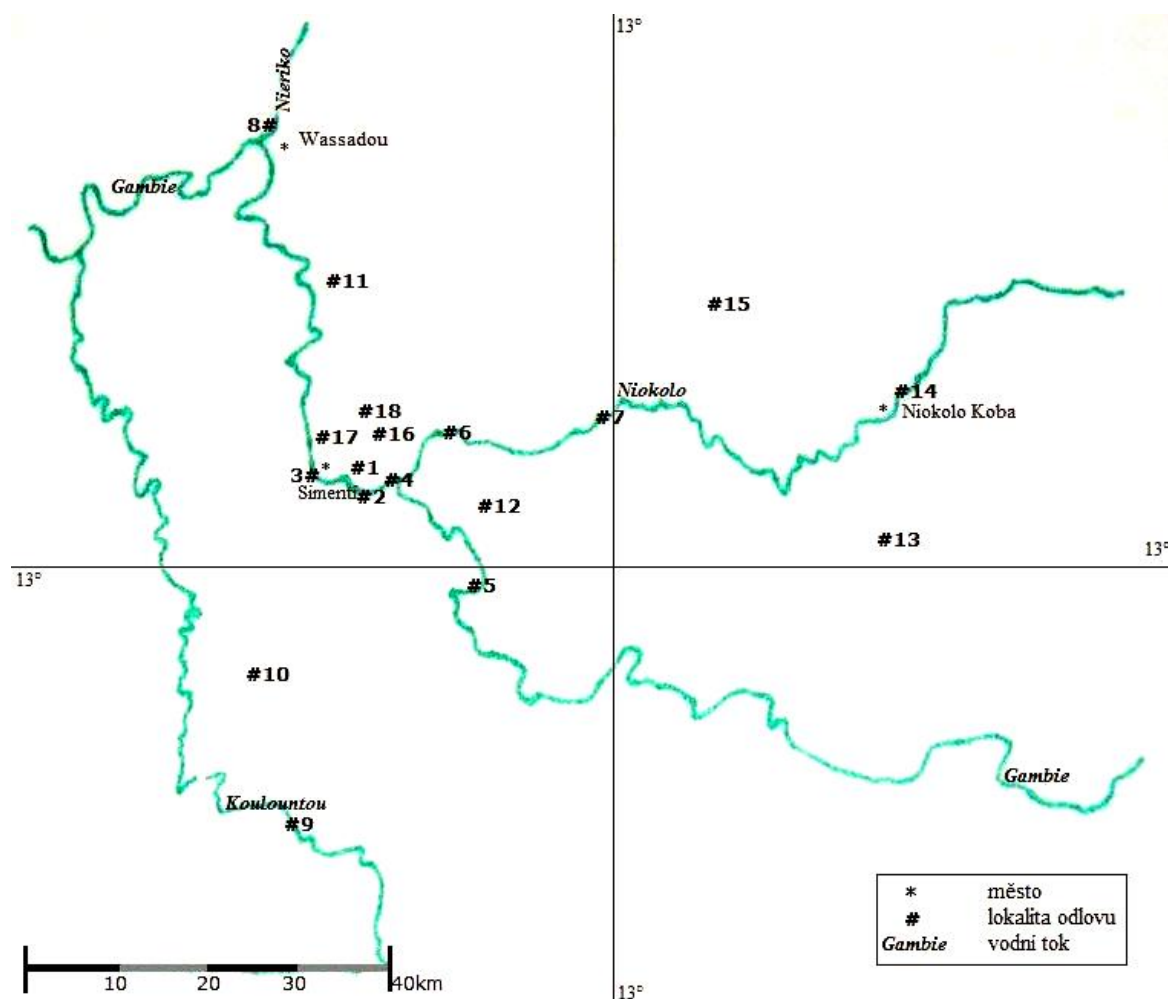
Tato diplomová práce používá data získaná během čtyř expedic Ústavu biologie obratlovců AV ČR do Národního parku Niokolo Koba v Senegalů v letech 2004 až 2007. Každá expedice trvala 4 až 5 týdnů. Dvě expedice proběhly v období listopad až prosinec (2004 a 2005), tedy brzy po skončení období dešťů (toto období bylo označeno jako období dešťů). V letech 2006 a 2007 proběhly expedice v březnu až dubnu, tedy na konci období sucha. Vzhledem k tomu nebyly v jednotlivých letech vzorkovány shodné lokality (sezónnost některých lokalit, jejich dostupnost).

Vzorky pocházejí celkem z 88 lokalit, které se podle habitatu dají rozdělit na 9 skupin a 21 podskupin (*tab. 2, obr. 3*): hlavní tok (břeh a tůň), přítok (tok a tůň), jezero (mělčina a hlubší voda), dočasná vodní tělesa (jezera a potoky) a pramenná oblast.

Tabulka 2: Rozdělení 88 lokalit v NP Niokolo Koba do 9 skupin a 21 podskupin podle habitatu.

kód	kód podskupiny	rok	počet lokalit	typ habitatu	charakteristika habitatu 1	charakteristika habitatu 2	zeměpisný název
1	A	2004	3	hlavní tok	břeh	písek	řeka Gambie
		2005	1	hlavní tok	břeh	písek	řeka Gambie
		2006	1	hlavní tok	břeh	písek	řeka Gambie
		2007	2	hlavní tok	břeh	písek	řeka Gambie
	B	2006	3	hlavní tok	břeh	písek + štěrk	řeka Gambie
		2007	4	hlavní tok	břeh	písek + štěrk	řeka Gambie
	C	2005	1	hlavní tok	břeh	štěrk	řeka Gambie
		2006	1	hlavní tok	břeh	štěrk	řeka Gambie
		2007	1	hlavní tok	břeh	štěrk	řeka Gambie
	D	2004	2	hlavní tok	břeh	štěrk + bahno	řeka Gambie
		2005	1	hlavní tok	břeh	štěrk + bahno	řeka Gambie
		2007	1	hlavní tok	břeh	štěrk + bahno	řeka Gambie
2	A	2004	3	hlavní tok	tůň	otevřená	řeka Gambie
		2005	1	hlavní tok	tůň	otevřená	řeka Gambie
		2006	1	hlavní tok	tůň	otevřená	řeka Gambie
	B	2004	1	hlavní tok	tůň	oddělená	řeka Gambie
		2007	4	hlavní tok	tůň	oddělená	řeka Gambie
		3	A	2004	1	přítok	tok
2005	3			přítok	tok	peřeje	řeka Niokolo
2007	1			přítok	tok	peřeje	řeka Nieriko

	B	2007	1	přítok	tok	mělká pláž	řeka Niokolo
		2007	1	přítok	tok	mělká pláž	řeka Koulountou
	C	2006	1	přítok	tok	příkrý bahenný břeh	řeka Niokolo
		2007	3	přítok	tok	příkrý bahenný břeh	řeka Niokolo
		2007	1	přítok	tok	příkrý bahenný břeh	řeka Koulountou
4	A	2006	1	přítok	tůň	oddělená	řeka Niokolo
		2006	2	přítok	tůň	oddělená	řeka Koulountou
		2007	1	přítok	tůň	oddělená	řeka Koulountou
		2007	2	přítok	tůň	oddělená	řeka Niokolo
	B	2006	4	přítok	tůň	otevřená	řeka Niokolo
5	A	2004	4	velké jezero	mělká pláž	hustá vegetace	Mare Simenti
		2006	2	velké jezero	mělká pláž	hustá vegetace, bahno	Mare Simenti
	B	2004	1	velké jezero	mělká pláž	lim. vegetace, bahno	Mare de Kountadala
		2006	1	velké jezero	mělká pláž	lim. vegetace	Mare Simenti
		2006	1	velké jezero	mělká pláž	lim. vegetace, bahno	Mare de Kountadala
		2007	1	velké jezero	mělká pláž	lim. vegetace	Mare de Fadiga
6	A	2004	2	velké jezero	hlubší voda	lim. vegetace	Mare Simenti
		2005	1	velké jezero	hlubší voda	lim. vegetace	Mare Simenti
		2006	1	velké jezero	hlubší voda	lim. vegetace, bahno	Mare Simenti
		2007	1	velké jezero	hlubší voda	lim. vegetace	Mare de Wouring
7	A	2004	1	dočasná vodní tělesa	jezero, pozvolný břeh	lim. vegetace	jezero č. 1, Camp d Lion
		2005	2	dočasná vodní tělesa	jezero, pozvolný břeh	lim. vegetace	jezero č. 1, Camp d Lion
	B	2004	2	dočasná vodní tělesa	jezero, pozvolný břeh	bez vegetace	jezero č. 2, Camp d Lion
		2005	1	dočasná vodní tělesa	jezero, pozvolný břeh	bez vegetace	jezero č. 2, Camp d Lion
	C	2004	2	dočasná vodní tělesa	jezero, pozvolný břeh	vegetace + větve	jezero č. 3, Camp d Lion
8	A	2004	1	dočasná vodní tělesa	tok, příkrý břeh	vegetace	lesní tok č. 4, Mare Simenti
	B	2004	1	dočasná vodní tělesa	tok, příkrý břeh	lim. vegetace	lesní tok č. 6, Mare Simenti
		2005	1	dočasná vodní tělesa	tok, příkrý břeh	lim. vegetace	lesní tok č. 5, Mare Simenti
		2005	1	dočasná vodní tělesa	tok, příkrý břeh	lim. vegetace	lesní tok č. 8, Mare Simenti
		2005	1	dočasná vodní tělesa	tok, příkrý břeh	lim. vegetace	lesní tok, Mare Simenti
		2005	1	dočasná vodní tělesa	tok, příkrý břeh	lim. vegetace	tok přes hlavní cestu
	C	2004	1	dočasná vodní tělesa	tok, příkrý břeh	bez vegetace	lesní tok č. 6, Mare Simenti
9	A	2006	1	pramenná oblast	tůň	bahno	jezero Dalaba
		2006	1	pramenná oblast	tůň	písek - šterk	Assirik
		2007	1	pramenná oblast	tůň	písek - bahno	Assirik
		2007	1	pramenná oblast	tůň	hustá vegetace	jezero Dalaba
		2007	1	pramenná oblast	tůň	kamenité dno	Dindifelo



Obrázek 3: Mapa rozložení lokalit v NP Niokolo Koba podle typu prostředí:

- řeka Gambie: #2 Simenti, #3 Gue de Damantan, #4 Camp de Lion, #5 Badoye;
- přítoky: #6 Niokolo, Passage Koba, #7 Niokolo, Lengekountou, #8 Nieriko, Wassadou, #9 Koulountou, Gue de Sambailo, #14 Post Niokolo;
- jezera: #1 Mare Simenti, #11 Mare de Wouring, #12 Mare de Sitandi, #17 Mare de Kountadala;
- potoky: #13 Assirik, #10 potok u Postu Dalaba, #15 potok 30 km západně od Postu Niokolo, #16 potok tekoucí do Mare Simenti;
- tůňe: #18 3 mezi Simenti a Camp de Lion.

Pro odběr vzorků bylo použito několik odlovných metod. Kvantitativní odběr vzorků (který umožnil srovnání společenstev ryb mezi jednotlivých lokalitami a odběry) byl proveden pomocí záťahové sítě (délka 7 m, výška 1 m, velikost ok 4 mm). Doplnkové odběry byly provedeny pomocí tenatních sítí o délkách 30 a 50 m, s velikostí ok 18, 28, 38,

40 a 50 mm (tab. 3). Proběhly také pokusy o průzkumné odlovy pomocí vrhací sítě, čeřenu, podběráku, síťové vrše, plastových vrší a elektrického agregátu. Tyto odlovné metody však byly vyhodnoceny jako neefektivní (pomocí čeřenu byly chyceny 2 ryby a pomocí dipnettingu 10 ryb) a k průzkumným odlovům se dále nepoužívaly. V letech 2005-2007 byly odlovy sítí doplněny také o noční odlovy pomocí rybářského prutu.

Tabulka 3: Seznam zjištěných druhů a metoda, kterou byly odloveny.

druh	záťahová		druh	záťahová	
	sít' 7m	tenata		sít' 7m	tenata
<i>Alestes baremoze</i>	+	+	<i>Labeo coubie</i>	+	+
<i>Aplocheilichthys normani</i>	+		<i>Labeo parvus</i>	+	+
<i>Auchenoglanis occidentalis</i>		+	<i>Labeo senegalensis</i>	+	+
<i>Barbus baudoni</i>	+		<i>Marcusenius senegalensis</i>	+	+
<i>Barbus leonensis</i>	+		<i>Mormyrops anquilloides</i>		+
<i>Barbus macrops</i>	+		<i>Mormyrus rume</i>		+
<i>Barbus niokoloensis</i>	+		<i>Nanocharax ansorgii</i>	+	
<i>Barbus pobeguini</i>	+		<i>Oreochromis niloticus</i>	+	+
<i>Barbus sallessei</i>	+		<i>Papyrocranus afer</i>		+
<i>Barbus sp.</i>	+		<i>Paradistichodus dimidiatus</i>	+	
<i>Brienomyrus brachyistius</i>	+		<i>Pelonulla leonensis</i>	+	
<i>Brienomyrus niger</i>	+	+	<i>Petrocephalus bovei</i>	+	+
<i>Brycinus leuciscus</i>	+	+	<i>Pollimyrus isidori</i>	+	
<i>Brycinus longipinnis</i>	+		<i>Polypterus bichir</i>	+	+
<i>Brycinus nurse</i>	+	+	<i>Polypterus senegalus</i>		+
<i>Brycinus sp.*</i>	+		<i>Porogobius schlegelii</i>	+	
<i>Citharinus citharus</i>	+	+	<i>Pronothobranchius kiyawensis</i>	+	
<i>Clarias anguillaris</i>	+	+	<i>Raiamas senegalensis</i>	+	+
<i>Ctenopoma petherici</i>	+	+	<i>Rhabdalestes septentrionalis</i>	+	+
<i>Distichodus rostratus</i>		+	<i>Sarotherodon galilaeus</i>	+	+
<i>Enneacampus ansorgii</i>	+	+	<i>Scriptaphyosemion geryi</i>	+	
<i>Epiplatys bifasciatus</i>	+		<i>Schilbe intermedius</i>	+	+
<i>Gymnarchus niloticus</i>	+	+	<i>Synodontis batensoda</i>	+	+
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	+		<i>Synodontis clarias</i>		+
<i>Hemichromis fasciatus</i>	+	+	<i>Synodontis membranaceus</i>	+	+
<i>Hepsetus odoe</i>	+	+	<i>Synodontis nigrita</i>	+	+
<i>Heterobranchus longifilis</i>	+	+	<i>Synodontis ocellifer</i>	+	+
<i>Heterotis niloticus</i>	+	+	<i>Tilapia dageti</i>		+
<i>Hydrocynus brevis</i>	+	+	<i>Tilapia guineensis</i>	+	+
<i>Hydrocynus forskalli</i>		+	<i>Tilapia sp.**</i>	+	+
<i>Chrysichthys maurus</i>	+		<i>Tylochromis intermedius</i>	+	+
Celkový počet ryb				13478	849

* jedná se o juvenilní jedince *Brycinus leuciscus* a *Brycinus nurse*

** jedná se o juvenilní jedince *Tilapia guineensis* a *Sarotherodon galilaeus*

Odlovené ryby byly fixovány v 8% roztoku formaldehydu a orientačně determinovány během následujících 2 týdnů přímo v terénu. Tato determinace umožnila odlišit některé problematické druhy, k jejichž determinaci je vhodné či nutné posoudit také zbarvení ryb,

keré se po fixaci ve formaldehydu během několika týdnů vytrácí. Ryby z tenatních sítí byly změřeny a vypuštěny zpět na lokalitu, případně převezeny do terénní stanice, kde byly podrobeny parazitologické pitvě v rámci spolupráce s Oddělením parazitologie ÚBZ PřF MU. Od každého druhu byly uchováni minimálně dva jedinci pro referenční sbírku (ve formaldehydu) a odebrána tkáň pro případné genetické analýzy (80-96% etanol). U vzorků ryb čeledi Cyprinidae byla odebrána také krev a svalová tkáň pro analýzu ploidie.

Ryby byly určeny podle determinačních klíčů LÉVÊQUE & PAUGY (1984) a PAUGY et al. (2003) a klíče sestaveného z dostupné literatury a databáze FISHBASE (www.fishbase.org). Konečný seznam byl součástí mé bakalářské práce. Samotná determinace probíhala na základě velkého počtu morfologických znaků, odlišných pro jednotlivé taxonomické skupiny.

Ryby z formaldehydu byly po determinaci spočítány a změřeny digitálním posuvným měřidlem od konce úst po poslední řadu šupin (délka těla, standard length, SL). Na každé lokalitě byly změřeny všechny ryby s výjimkou případů, kdy bylo od daného druhu ryby na lokalitě více než 40 jedinců. V tomto případě se náhodně změřilo 30 jedinců daného druhu.

Podle databáze FISHBASE (2009) a databáze oddělení ekologie ryb ÚBO AV ČR byly druhy rozděleny do desíti skupin podle potravní specializace: detritofágové, fytofágové, detrito/fytofágové, omnivorní, omni/invertebratofágové, omni/ ichtyofágové, ichtyofágové (dravci), invertebratofágové, invertebratofágové/omnivorní, invertebratofágové/dravci. U některých druhů nejsou informace kompletní, proto nejsou ve výsledcích uvedeny.

Pro analýzy celého společenstva a pro analýzy společenstev na jednotlivých lokalitách byl použit celý vzorek čítající 14339 ryb. Pro společenstvo ve skupinách lokalit bylo použito 13402 ryb, které byly chyceny pomocí zátahové sítě a byly vyloučeny 2 lokality, které leží mimo území národního parku.

Společenstvo bylo popsáno indexy diverzity v programu PAST v modulu indexy diverzity a porovnání dvou společenstev. Indexy diverzity kvantifikují alfa diverzitu ve vzorcích:

- počet druhů (S)
- celkový počet jedinců (n)
- dominance=1-Simpsonův index. Nabývá hodnoty od 0 (všechny druhy jsou rovnoměrně přítomny) do 1 (jeden druh dominuje společenstvu).

$$D = \sum((n_i/n)^2) \text{ kde } n_i \text{ je počet jedinců druhu } i$$

- Shannonův index (entropie). Index diverzity, který počítá s počtem jedinců i počtem druhů. Nabývá hodnotu 0 pro společenstvo s jediným druhem a vyšší hodnoty pro společenstvo s více druhy, které mají několik jedinců.

$$H = -\sum((n_i/n)\ln(n_i/n))$$

- Simpsonův index=1-dominance. Měří vyrovnanost společenstva od 0 do 1.
- vyrovnanost podle Buzase a Gibsona = e^H/S
- Menhinickův index – vztah mezi počtem druhů a mocninou velikosti vzorku
- Margalefův index:

$$(S-1)/\ln(n), \text{ kde } S \text{ je počet druhů a } n \text{ je počet jedinců}$$

- Ekvitabilita: Shannonův index rozdělen logaritmem počtu druhů. Měří vyrovnanost, s kterou jsou jedinci rozděleni v přítomných druzích.

- Fisherova alfa – index diverzity, definovaný vztahem

$$S = a * \ln(1 + n/a) \text{ kde } S \text{ je počet druhů, } n \text{ je počet jedinců a } a \text{ je Fisherova alfa.}$$

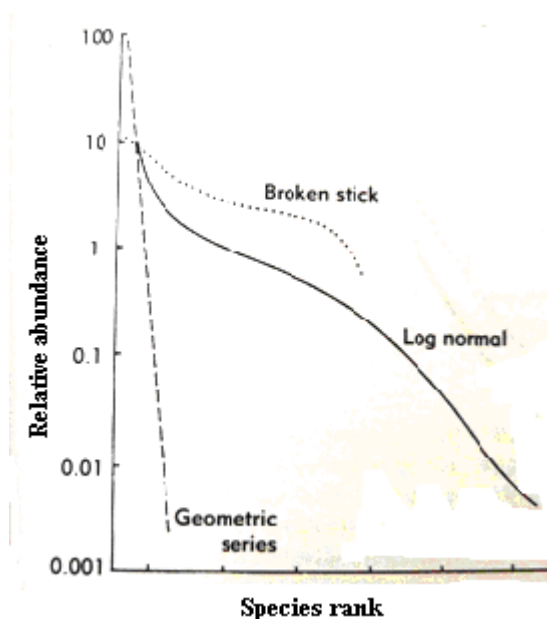
- Berger-Parkerův index: udává procento, které zabírá dominantní druh z celkového počtu jedinců (PAST, 2009).

Jako dominantní společenstvo bylo definováno to, které má dominanci $>0,65$, Berger-Parkerův index $>0,85$ a jako vyrovnané společenstvo to, které má Berger-Parkerův index $<0,2$ a Simpsonův index $>0,85$. Pro zjištění rozdílů mezi lokalitami a skupinami lokalit byl použit modul srovnání diverzity ve dvou vzorcích v programu PAST (HAMMER et al., 2009). Modul srovnává diverzitu použitím dvou různých technik randomizace: bootstrapping a permutaci. To umožňuje statisticky porovnat indexy diverzity ve dvou vzorcích.

Grafy „pořadí-četnosti“ byly vytvořeny v programu Excel (Microsoft, 2003) a zobrazují abundanci druhů seřazených podle této abundance od nejvyšší po nejnižší. Grafy přináší přehled o tvaru společenstva – vyrovnanost abundancí, dominanci a přítomnost „ocásku“ vzácných druhů.

Pro vytvoření modelů druhové abundance (species abundance models) byl použit program GenStat (VSN INTERNATIONAL LTD, 2008). Pro grafické znázornění byly vybrány čtyři skupiny lokalit podle nejvyšší a nejnižší hodnoty dominance. Whittakerův graf (rank-abundance plot) zobrazuje rozložení abundance druhů - počet jedinců každého druhu v sestupném pořadí a vynáší logaritmus počtu jedinců proti druhové řadě (MAGGURAN, 2004; obr. 4). Tvar křivky ukazuje dominanci nebo vyrovnanost, např.

strmá křivka ukazuje vysokou dominanci a menší sklon vyšší vyrovnanost (VSN INTERNATIONAL LTD, 2008).



Obrázek 4: Whittakerův graf – křivka geometrické řady popisuje dominantní společenstvo, křivka „broken stick“ vyrovnané (MAGURRAN, 2004).

Graf K-dominance vynáší kumulativní abundanci druhů proti logaritmu druhové řady a umožňuje optické srovnání diverzity jednotlivých vzorků. Křivka položená v grafu výše, reprezentuje menší diverzitu.

Na analýzu velikostního složení a somatické kondice byly vybrány ryby druhu *Barbus macrops*. Tento druh se vyskytoval na mnoha lokalitách (51) a v dostatečném počtu (celkem 2335 kusů). Všichni jedinci byly použity pro určení abundace druhu.

Somatická kondice byla určována na základě množství lipidů v těle ryby. Pro analýzu byly vybrány lokality, kde bylo odloveno minimálně 20 kusů ryb. Postup na extrakci lipidů (uvolnění tuku z tkáně) byl převzat z prací HEULETT (1995) a MARSH-MATTEWS (2006). Použitá metoda vycházela ze zkrácené verze MARSH-MATTEWS (2006), která byla ještě upravena následujícím způsobem. Pro měření tuků bylo náhodně vybráno 20 ryb, které byly změřeny. Při pilotní studii vybrány 2 lokality, kde bylo použito 21 a 33 ryb. Ryby byly vypitvány, nastříhány na rovnoměrné části a umístěny do zkumavky. Pokud měla ryba více než 45 mm, tak byla rozdělena do 2 zkumavek. Označené zkumavky byly na 10 dní umístěny do sušárny s teplotou 40 °C. Vzorky byly zchlazeny, zváženy a následně zality petrol-éterem. V petrol-éteru byly ponechány 6 hodin. Petrol-éter byl měněn třikrát denně po 2 dny (celkem 6 opakování). Třetí den ráno byl petrol-éter slit a

vzorky byly na 24 hodin umístěny v sušárně při 40 °C. Nakonec byly znovu zváženy. Celkem bylo takto zpracováno 334 ryb z 16 lokalit. Ryby měřily 19,03 až 68 mm a měly tvořit skupinu ryb mladších než 12 měsíců. Na základě délkofrekvenčního rozložení byly ryby nad 51 mm považovány za ryby jednoleté, proto byly z některých analýz vyloučeny (celkem 12 ryb). Ryby menší než 51 mm byly označeny jako juvenilní.

Výsledky byly zpracovány v programu Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., 2008) metodou ANCOVA. Byly porovnávány sklony kovariátu (= vztah mezi SL a lipidy). Hodnoty SL a hmotnosti lipidů byly log transformovány, čímž byl jejich regresní vztah linearizován. Data byla testována, zda se liší mezi sezónami (období sucha a dešťů) a mezi roky (2004-2007). 16 lokalit bylo rozděleno na 6 skupin: Assirik (2 lokality), Dindifelo (1), Niokolo (7), Gambie (2), Mare Simenti (2), dočasná vodní tělesa (2) a bylo testováno zda se lokality v rámci skupin neliší a zda je možné je shrnout do jedné experimentální skupiny. Dále byl testován rozdíl mezi habitaty (řeka, jezero, dočasný potok a pramenná oblast).

Na velikostní analýzu druhu *Barbus macrops* byly vybrány lokality na kterých bylo minimálně 20 kusů ryb - celkem 28 lokalit. Změřeno a na analýzu použito bylo 927 ryb. Velikost byla od 12,82 mm do 67,09 mm. Všechny měřené ryby byly chyceny 7m zátahovou sítí. Velikosti ryb na lokalitách byly porovnávány pomocí programu Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., 2008) metodou ANOVA s použitím Sheffe post hoc testu. Lokality byly rozděleny do 12 skupin podle habitatu (*tab. 2*):

hlavní tok (2A)

přítok (3A, 3C, 4A, 4B)

velké jezero (5A, 5B, 6A)

dočasná vodní tělesa (7A, 7B, 8B)

pramenná oblast (9A)

Byl testován rozdíl mezi sezónami (období sucha vs. období dešťů), v rámci sezóny zda se liší roky a v rámci let zda se liší skupiny lokalit.

4. VÝSLEDKY

4.1. Seznam druhů

Celkový seznam druhů z odlovů 2004 – 2007 (*tab. 4*) v Národním parku Niokolo Koba zahrnuje 63 druhů v 22 čeledích a 9 řádech, odlovených v průběhu 4 let.

Tabulka 4: Seznam druhů ryb zjištěných v NP Niokolo Koba v letech 2004 až 2007 během expedice ÚBO AVČR.

POLYPTERIFORMES
POLYPTERIDAE
<i>Polypterus bichir</i> Lacepède, 1803
<i>Polypterus senegalus</i> Cuvier, 1829
CLUPEIFORMES
CLUPEIDAE
<i>Pelonulla leonensis</i> Boulenger, 1916
OSTEOGLOSSIFORMES
OSTEOGLOSSIDAE
<i>Heterotis niloticus</i> (Cuvier, 1829)
NOTOPTERIDAE
<i>Papyrocranus afer</i> (Günther, 1868)
MORMYRIDAE
<i>Brienomyrus brachyistus</i> (Gill, 1862)
<i>Brienomyrus niger</i> (Günther, 1866)
<i>Marcusenius senegalensis</i> (Steindachner, 1870)
<i>Mormyrops anquilloides</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Mormyrus hasselquistii</i> Valenciennes, 1847
<i>Mormyrus rume</i> Valenciennes, 1847
<i>Petrocephalus bovei</i> (Valenciennes, 1847)
<i>Pollimyrus isidori</i> (Valenciennes, 1847)
GYMNARCHIDAE
<i>Gymnarchus niloticus</i> Cuvier, 1829
CHARACIFORMES
HEPSETIDAE
<i>Hepsetus odoe</i> (Bloch, 1794)
CHARACIDAE
<i>Alestes baremoze</i> (Joannis, 1835)
<i>Brycinus leuciscus</i> (Günther, 1867)
<i>Brycinus longipinnis</i> (Günther, 1864)
<i>Brycinus nurse</i> (Rüppell, 1832)
<i>Hydrocynus brevis</i> (Günther, 1864)
<i>Hydrocynus forskalli</i> (Cuvier, 1819)
<i>Rhabdalestes septentrionalis</i> (Boulenger, 1911)
DISTICHODONTIDAE
<i>Nannocharax ansorgii</i> Boulenger, 1911
<i>Paradistichodus dimidiatus</i> (Pellegrin, 1904)
CITHARIDAE

Citharinus citharus (Geoffroy Saint-Hilaire, 1809)
Distichodus rostratus Günther, 1864

CYPRINIFORMES

CYPRINIDAE

Barbus baudoni Boulenger, 1918
Barbus leonensis Boulenger, 1915
Barbus macrops Boulenger, 1911
Barbus niokoloensis Daget, 1959
Barbus pobeguini Pellegrin, 1911
Barbus salessei Pellegrin, 1908 (mimo území národního parku)
Labeo coubie Rüppell, 1832
Labeo parvus Boulenger, 1902
Labeo senegalensis Valenciennes, 1842
Raiamas senegalensis (Steindachner, 1870)

SILURIFORMES

BAGRIDAE

Auchenoglanis occidentalis (Valenciennes, 1840)

CLAROTEIDAE

Chrysichthys maurus (Valenciennes, 1840)

SCHILBEIDAE

Schilbe intermedius Rüppell, 1832

CLARIIDAE

Clarias gariepinus (Burchell, 1822)
Heterobranchus isopterus Bleeker, 1863
Heterobranchus longifilis Valenciennes, 1840

MALAPTERURIDAE

Malapterurus occidentalis Norris, 2002

MOCHOKIDAE

Synodontis batensoda Rüppell, 1832
Synodontis clarias (Linnaeus, 1758)
Synodontis membranaceus (Geoffroy Saint-Hilaire, 1809)
Synodontis nigrita Valenciennes, 1840
Synodontis ocellifer Boulenger, 1900
Synodontis schall (Bloch & Schneider, 1801)

GASTEROSTEIFORMES

SYNGNATHIDAE

Enneacampus ansorgii (Boulenger, 1910)

CYPRINODONTIFORMES

APLOCHEILIDAE

Aplocheilichthys normani Ahl, 1928
Epiplatys bifasciatus (Steindachner, 1881)
Nothobranchius kiyawensis Ahl, 1928
Scriptaphyosemion geryi (Lambert, 1958)

PERCIFORMES

CICHLIDAE

Hemichromis bimaculatus Gill, 1862
Hemichromis fasciatus Peters, 1857
Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)
Sarotherodon galilaeus (Linnaeus, 1758)
Tilapia dageti Thys van den Audenaerde, 1971
Tilapia guineensis (Günther, 1862)
Tylochromis intermedius (Boulenger, 1916)

GOBIIDAE

Porogobius schlegelii (Günther, 1861)

ANABATIDAE

Ctenopoma petherici Günther, 1864

4.2. Abundance

Největší abundanci měl druh *Rhabdalestes septentrionalis* (obr. 5), který byl odloven v počtu 2476 jedinců. Dalšími hojnými druhy, které tvoří společenstvo ryb Národního parku Niokolo Koba, jsou *Barbus macrops*, *Barbus pobeguini*, *Barbus leonensis*, *Brycinus leuciscus*, *Barbus niokoloensis*, *Paradistichodus dimidiatus*, *Tilapia sp.*, *Raiamas senegalensis*, *Brycinus nurse*.



Obrázek 5: Nejhojnější druh Národního parku Niokolo Koba *Rhabdalestes septentrionalis* (autor fotografie: REICHARD M.).

Nejnižších počtů (méně než 5 jedinců) dosáhly druhy *Sarotherodon galilaeus*, *Scriptaphyosemion geryi*, *Gymnarchus niloticus*, *Mormyrus rume*, *Synodontis membranaceus*, *Heterobranchus longifilis*, *Synodontis clarias*, *Brienomyrus brachyistius*, *Hydrocynus forskalli*, *Mormyrops anquilloides*, *Papyrocranus afer*, *Tilapia dageti*. Tyto druhy je možno považovat za vzácné.

4.3. Potravní specializace

Druhy Národního parku Niokolo Koba se podle potravní specializace dají rozdělit do desíti skupin (tab. 5).

Tabulka 5: Rozdělení některých druhů Národního parku Niokolo Koba podle potravní specializace (FISHBASE, 2009 a databáze odd. ekologie ryb ÚBO AV ČR).

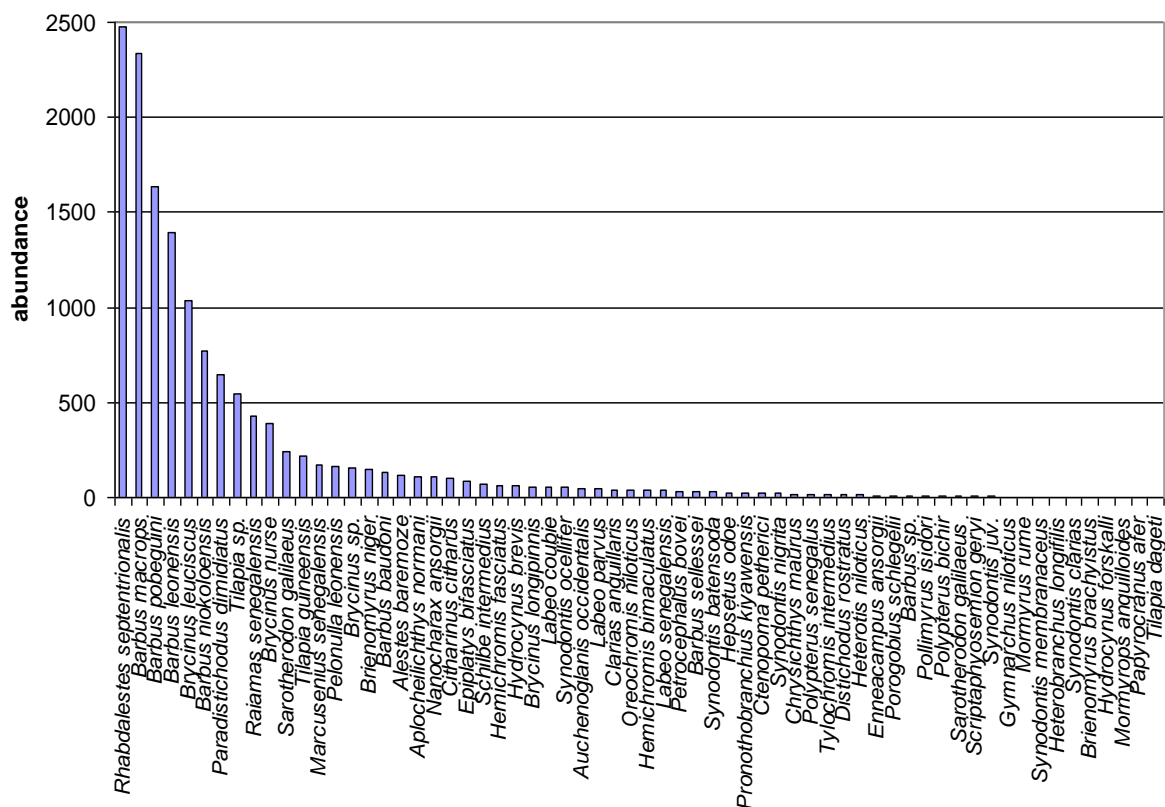
potravní specializace	hlavní složka potravy	druh
detritofágové	hledači	<i>Citharinus citharus</i>
		<i>Paradistichodus dimidiatus</i>
fytofágové	hledači	<i>Labeo coubie</i>
	makrofytofágové	<i>Tilapia guineensis</i>
	fytoplankton	<i>Oreochromis niloticus</i> <i>Sarotherodon galilaeus</i>
fyto/detritofágové	hledači	<i>Labeo parvus</i>
		<i>Labeo senegalensis</i>
invertebratofágové	vodní a suchozemský hmyz	<i>Hemichromis bimaculatus</i>
		<i>Scriptaphyosemion geryi</i>
	vodní hmyz	<i>Petrocephalus bovei</i>
	bentičtí bezobratlí	<i>Brienomyrus brachyistius</i>
		<i>Brienomyrus niger</i>
		<i>Heterotis niloticus</i>
		<i>Chrysichthys maurus</i>
		<i>Marcusenius senegalensis</i>
		<i>Nannocharax ansorgii</i>
		<i>Pellonula leonensis</i>
	<i>Synodontis ocellifer</i>	
zooplankton	<i>Enneacampus ansorgii</i>	
	<i>Epiplatys bifasciatus</i>	
	<i>Poropanchax normani</i>	
	<i>Pronothobranchius kiyawensis</i>	
	<i>Rhabdalestes septentrionalis</i>	
bezobratlí	<i>Tylochromis intermedius</i>	
invertebrato/omnivorní	vodní a suchozemský hmyz	<i>Schilbe intermedius</i>
invertebratofágové/dravci		<i>Raiamas senegalensis</i>
omnivorní	vodní a bentičtí bezobratlí	<i>Pollimyrus isidori</i>
	vodní a suchozemský hmyz	<i>Brycinus leuciscus</i>
		<i>Brycinus longipinnis</i>
	bentičtí bezobratlí	<i>Brycinus nurse</i>
		<i>Heterobranchus longifilis</i>
	zooplankton	<i>Alestes baremoze</i>
		<i>Synodontis batensoda</i>
<i>Synodontis membranaceus</i>		
<i>Synodontis nigrita</i>		
	<i>Barbus baudoni</i>	

		<i>Barbus leonensis</i>
		<i>Barbus macrops</i>
		<i>Barbus niokoloensis</i>
		<i>Barbus pobeguini</i>
		<i>Porogobius schlegelii</i>
omnivorní/invertebratofágov		
é	bentičtí bezobratlí	<i>Ctenopoma petherici</i>
omni/ ichtyofágové	ryby	<i>Clarias anguillaris</i>
ichtyofágové (dravci)	ryby	<i>Gymnarchus niloticus</i>
		<i>Hemichromis fasciatus</i>
		<i>Hepsetus odoe</i>
		<i>Hydrocynus brevis</i>
		<i>Malapterurus occidentalis</i>
		<i>Polypterus bichir</i>

Nejvíce druhů patří mezi všežravce a druhy živící se různými skupinami bezobratlých. Je zde několik fytofágních a detritofágních druhů. Na vrcholu potravní pyramidy stojí ichtyofágové *Gymnarchus niloticus*, *Hepsetus odoe*, *Hydrocynus brevis*, *Malapterurus occidentalis*, *Polypterus bichir* a *Clarias anguillaris*.

4.4. Indexy diverzity a analýza rybích společenstev

Celé společenstvo národního parku bylo vyrovnané (obr. 6), protože hodnota dominance byla 0,093 (Simpsonův index=0,907) a Berger-Parkerův index byl 0,1727. To znamená, že nejhojnější druh *Rhabdalestes septentrionalis* tvoří 17,3 % jedinců společenstva.



Obrázek 6: Graf vyrovnaného společenstva ryb NP Niokolo Koba.

Po rozdělení lokalit do 21 skupin podle habitatu bylo nejvíc druhů ve skupině 4A, která představuje tůň v přítocích a 3A, což jsou přítoky řeky Gambie (tab. 6). Druhově nejchudší byly společenstva dočasných vodních těles, ať už v habitatu stojaté vody (7A, 7B, 7C) nebo tekoucí (8A, 8C).

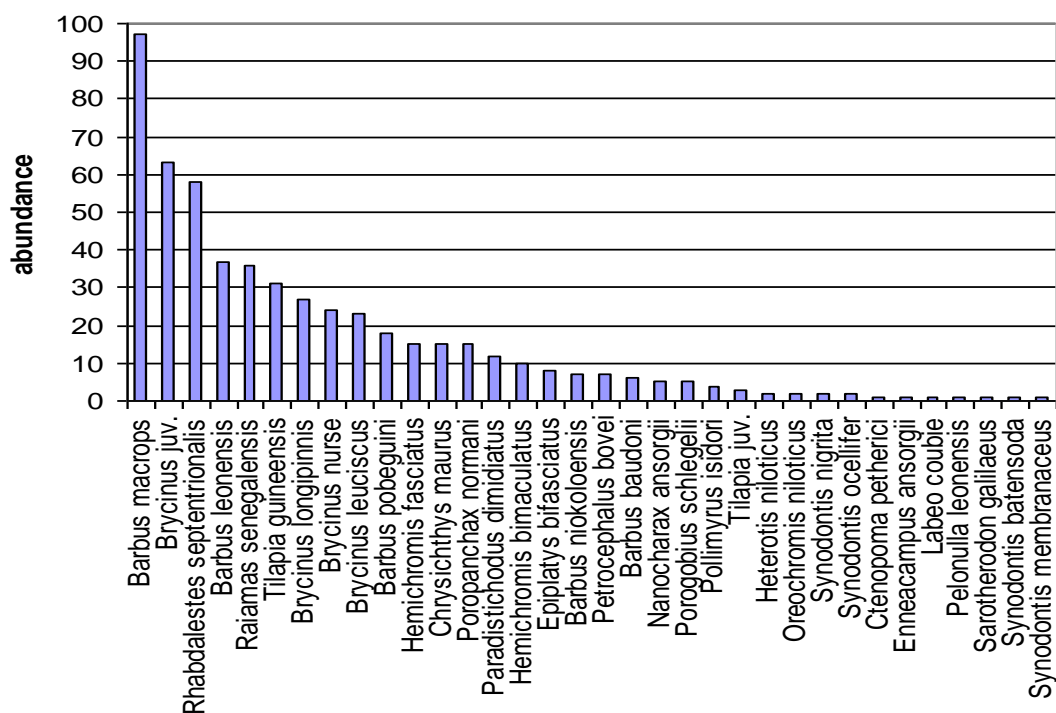
Tabulka 6: Indexy diverzity pro 21 skupin lokalit.

	1A	1B	1C	1D	2A	2B	3A	3B	3C	4A	4B
Taxa_S	19	13	16	16	18	12	28	15	20	34	16
Individuals	795	364	1276	579	1349	134	1019	113	826	541	800
Dominance_D	0,264	0,275	0,559	0,135	0,223	0,284	0,188	0,230	0,237	0,081	0,180
Shannon_H	1,834	1,699	1,081	2,272	1,790	1,636	2,175	1,859	1,926	2,858	2,052
Simpson_1-D	0,736	0,726	0,441	0,865	0,777	0,716	0,812	0,770	0,763	0,919	0,820
Evenness_e^H/S	0,329	0,421	0,184	0,606	0,333	0,428	0,314	0,428	0,343	0,513	0,487
Menhinick	0,674	0,681	0,448	0,665	0,490	1,037	0,877	1,411	0,696	1,462	0,566
Margalef	2,695	2,035	2,097	2,358	2,359	2,246	3,898	2,961	2,829	5,244	2,244
Equitability_J	0,623	0,662	0,390	0,819	0,619	0,658	0,653	0,687	0,643	0,811	0,740
Fisher_alpha	3,499	2,634	2,578	3,046	2,935	3,190	5,324	4,640	3,694	8,053	2,834
Berger-Parker	0,473	0,459	0,739	0,256	0,361	0,448	0,370	0,354	0,424	0,179	0,348

	5A	5B	6A	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A
Taxa_S	16	17	23	11	11	8	7	17	8	12
Individuals	2003	472	1451	471	251	97	30	478	25	328
Dominance_D	0,235	0,208	0,226	0,475	0,266	0,378	0,320	0,229	0,219	0,351
Shannon_H	1,708	2,047	1,945	1,107	1,565	1,300	1,418	1,822	1,755	1,280
Simpson_1-D	0,765	0,792	0,774	0,525	0,734	0,622	0,680	0,771	0,781	0,649
Evenness_e^H/S	0,345	0,455	0,304	0,275	0,435	0,459	0,590	0,364	0,723	0,300
Menhinick	0,358	0,783	0,604	0,507	0,694	0,812	1,278	0,778	1,600	0,663
Margalef	1,973	2,599	3,022	1,625	1,810	1,530	1,764	2,593	2,175	1,899
Equitability_J	0,616	0,722	0,620	0,462	0,653	0,625	0,729	0,643	0,844	0,515
Fisher_alpha	2,374	3,451	3,881	2,015	2,350	2,067	2,871	3,440	4,068	2,446
Berger-Parker	0,359	0,407	0,401	0,660	0,367	0,567	0,467	0,341	0,360	0,500

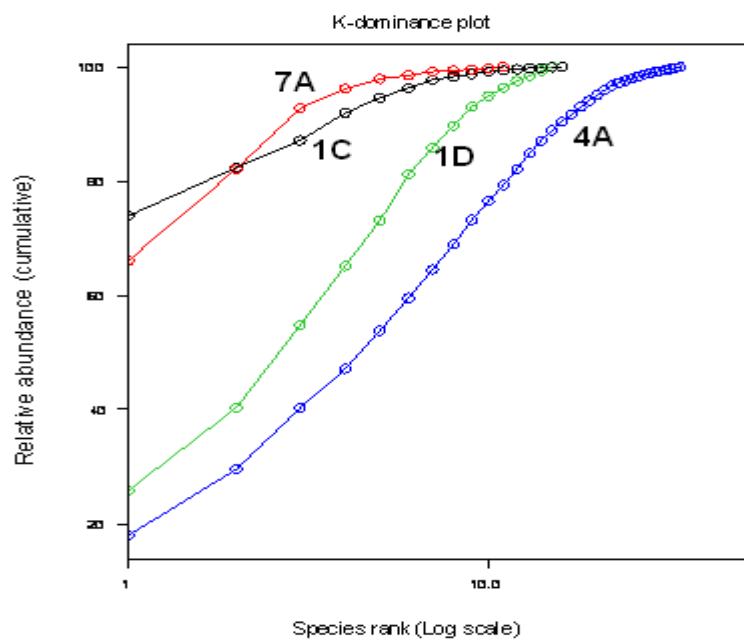
Většina společenstev jednotlivých skupin měla hodnotu dominance v rozmezí od 0,1 do 0,5. Znamená to, že byla vyrovnaná a extrémních případů dominance nebo vyrovnanosti bylo málo.

Nejvyrovnanější společenstvo má hodnotu dominance 0,081 a je to společenstvo na lokalitách skupiny 4A (tůně v přítocích) (obr. 7). Hlavním druhem, který zabírá 17,9% všech jedinců v tomto společenstvu, je *Barbus macrops*. Skupina lokalit typu 4A se od skupiny 1D, která má druhou nejvyšší vyrovnanost, statisticky významně lišila (porovnání diverzity – bootstrapping, $p \leq 0,001$).



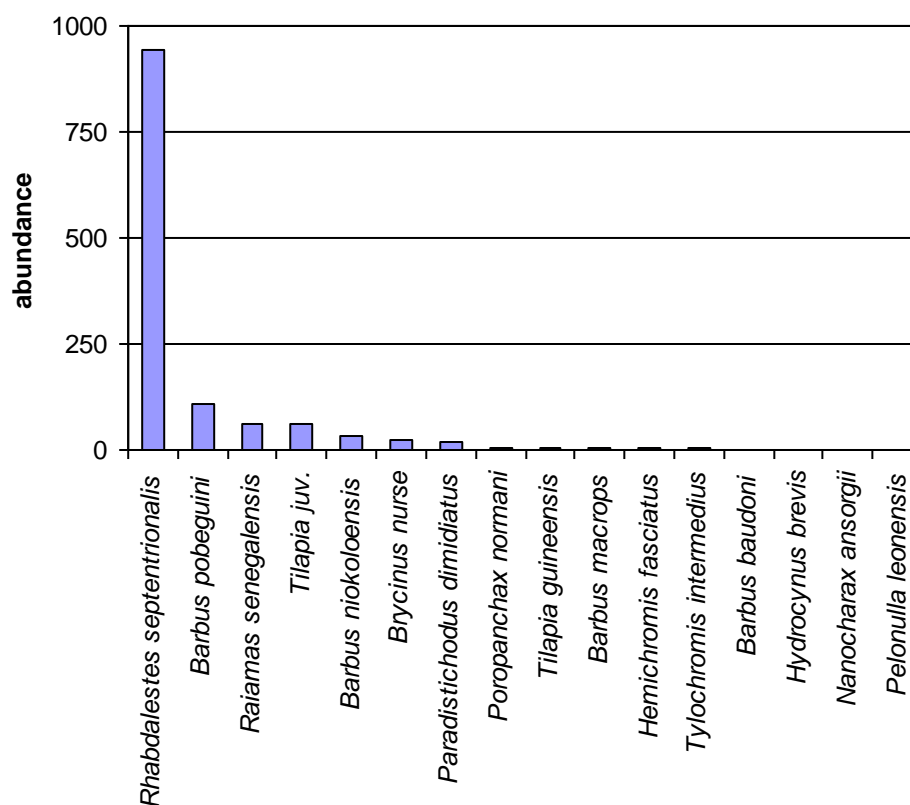
Obrázek 7: Graf abundance druhů nejvyrovnanějšího společenstva na lokalitách skupiny 4A (tůně v přítocích).

Z grafu K-dominance je zřejmé, že ze čtyř vybraných lokalit, které reprezentují skupiny s nejvyšší a nejnižší dominancí, má skupina lokalit 4A největší diverzitu (obr. 8).



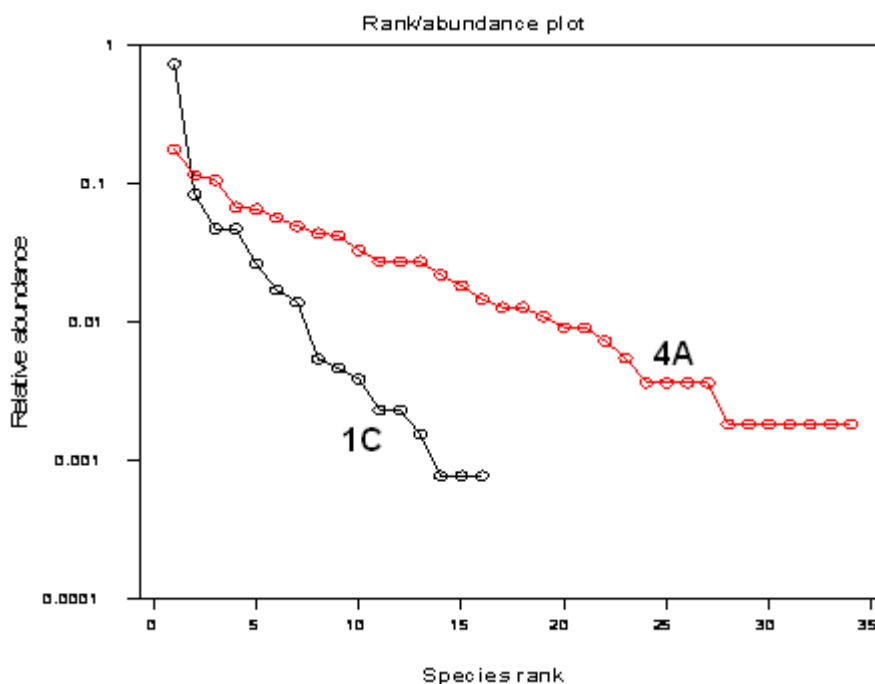
Obrázek 8: Graf K-dominance 4 skupin lokalit – skupina 4A (tůně v přítocích) má největší diverzitu.

Největší dominance ($D=0,559$) byla na lokalitách skupiny 1C, která představuje štěrkový břeh hlavního toku řeky Gambie (obr. 9). Dominantním druhem v této skupině lokalit je *Rhabdalestes septentrionalis* (Berger-Parkerův index=73,9%). Lokalita se od lokality s druhou nejvyšší hodnotou dominance 7A (dočasná jezera, pozvolný břeh s omezenou vegetací) statisticky významně lišila (porovnání diverzity - permutace, $p<0,001$).



Obrázek 9: Graf abundance druhů nejdominantnějšího společenstva na lokalitách skupiny 1C (štěrkový břeh hlavního toku řeky Gambie).

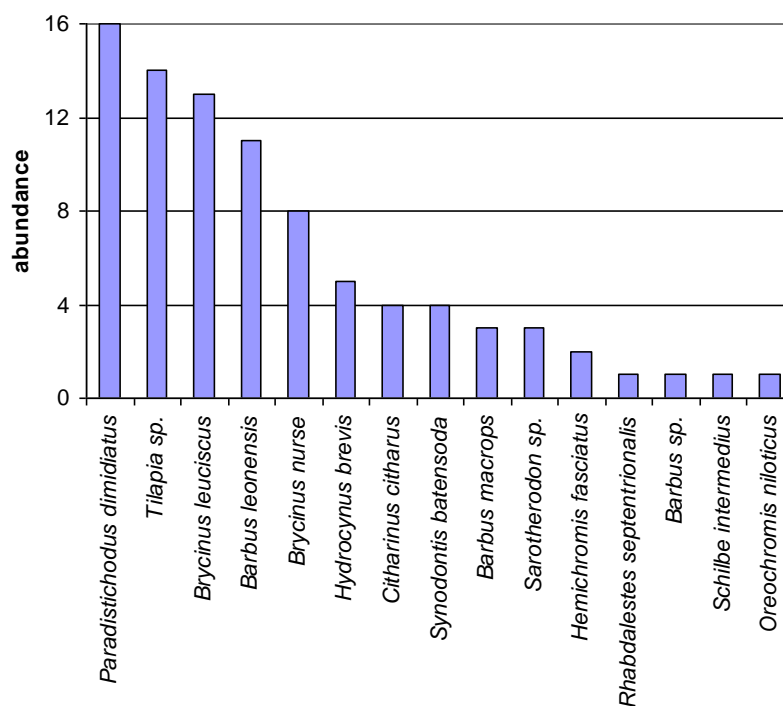
Whittakerův graf také potvrzuje, že společenstvo skupiny 1C je dominantní, protože ho popisuje strmá křivka. Naopak menší sklon křivky společenstva 4A ukazuje, že je vyrovnané (obr. 10).



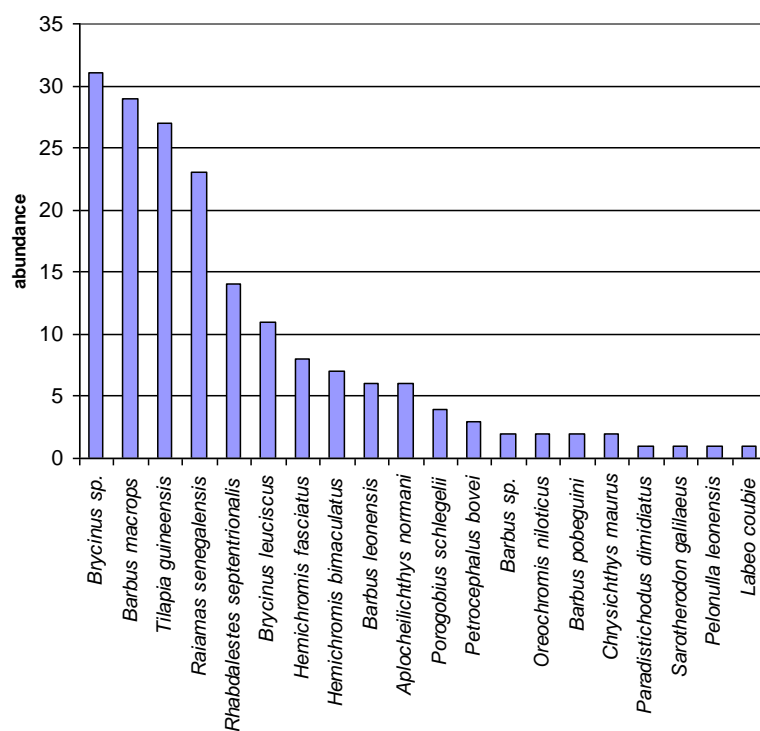
Obrázek 10: Whittakerův graf ukazuje dominantní společenstvo skupiny 1C (štěrkový břeh hlavního toku řeky Gambie) a vyrovnané společenstvo skupiny 4A (tůň v přítocích).

Indexy diverzity pro společenstva na jednotlivých lokalitách ukazují, že nejvíc druhů ryb, a to 22, se vyskytovalo ve vzorku přítoku Niokolo (2007, oddělená tůň). Další druhově bohatá lokalita byla stojatá tůň přítoku Niokolo (2007) s 20 druhy ryb, jezero Mare de Wouring (2007) a jezero Mare Simenti (2006) s 18 druhy.

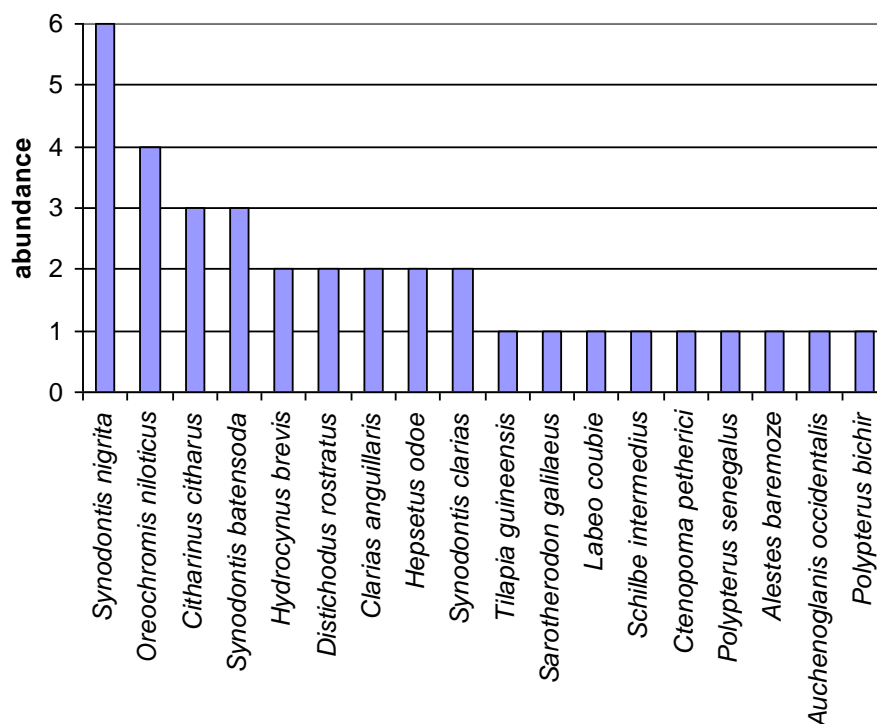
Vyrovnaná společenstva byla ve 4 vzorcích (*obr. 11-14*): jezeru Mare Simenti (2004, hlubší voda; 2004, mělká voda), přítoku Niokolo (2007, oddělená tůň) a jezeru Mare de Wouring (2007, hlubší voda).



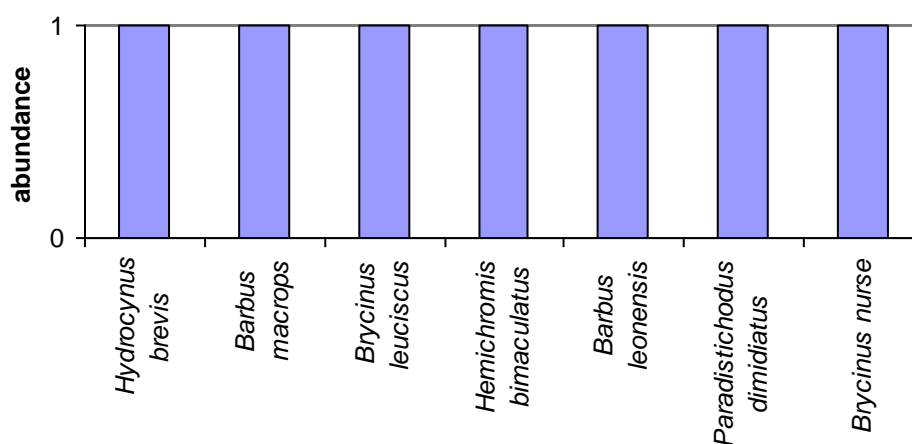
Obrázek 11: Graf abundance druhů vyrovnaného společenstva v jezeru Mare Simenti (2004, hlubší voda).



Obrázek 12: Graf abundance druhů vyrovnaného společenstva v přítoku Niokolo (2007, oddělená tůň).



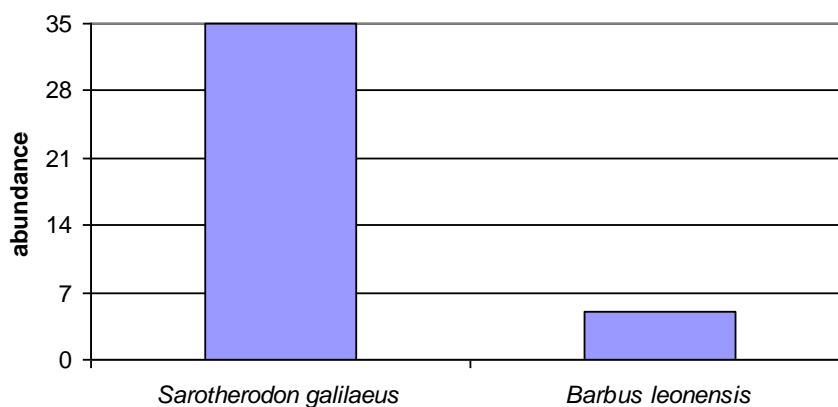
Obrázek 13: Graf abundance druhů vyrovnaného společenstva v jezeru Mare de Wouring (2007, hlubší voda).



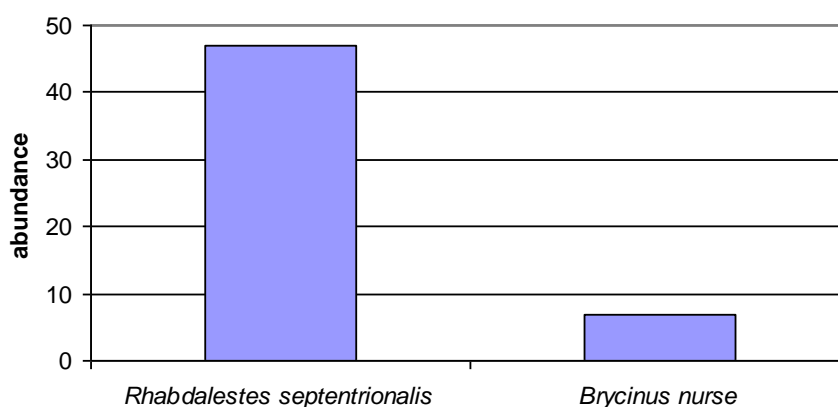
Obrázek 14: Graf abundance druhů vyrovnaného společenstva v jezeru Mare Simenti (2004, mělká voda).

Dominantních společenstev ve vzorcích ze všech čtyř let bylo 14. Z toho na 5 lokalitách byl odloven jenom 1 druh: v uzavřené tůni hlavního toku řeky Gambie (2007, Damantan, 5 kusů), přítoku Koulountou (2006, uzavřená tůň, 1 kus) byl druh *Tilapia guineensis*. V uzavřené tůni řeky Gambie (2007, Camp de Lion, 2 kusy) byl druh *Sarotherodon galilaeus*, v dočasném potoku (2005, Dar Salam, 57 kusů) *Barbus pobeguini* a v pramenné oblasti (2007, Dindifelo, 37 kusů) *Barbus macrops*. Na 5 lokalitách společenstvo tvořily 2

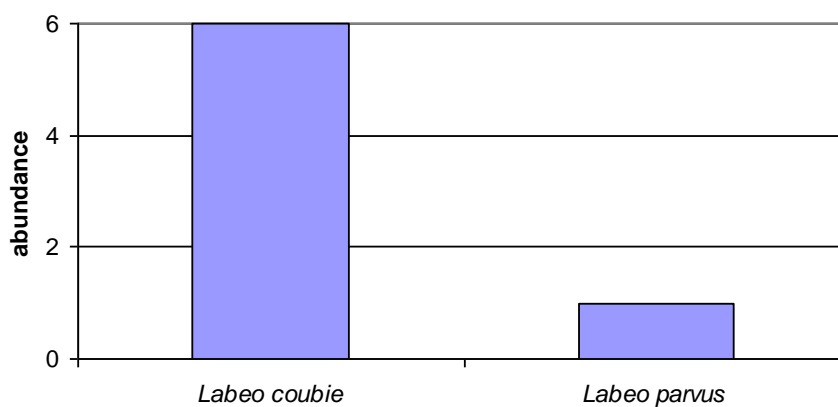
druhy (obr. 15-19). Dominantními druhy byly *Sarotherodon galilaeus*, *Hemichromis bimaculatus*, *Labeo coubie*, *Brycinus nurse*, *Rhabdalestes septentrionalis*.



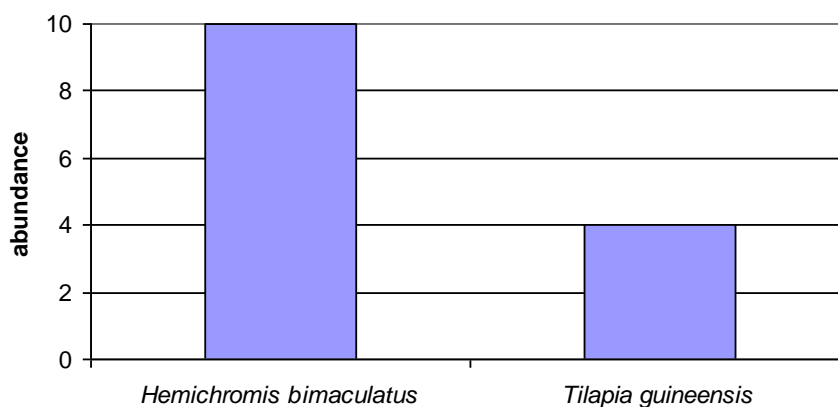
Obrázek 15: Graf abundance druhů dominantního společenstva v jezeru Mare de Kountadala (2004, mělčí voda).



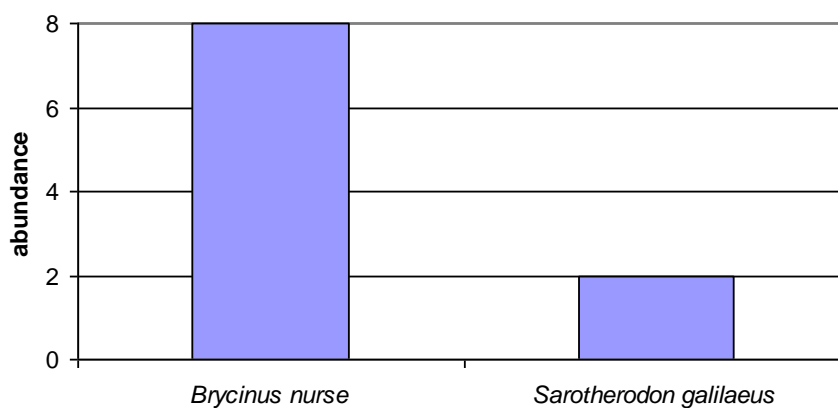
Obrázek 16: Graf abundance druhů dominantního společenstva v uzavřené tůni řeky Gambie (2004, Camp de Lion).



Obrázek 17: Graf abundance druhů dominantního společenstva v řece Gambii (2007, Camp de Lion).

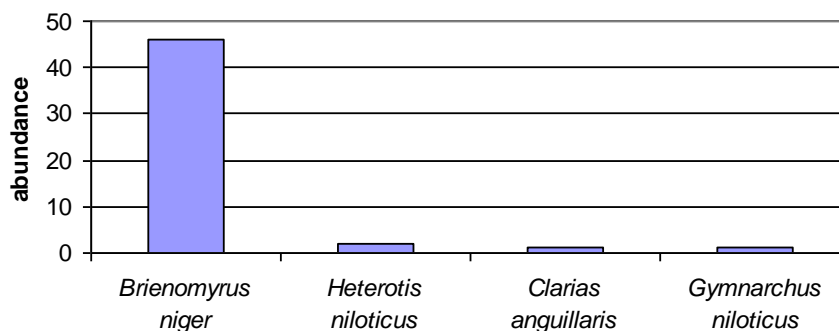


Obrázek 18: Graf abundance druhů dominantního společenstva v uzavřené tůni řeky Gambie (2007, hlavní tok).

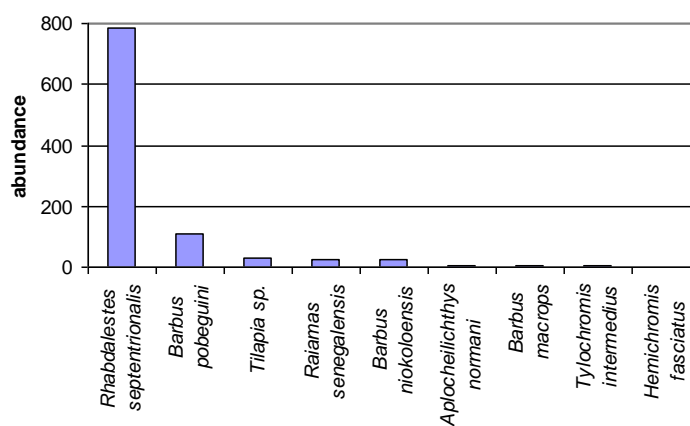


Obrázek 19: Graf abundance druhů dominantního společenstva v přítoku Koulountou (2006, uzavřená tůň).

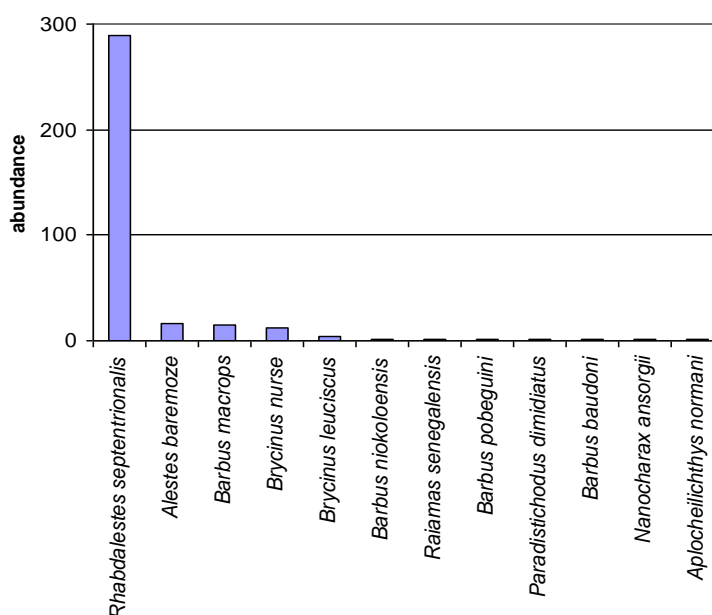
Na ostatních 4 lokalitách (obr. 20-23) byly dominantní druhy *Brienomyrus niger* (Berger-Parker=0,92 a dominance=0,8488) v jezeru Mare de Kountadala (2006, mělká voda), *Rhabdalestes septentrionalis* (90,43% a 0,8198; 83,53% a 0,7031) v řece Gambii (2006, štěrkový břeh) a v přítoku Niokolo (2005, přeje), *Barbus leonensis* (83,03% a 0,6998) v jezeru Mare Simenti (2006, hlubší voda).



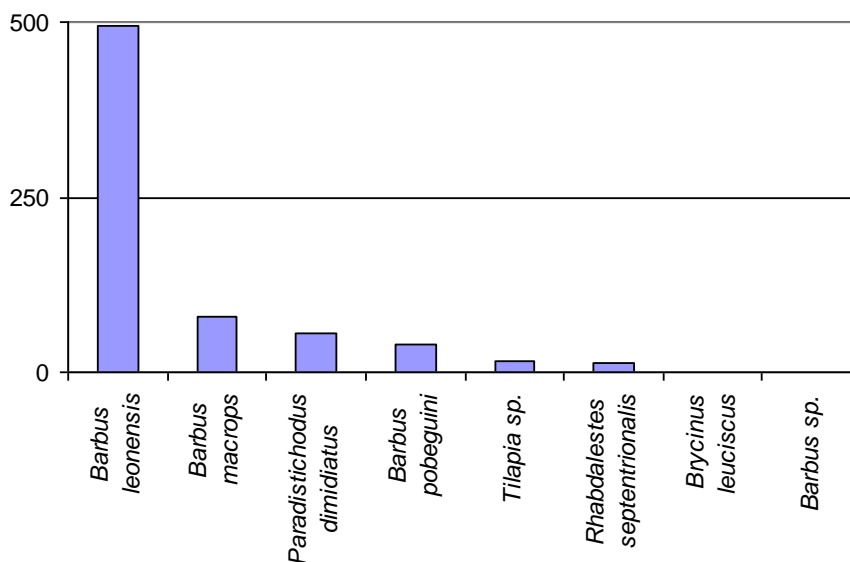
Obrázek 20: Graf abundance druhů dominantního společenstva v jezeru Mare de Kountadala (2006, mělká voda).



Obrázek 21: Graf abundance druhů dominantního společenstva v řece Gambii (2006, štěrkový břeh).

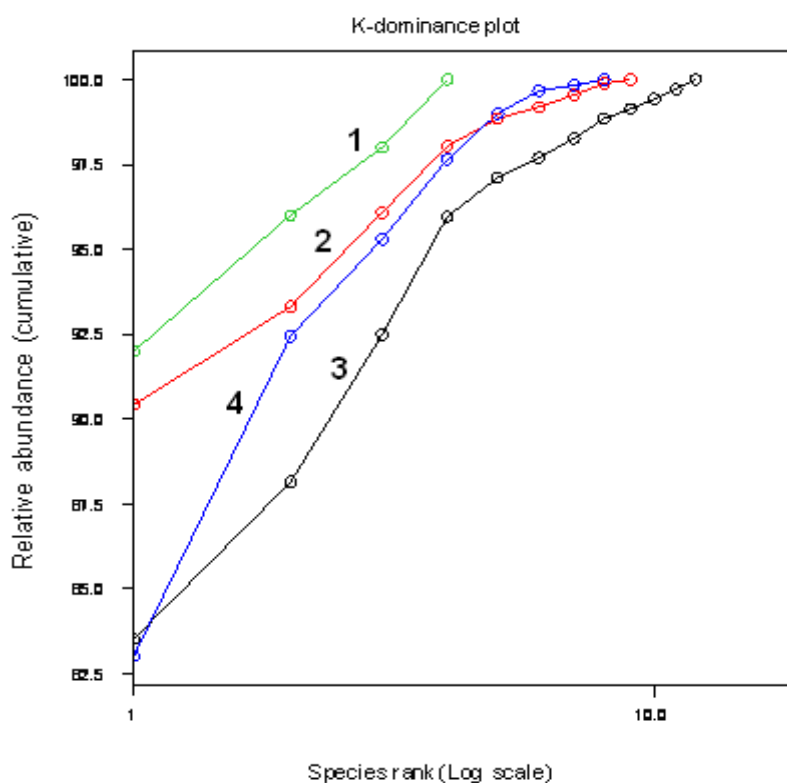


Obrázek 22: Graf abundance druhů dominantního společenstva v přítoku Niokolo (2005, peřeje).



Obrázek 23: Graf abundance druhů dominantního společenstva v jezeru Mare Simenti (2006, hlubší voda).

Graf K-dominance (obr. 24) ukazuje, že největší diverzitu z těchto 4 vzorků má přítok Niokolo (2005, přeje).
Niokolo (2005, přeje).



Obrázek 24: Graf K-dominance 4 dominantních společenstev - největší diverzita je v přítoku Niokolo (2005, přeje) křivka číslo 3 (1- jezero Mare de Kountadala (2006, mělčí voda), 2- v řece Gambii (2006, štěrkový břeh), 4- jezeru Mare Simenti (2006, hlubší voda)).

4.5. Druh *Barbus macrops*

4.5.1. Somatická kondice / lipidy

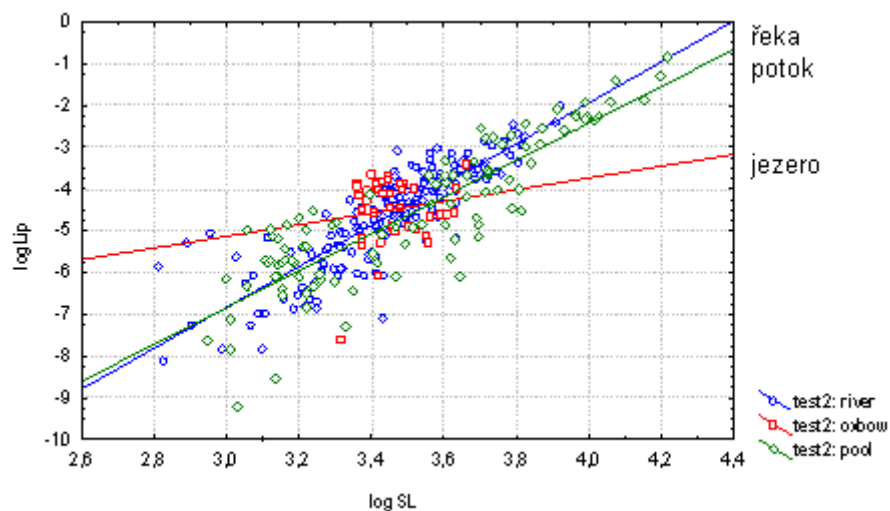
Pro zjištění somatické kondice ryb druhu *Barbus macrops* bylo porovnáváno množství lipidů v těle ryb na dané lokalitě a délka těla (SL). Mezi sezónami se množství lipidů v tělech juvenilních jedinců na lokalitách nelišilo (ANCOVA, $F_{1,318} = 1,3$, $p = 0,25$, $\varepsilon^2 = 0,004$). Mezi jednotlivými roky (juvenilní ryby) není statisticky významný rozdíl (ANCOVA, $F_{3,314} = 5,7$, $p = 0,001$, $\varepsilon^2 = 0,051$).

V rámci skupiny Niokolo se množství lipidů na lokalitách v rámci let nelišilo (ANCOVA, $F_{6,139} = 0,73$, $p = 0,63$, $\varepsilon^2 = 0,030$), proto byly sloučeny do jedné skupiny. Ostatní skupiny byly také sloučeny, protože se statisticky významně nelišily (tab. 7).

Tabulka 7: Výsledky testu ANCOVA – skupiny se statisticky významně nelišily.

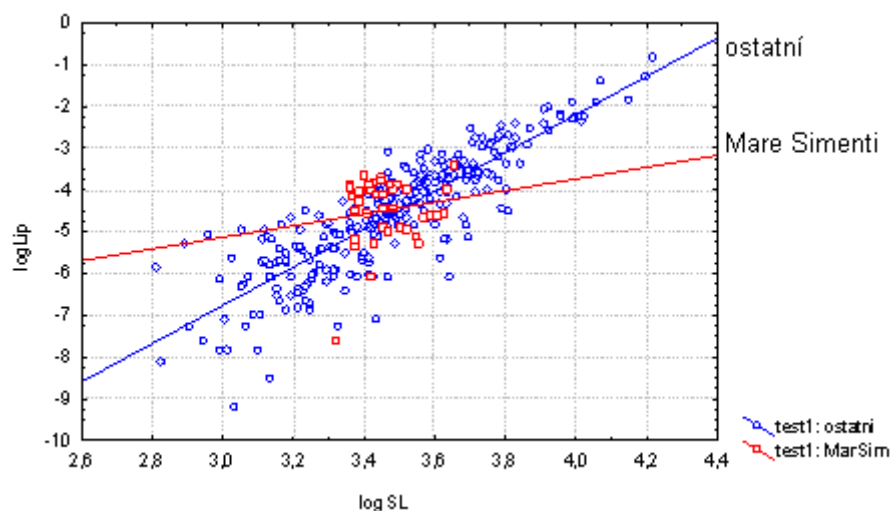
skupina	F	p	ε^2
Assirik	$F_{1,30} = 2,85$	0,1	0,087
Gambie	$F_{1,36} = 1,17$	0,29	0,032
Mare Simenti	$F_{1,36} = 3,83$	0,06	0,096
dočasná vodní tělesa	$F_{1,37} = 0,73$	0,73	0,4

Test mezi čtyřmi základními typy habitatu (jezero, řeka, potok, pramenná oblast) prokázal statisticky významně vyšší obsah lipidů v tělech ryb *Barbus macrops* z habitatu jezero (ANCOVA, $F_{2,328} = 3,98$, $p = 0,02$, $\varepsilon^2 = 0,024$; obr. 25).



Obrázek 25: V habitatech jezerního typu (oxbow) mají *Barbus macrops* v těle více lipidů.

Podrobnější analýza ukázala, že více lipidů měly ryby z jezera Mare Simenti (ANCOVA, $F_{1,330} = 0,73$, $p = 0,02$, $\varepsilon^2 = 0,016$; obr. 26).

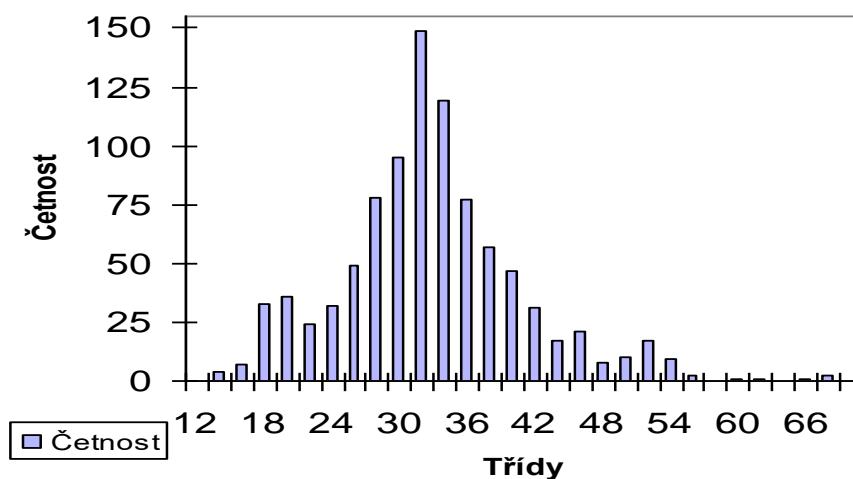


Obrázek 26: Ryby v jezeru Mare Simenti mají více lipidů než ryby z ostatních lokalit.

Protože analyzovaný vzorek ryb z lokality Mare Simenti byly v užším intervalu velikosti těla (27,2 - 40,4 mm), i z ostatních lokalit byli vybráni jedinci v tomto intervalu. Statisticky významný rozdíl byl potvrzen i pro vybraný interval SL (ANCOVA, $F_{1,204} = 5,27$, $p = 0,02$, $\varepsilon^2 = 0,025$).

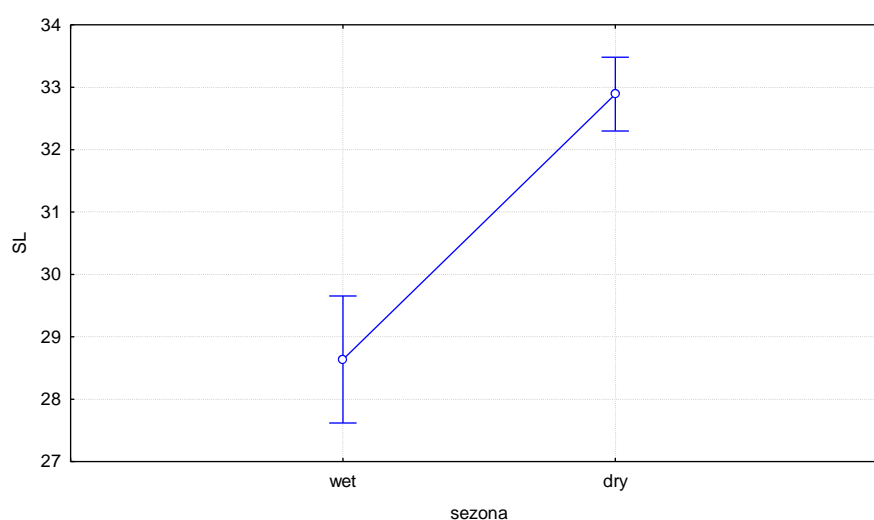
4.5.2. Velikostní analýza *Barbus macrops*

Populace *Barbus macrops* obsahovala jedince o velikosti 12,82 mm až 67,09 mm. Rozložení velikosti bylo normální (obr. 27).



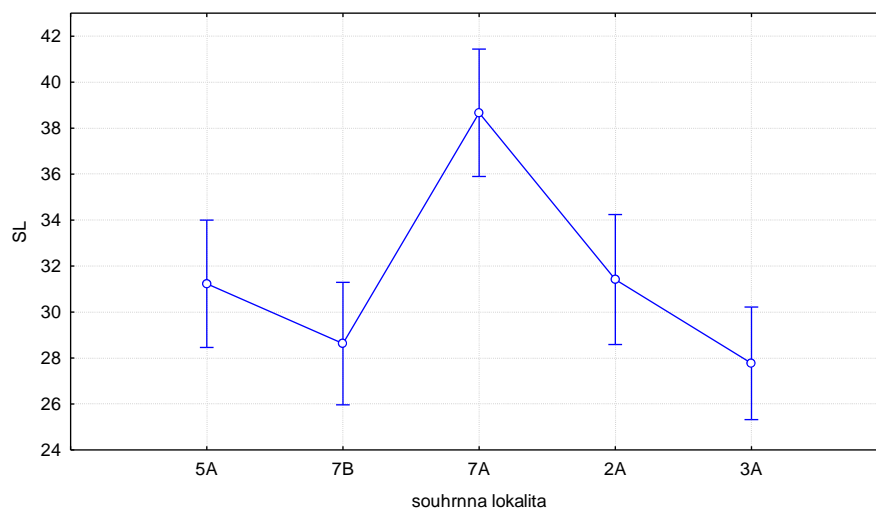
Obrázek 27: Histogram velikosti (SL) *Barbus macrops* na všech lokalitách během let 2004 až 2007.

Bylo zjištěno, že ryby v období dešťů byly v průměru menší než v období sucha (ANOVA, $F_{1,925}=50,23$, $p<0,001$, $\varepsilon^2=0,052$; obr. 28).



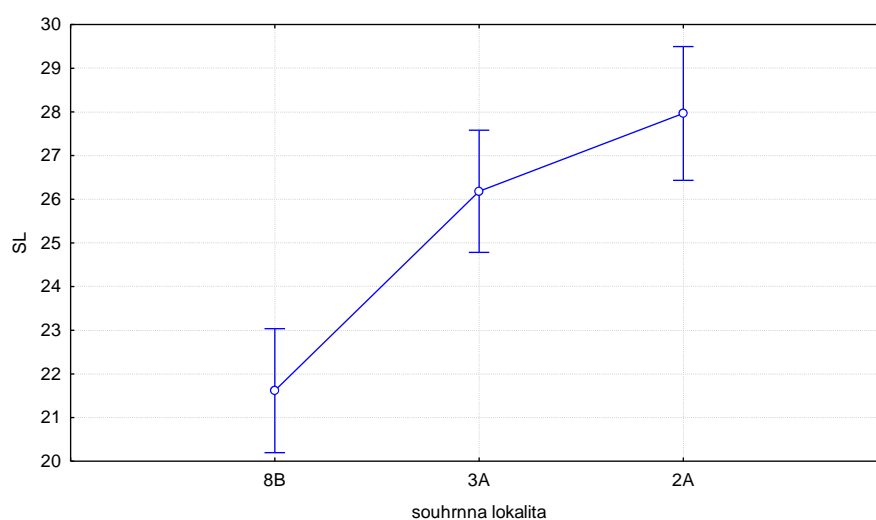
Obrázek 28: Jedinci druhu *Barbus macrops* byli menší v období dešťů (wet) než v období sucha (dry).

V rámci období dešťů byly ryby menší v roce 2005 (ANOVA, $F_{1,232}=47,46$, $p<0,001$, $\varepsilon^2=0,170$). V rámci roku 2004 se významně lišily lokality typu 7A (ANOVA, $F_{4,128}=9,93$, $p<0,001$, $\varepsilon^2=0,237$; Scheffe post hoc test, $p<0,014$; obr. 29), které představují skupinu dočasných jezer s pozvolným břehem, kde byly ryby největší



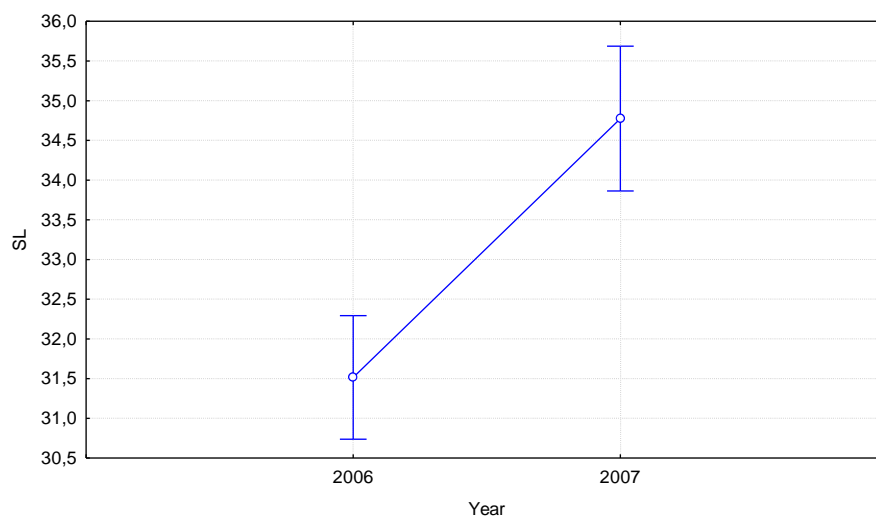
Obrázek 29: Průměrná velikost *Barbus macrops* v období dešťů v roce 2004 – na lokalitách skupiny 7A (dočasná jezera s pozvolným břehem) byly ryby největší.

V roce 2005 byly v dočasných potocích skupiny 8B ryby menší než v hlavním toku řeky Gambie (2A) a přítoku Niokolo (3A) (ANOVA, $F_{2,98}=19,93$, $p<0,001$, $\varepsilon^2=0,290$; Scheffe post hoc test, $p<0,001$; obr. 30).



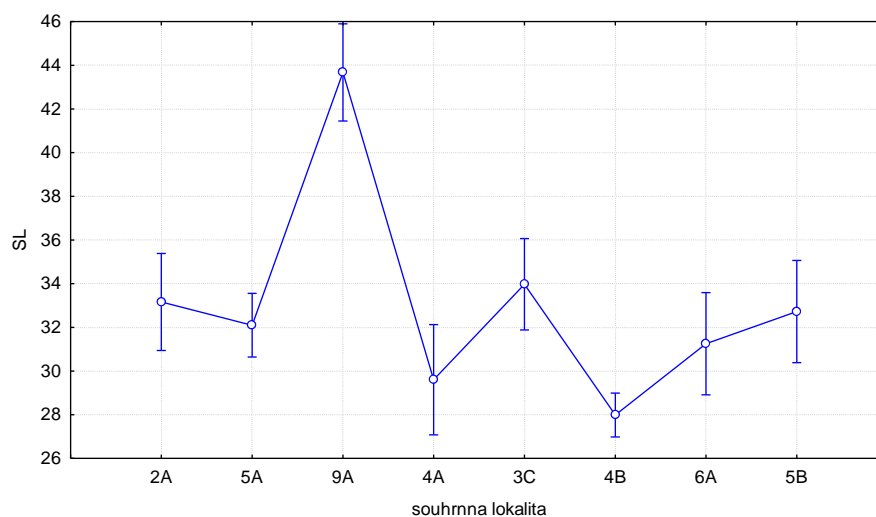
Obrázek 30: Průměrná velikost *Barbus macrops* v období dešťů v roce 2005 – v dočasných potocích skupiny 8B byly ryby menší.

V období sucha byly ryby v roce 2007 větší než v roce 2006 (ANOVA, $F_{1,691}=28,47$, $p<0,001$, $\varepsilon^2=0,040$; obr. 31).



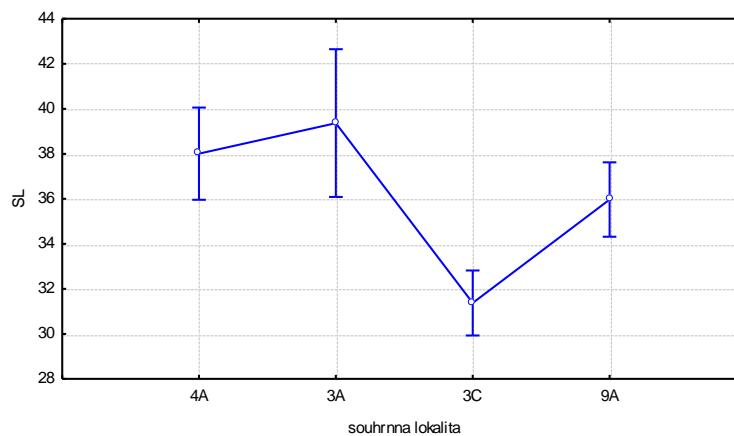
Obrázek 31: Jedinci *Barbus macrops* byli v období sucha větší v roce 2007.

V roce 2006 byly největší ryby v pramenné oblasti (9A) (Scheffe post hoc test, $p<0,001$) a skupina lokalit 4B (otevřené tůň v přítoku Niokolo) (Scheffe post hoc test, $p<0,017$) se lišila od lokalit typu 2A, 5A, 9A, 3C (ANOVA, $F_{7,393}=24,97$, $p<0,001$, $\varepsilon^2=0,308$; obr. 32). Ryby byly v pramenné oblasti největší a v otevřených tůňích přítoku Niokolo nejmenší.



Obrázek 32: Průměrná velikost *Barbus macrops* v období sucha v roce 2006 – nejmenší ryby byly v skupině 4B (otevřené tůň v přítoku Niokolo) a největší v skupině 9A (pramenná oblast).

V roce 2007 byly ze všech 4 zastoupených habitatů nejmenší ryby v přítocích s bahnitým břehem ve skupině 3C (ANOVA, $F_{3,288}=13,58$, $p<0,001$, $\varepsilon^2=0,124$; Scheffe post hoc test, $p<0,001$; obr. 33).



Obrázek 33: Průměrná velikost *Barbus macrops* v období sucha v roce 2007 – nejmenší ryby byly v přítocích s bahnitým břehem skupiny 3C.

5. DISKUZE

Během let 2004 až 2005 proběhly čtyři několikatýdenní expedice Ústavu biologie obratlovců AV ČR do Národního parku Niokolo Koba v Senegal, které měly mimo jiné za úkol získat data o rybím společenstvu. Tato práce je zpracováním ichtyologických dat ze středního toku řeky Gambie.

Vzorky ryb a data pocházely z 88 lokalit, které byly podle habitatu rozděleny do pěti hlavních skupin: hlavní tok řeky Gambie, její přítoky, které tvoří menší toky Niokolo, Nieriko, Koulountou, jezera (Mare Simenti, Mare de Kountadala, Mare de Fatiga, Mare de Wouring), dočasná vodní tělesa (jezera při Camp de Lion, lesní potoky při Mare Simenti) a pramenná oblast (Dalaba, Assirik, Dindifelo). Sběr dat probíhal krátce po období dešťů v letech 2004 a 2005 a v období sucha v letech 2006 a 2007. Období dešťů trvá v parku od května do září (DIRECTION DES PARC NATIONAUX, 2007). Vzhledem k rozdílným podmínkám, které byly během těchto období, nebyly v jednotlivých letech vzorkovány shodné lokality. Některé lokality nebyly přístupné a dočasná vodní tělesa se tvořila jen v období dešťů a krátce po něm a postupně vysychala.

Jednotlivé lokality měly odlišný charakter a vzorky by měly zachycovat největší rozmanitost prostředí, aby bylo zachyceno co nejvíce druhů. Z mnoha vyzkoušených odlovných metod se osvědčily dvě. Pomocí záťahové sítě byl proveden kvantitativní odběr vzorků, který byl doplněn odběry pomocí tenatních sítí. Při zkoumání druhů záplavových oblastí dolního toku Gambie, použili LOUCA et al. (2008) metodu vrhacích sítí, doplněnou o odlov pomocí podběráku. Jako neefektivní označil metody elektrolovu, pastí a záťahových sítí, při kterých chytili málo ryb. Populární metoda odlovu v řece Gambii je vrhací síť, která dokáže zachytit mnoho druhů ryb v toku, kanálech a vegetaci. Ruční podběrák zachytí menší druhy a juvenilní jedince v mělčích vodách (LOUCA et al., 2008). Metody použité v parku byly efektivní a zachytily 14339 ryb, které patří do 63 druhů.

Ve studované oblasti bylo zachyceno 63 druhů ryb. DAGET (1956) určil ve středním toku 61 druhů. Dva z těchto druhů byly synonymizovány, což dává celkový počet 60 druhů. Srovnání seznamu druhů odlovů z 50. let (DAGET, 1956) potvrzuje výskyt pouhých 42 druhů společných v obou sběrech. Naopak 17 druhů nalezených v 50. letech nebylo nyní nalezeno (*tab. 8*) a 20 druhů zjištěných v letech 2004 až 2007 (*tab. 9*) nebylo nalezeno Dagetem (DAGET, 1956).

Tabulka 8: Druhy, které uvádí DAGET (1956) z Národního parku Niokolo Koba, ale v letech 2004 – 2007 nebyly v parku zjištěny. * označuje druhy, jejichž přítomnost ve vzorcích DAGET (1956) nemůže být vysvětlena rozdíly v determinaci.

<i>Amphilius rheophilus</i> *	<i>Barbus ablables</i>
<i>Aplocheilichthys pfaffi</i>	<i>Barbus sublineatus</i>
<i>Chrysichthys johnelsi</i>	<i>Chrysichthys walkeri</i>
<i>Clarias macromystax</i> *	<i>Clarias anguillaris</i>
<i>Epiplatys spilagyreius</i> *	<i>Kribia nana</i>
<i>Nannaethiops unitaeniatus</i> *	<i>Tilapia zillii</i>
<i>Parailia spiniserrata</i> *	<i>Synodontis annectens</i>
<i>Parachanna obscura</i> *	<i>Synodontis gambiensis</i>
<i>Protopterus annectens</i> *	

Tabulka 9: Druhy, které DAGET (1956) nezaznamenal v Národním parku Niokolo Koba. * označuje druhy, které mohou být ve vzorcích DAGET (1956) determinovány jako jiný druh.

<i>Barbus baudoni</i> *	<i>Hydrocynus forskalli</i>	<i>Porogobius schlegelii</i>
<i>Barbus macrops</i> *	<i>Chrysichthys maurus</i> *	<i>Synodontis batensoda</i>
<i>Brycinus longipinnis</i>	<i>Mormyrus rume</i>	<i>Synodontis membranaceus</i>
<i>Clarias gariepinus</i> *	<i>Nothobranchius kiyawensis</i>	<i>Synodontis nigrita</i>
<i>Distichodus rostratus</i>	<i>Papyrocranus afer</i>	<i>Tilapia dageti</i>
<i>Enneacampus ansorgii</i>	<i>Petrocephalus bovei</i>	<i>Tilapia guineensis</i> *
<i>Heterobranchus isopterus</i>		

Rozdíly v druhové skladbě mohou být způsobeny několika faktory. Jednak se může jednat o skutečný rozdíl daný změnou společenstva ryb v průběhu posledních 50 let. Výsledný počet a zastoupení jednotlivých druhů může být dáno také metodikou odlovu a celkovým množstvím odebraných vzorků (počet odběrů, lokalit, jedinců). Dalším vysvětlením může být rozdílná identifikace některých problematických druhů.

Pravděpodobnost, že v průběhu posledních 50 let došlo v ichtyofauně Národního parku Niokolo Koba k tak zásadním změnám, aby zde došlo k obměně jedné třetiny vyskytujících se druhů, je malá. Vodní zdroje oblasti nejsou nijak významně využívány (zavlažování, voda pro průmysl či těžbu nerostných surovin, znečištění z míst osídlení) a tudíž kvalita vody v řece a přilehlých vodních habitatech nebyla výrazně změněna. Charakter řeky Gambie nebyl ovlivněn výstavbou žádného vodního díla (přehrada, regulace toku). Takovéto změny výrazně naruší složení rybího společenstva, jako se tomu stalo například

na dolním toku řeky Volty v Ghaně (PAUGY et al., 1994) či na řece Sine-Saloum a Casamance (LOUCA et al., 2008). V roce 2011 je plánována výstavba vodní elektrárny na řece Gambii v Sambangalou v Senegalu (LOUCA et al., 2008). Předpokládám, že zachycené druhové složení ichtyofauny se může po regulaci toku v budoucnosti změnit. Změna vodního režimu a ekologických podmínek bude mít pravděpodobně vliv na místní populace a společenstva ryb.

Naopak rozdíly v metodice odlovu mohou být příčinou odlišných výsledků. Bohužel DAGET (1956) neuvádí metodiku odlovu. Dá se předpokládat, že použil v té době využívanou metodu vytrávení přítomných ryb použitím selektivních piscicidů. Daget prolovil 11 lokalit: hlavní tok řeky Gambie v místech Pont de Wassadou, Simenti, Bafoulabé, Malapa, Mpantié, Banharé, Vorouli; přítoky Niérikou ve Wassadou, Wolou v Badi a Niokolo v místě Niokolo Koba; jezero v Simenti (DAGET, 1956).

Pravděpodobně nejvýznamnější faktorem vysvětlujícím rozdíly mezi výsledky DAGET (1956) a současnými údaji je druhová determinace, kterou jsem popsala v bakalářské práci.

Druhy ze sběrů Dageta v tabulce 8 označené hvězdičkou nemohou být vysvětleny odlišnou determinací a nebyly během expedice ÚBO odloveny. Často se jedná o druhy ryb s převážně noční aktivitou (*Protopterus annectens*, *Chrysichthys johnelsi*, *Amphilius rheophilus*, *Parailia spiniserrata*, *Parachanna obscura*). Tyto druhy mohou být lépe odloveny pomocí odlišných metod, včetně vytrávení tůň pomocí selektivních piscicidů.

DAGET (1956) uvádí, že na dolním toku Gambie se nachází 15 druhů odlišných od středního toku, ale 10 z nich bylo na středním toku zaznamenáno během expedice ÚBO (tab. 10).

*Tabulka 10: Seznam druhů ryb dolního toku řeky Gambie, které se podle DAGET (1956) nenacházejí ve středním toku. * označuje druhy, které byly v letech 2004-2007, na středním toku zaznamenány.*

<i>Alestes dentex</i>	<i>Hyperopisus bebe occidentalis</i>	<i>Papyrocranus afer*</i>
<i>Barbus baudoni*</i>	<i>Chrysichthys furcatus</i>	<i>Petrocephalus bovei*</i>
<i>Clarias gariepinus*</i>	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	<i>Synodontis batensoda*</i>
<i>Distichodus brevipinnis</i>	<i>Mormyrus rume*</i>	<i>Synodontis membranaceus*</i>
<i>Distichodus rostratus*</i>	<i>Nothobranchius kiyawensis*</i>	<i>Synodontis nigrita*</i>

Druhy ryb v západní Africe se podle LÉVÊQUE (2006) dají rozdělit podle rozšíření do 11 celků. Celky jsou výsledkem minulých spojení vodních systémů a vymírání druhů. V parku Niokolo Koba se nacházejí druhy z 8 celků. Druhy s širokou distribucí, které se

nacházejí od Nilu po západní Afriku a Zair na jihu, jsou *Polypterus bichir*, *Heterobranchus longifilis*, *Schilbe intermedius*, *Auchenoglanis occidentalis*, *Sarotherodon galileus*. Druhy obývající řeky a jezera od Nilu po západní Afriku (ale ne na jih) jsou *Gymnarchus niloticus*, *Brienomyrus niger*, *Mormyrus hasselquistii*, *Alestes baemoze*, *Brycinus nurse*, *Citharinus citharus*, *Labeo coubie*, *Raiamas senegalensis*, *Schilbe intermedius*, *Synodontis batensoda*, *Synodontis membranaceus*, *Synodontis clarias*, *Hemichromis bimaculatus*, *Oreochromis niloticus*. Druhy s výskytem od čadské nížiny po západní Afriku a v Zairu (ne v Nilu) jsou *Mormyrus rume*, *Hepsetus odoe*, *Labeo parvus*. Druhy *Marcusenius senegalensis*, *Nannocharax ansorgii*, *Paradistichodus dimidiatus*, *Barbus baudoni*, *Barbus leonensis*, *Barbus macrops*, *Labeo senegalensis*, *Tilapia dageti* se vyskytují od čadské nížiny po západní Afriku. Druhy západního nilsko-súdánského rozvodí (ne Čad ani Nil) jsou *Brycinus leuciscus*, *Barbus pobeguini*, *Synodontis ocellifer*. Mezi typické druhy západního pobřeží patří *Brienomyrus brachyistius*, *Brycinus longipinnis*, *Papyrocranus afer*, *Pelonulla leonensis*. Osmou skupinu, do které patří druh *Barbus salessei*, který byl zachycen mimo území NP Niokolo Koba, tvoří druhy endemické pro oblast horní Guineje (některé se mohou vyskytnout v dolních nilsko-súdánských tocích). Řeka Gambie nemá žádné endemické druhy ryb. Nejsou zde druhy typické pro severovýchodní Afriku a druhy pobřeží od Zairu po Voltu (LÉVÊQUE, 2006). Nejvíce druhů ryb v parku je ze skupiny nilsko-súdánských druhů, které se nevyskytují na jih od rovníku. Nejméně druhů je ze skupiny od Čadu po západní Afriku a Zair a druhy typické pro západní nilsko-súdánské toky (ne Čad a Nil).

Jiné dělení západoafrických ryb rozlišuje 2 skupiny: druhy nilsko-súdánské a druhy guinejské nebo zairské, které se vyskytují hlavně na pobřeží západní Afriky. Mnohé nilsko-súdánské druhy obsadily západní Afriku a guinejské druhy jsou typické pro pobřeží. V národním parku se vyskytují ryby z obou skupin. Podle uvedeného se odvažují říct, že řeka Gambie není typickou řekou západní Afriky, protože se v ní setkávají druhy ryb z obou oblastí. Řeky Senegal a Gambie mohly být v minulosti spojeny a současný výskyt nilsko-súdánské fauny je dán tímto spojením. S faunou guinejské oblasti mohla být řeka Gambie spojena do doby vyvrásnění pohoří Fouta Djallon v období Jury, které rozdělilo mnoho toků a oddělilo toky guinejské a súdánské oblasti (LÉVÊQUE, 2006).

V řece se vyskytují pouze původní druhy (není tu žádný introdukovaný druh) (FISHBASE, 2009). Údaje o celkovém počtu druhů v celém toku řeky Gambie se v různých pracích liší. LÉVÊQUE et al. (1991) určil v celém toku Gambie 95 druhů ryb, LÉVÊQUE (2006) udává 84 druhů a nejnovější práce LOUCA et al. (2008) udává 93

druhů. Celkový počet druhů však není ve srovnání s tokem Nigeru (211 druhů) (LÉVÊQUE, 2006), Senegalu (110 druhů) a Volty (137 druhů) tak bohatý (DAGET, 1956). Podle mého názoru to může být způsobeno geologickými a klimatickými vlivy. Řeky Niger a Senegal byly pravděpodobně propojeny s povodím Volty, odkud mohla být jejich ichtyofauna obohacována o nové druhy. Povodí řeky Gambie je menší, v minulosti mohlo více vysychat a mnohé druhy z guinejské i súdánské ichtyofauny, které v Gambii chybí, zde mohly vyhynout.

LOUCA et al. (2008), který sledoval sezónní změny na dolním toku, uvádí, že společenstva ryb dolního toku jsou ovlivněna čtyřmi abiotickými faktory: vodivostí, pH, hloubkou a pokryvností vegetace. Tato studie však používala jinou metodiku odlovu, měla k dispozici více dat a navíc se liší skutečností, že se na dolním toku Gambie vyskytují hlavně brakické druhy ryb. Pro další analýzy by tedy bylo potřeba zjistit hodnoty těchto faktorů, aby bylo možné zjistit, zda hlavním faktorem utváření společenstev ryb v národním parku je náhodné spojení druhů nebo je ovlivňují další faktory. Pro některé lokality byly zjištěny údaje o teplotě, pH a vodivosti, ale protože měření neprobíhalo ve stejný čas (teplota se v průběhu dne výrazně mění) a na všech lokalitách, tak tyto hodnoty nebyly pro analýzy použity. V dolním toku je vodivost a pH ovlivněna kolísáním hladiny vody a průnikem slané vody. Rozdíly v parametrech, které byly určeny za hlavní v dolním toku (LOUCA et al., 2008), jsou ve středním toku mezi lokalitami minimální. Domnívám se proto, že společenstvo ryb národního parku je primárně ovlivněno typem habitatu.

Nejčastějším druhem na dolním toku je *Tilapia guineensis* (LOUCA et al., 2008), zatímco v parku to byl druh *Rhabdalestes septentrionalis*, který se vyskytuje v mnoha řekách západní Afriky (FISHBASE, 2009). Je to denní hejnový druh menší velikosti z čeledi Characidae, který se živí zooplanktonem. Nicméně *Tilapia guineensis* (Cichlidae) byla ve středním toku také hojná. Je to větší (30 cm) ryba, která se vyskytuje v pobřežních vodách od Senegalu po řeky Angoly a někdy vystupuje dál do řek (FISHBASE, 2009). To, že ve středním toku řeky Gambie není nejhojnějším druhem, je logické, protože je to ryba hlavně brakických vod. Nejhojnější ryby patří do čtyř čeledí Characidae (*Rhabdalestes septentrionalis*, *Brycinus leuciscus*, *Brycinus nurse*), Cyprinidae (*Barbus macrops*, *Barbus pobeguini*, *Barbus leonensis*, *Barbus niokoloensis*, *Raiamas senegalensis*), Distichodontidae (*Paradistichodus dimidiatus*) a Cichlidae (*Tilapia sp.*). Všechno jsou to denní, hejnové ryby, které byly vzhledem na vzorkovací metodu a čas (odlovy probíhaly přes den) chytány ve větších počtech.

Z 12 nejméně početných druhů byly dva druhy jen na specifických lokalitách, proto je můžeme označit za vzácné. Jsou to *Scriptaphyosemion geryi* a *Tilapia dageti*. Druhy *Gymnarchus niloticus* (solitérní dravec), *Synodontis membranaceus*, *Heterobranchus longifilis*, *Synodontis clarias*, *Brienomyrus brachyistus*, *Mormyrops anquilloides* a *Papyrocranus afer* jsou nočními druhy, proto byl jejich odlov v průběhu dne vzácností. U druhu *Sarotherodon galilaeus* bylo chyceno málo dospělců a juvenilní jedinci, u kterých je obtížná determinace, jsou v analýzách uváděni jako *Tilapia juv.* *Hydrocynus forskalli* je denní solitérní dravec a je obvyklé, že dravci se vyskytují v menších počtech.

Společenstva ryb dané oblasti mohou být do značné míry ovlivněna nepřítomností hlavního vrcholového predátora řek západní Afriky, kterým je druh *Lates niloticus*. Tato ryba dorůstá až dva metry a je původní v řekách Senegal, Volta, v Zairu a Čadu (FISHBASE, 2009). V řece Gambii se nevyskytoval ani v minulosti (BLACHE, 1964). Jeho introdukce např. v jezeru Viktorie způsobila velké změny v složení rybiho společenstva (PRINGLE, 2005).

V parku Niokolo Koba se vyskytovaly druhy, které patří do všech šesti hlavních trofických skupin západní Afriky podle PAUGY et al. (1994). Některé druhy kombinují více druhů potravy. Mohu říct, že druhy jsou z hlediska postavení v potravní pyramidě rozděleny normálně. V sledované oblasti stojí na vrcholu potravního řetězce šest vrcholových predátorů: *Gymnarchus niloticus*, *Hepsetus odoe*, *Hydrocynus brevis*, *Malapterurus occidentalis*, *Polypterus bichir* a *Clarias anguillaris*. Mezi primární konzumenty patří čtyři druhy a ostatní druhy jsou sekundární konzumenti.

Společenstvo Národního parku Niokolo Koba bylo vyrovnané a nejhojnější druh *Rhabdalestes septentrionalis* tvořil 17,3% jedinců. Pro vyjádření alfa diverzity bylo použito několik indexů, které všechny potvrdily celkový závěr, že společenstva skupin lokalit jsou vyrovnaná, některé byly dominantní, ale většina spadala mezi tyto extrémy. Hodnocení vycházelo hlavně z počtu druhů, hodnoty dominance, Shanonova a Berger-Parkerova indexu. Indexy diverzity jsou vhodné pro jednoduché vyjádření diverzity a popisují ji jedním číslem (MAGURRAN, 2004).

Vyrovnanost společenstva popisuje variabilitu v druhové abundanci. Za vyrovnané společenstvo se považuje to, ve kterém jsou všechny druhy zastoupeny podobným počtem jedinců. Na vyšší vyrovnanost se váže vyšší diverzita (MAGURRAN, 2004). Vyrovnané společenstva jsou obecně tvořena mnoha druhy. Vyskytují se v prostředí, které je různorodé, poskytuje mnoho ekologických nik, které mohou druhy obsadit, i více potravních zdrojů, které bohaté společenstvo užíví. Po rozdělení lokalit do skupin podle

habitatu se nejvíc druhů vyskytovalo v tůních menších řek Niokolo a Koulontou a v peřejích řeky Niokolo a Nieriko. Za nejvyrovnanější společenstvo bylo určeno společenstvo tůní se stojatou vodou řek Niokolo a Koulontou. Nejpočetnějším druhem zde byl *Barbus macrops* (malá, hejnová ryba živící se všežravě). V tomto habitatu byla také největší diverzita. Při zaměření na jednotlivé vzorky byla vyrovnaná společenstva v jezeru Mare Simenti (2004, hlubší voda; 2004, mělčí voda), přítoku Niokolo (2007, oddělená tůň) a jezeru Mare de Wouring (2007, hlubší voda). V mělké vodě jezera Mare Simenti byl chycen jen jeden jedinec od každého ze sedmi druhů, proto je jeho vyrovnanost otázkou.

Za dominantní určila MAGURRAN (2004) to společenstvo, kterému dominuje jeden nebo několik málo druhů. Habitat s největší hodnotou dominance představoval štěrkový břeh hlavního toku řeky Gambie a dominoval zde druh *Rhabdalestes septentrionalis* (malá hejnová ryba živící se zooplanktonem). V pěti vzorcích se vyskytoval jenom jeden druh. V uzavřené tůni hlavního toku řeky Gambie (2007, Damantan) a přítoku Koulontou (2006, uzavřená tůň) to byl druh *Tilapia guineensis* a v uzavřené tůni řeky Gambie (2007, Camp de Lion) druh *Sarotherodon galilaeus*. Tyto dva druhy byly odloveny v počtu několika kusů. Mohlo to být způsobeno nevhodnou metodikou odlovu nebo se v těchto místech vyskytovalo obecně málo ryb. Jeden druh byl chycen také v dočasném potoku (2005, Dar Salam, 57 kusů, *Barbus pobeguini*) a v pramenné oblasti (2007, Dindifelo, 37 kusů, *Barbus macrops*). Tyto lokality měly specifické podmínky (sezónnost lokality; specifický habitat), proto se dá předpokládat, že více druhů se zde nevyskytovalo. Z pěti vzorků, kde společenstvo tvořily jen dva druhy ryb, bylo na třech obecně málo ryb, protože to byly uzavřené tůně řek v období sucha. Na čtyřech lokalitách považují společenstvo za dominantní podle definice MAGURRAN (2004), protože zde bylo chyceno dostatečné množství jedinců a jeden druh vždy dominoval. Dominantní druhy (*Rhabdalestes septentrionalis* v řece Gambii (2006, štěrkový břeh) a v přítoku Niokolo (2005, peřeje); *Barbus leonensis* v jezeru Mare Simenti (2006, hlubší voda)) opět patřili mezi hejnové ryby, kromě druhu *Brienomyrus niger* v jezeře Mare de Kountadala (2006, mělčí voda), který je noční a pravděpodobně žije soliterně (BLACHE, 1964). Jeho hojný výskyt je dán charakterem lokality a časem odlovu. Jezero Mare de Kountadala bylo vzorkováno v období sucha, při velmi nízkém stavu vody (vodivost byla 208 μ S), proto byly odloveny všechny ryby, které by se za normálních podmínek nezdržovali na jednom místě v tak hojných počtech.

Druhým nejpočetnějším druhem v Národním parku Niokolo Koba byl druh *Barbus macrops*, který byl vybrán pro bližší výzkum, protože se vyskytoval v 51 vzorcích

v celkovém počtu 2335 jedinců. Je to malá, hejnová a všežravá ryba, která je v oblasti původním druhem. Nejpočetnější byl ve vzorku z jezera Mare Simenti (2004, mělká voda), jezera Mare Simenti (2004, hlubší voda), dočasného potoku (2005, Camp de Lion) a přítoku Niokolo (2006, otevřená tůň), ale nacházel se ve všech typech habitatu kromě uzavřených tůní řeky Gambie a některých sezónních lesních potoků.

Pro zjištění somatické kondice byla použita metoda extrakce lipidů. Tato metoda byla doposud používána pro výzkum embryí živorodých ryb (MARSH-MATTHEWS, 2005). V této práci byla poprvé použita u juvenilních ryb. Lipidy jsou hlavním zdrojem metabolické energie na růst (reprodukcí, pohyb) u ryb (TOCHER, 2003). Množství lipidů v těle ryb je proto indikátorem somatické kondice jedince. Data ukázala na to, že jedinci v jezeře Mare Simenti byli v lepší somatické kondici než na ostatních lokalitách. Jedním z možných vysvětlení je vyšší potravní nabídka v tomto jezeře. Mare Simenti se mohlo stát útočištěm mladých ryb, které měly od začátku více potravy a proto byly v lepší kondici. Pro potvrzení této hypotézy je nutná analýza potravní nabídky, pro kterou nebyla sbírána data. ARRINGTON et al. (2006) uvádí, že množství lipidů v těle kolísá v průběhu sezóny a nejvíc jich je v průběhu období dešťů. Ukládání energetických zásob se však liší mezi organizmy s různými životními strategiemi. Předpokládám, že ryby v tropech se zásobují energií hlavně v období dešťů, kdy je vyšší hladina vody a je dostupných více potravních zdrojů. U druhu *Barbus macrops* v parku se rozdíl v množství lipidů v těle mezi sezónami nepotvrdil. ARRINGTON et al. (2006) dále uvádí, že ukládání zásob je ovlivněno i dobou rozmnožování. *Barbus macrops* je druh se sezónním výtěrem v období dešťů, proto předpokládám, že zásoby lipidů doplňuje během celého roku.

Rozložení velikosti jedinců *Barbus macrops* bylo normální se dvěma vrcholy. Malý vrchol mezi většími jedinci může signalizovat, že ve vzorku se nacházely ryby starší než 12 měsíců. Bylo zjištěno, že v období dešťů byly ryby v průměru menší. Druh se v tomto období rozmnožuje a jedinci, kteří se narodili, jsou menší než v období sucha. V roce 2004 byly největší jedinci v dočasném jezeře s limitovanou vegetací. Naopak v roce 2005 byly nejmenší parmičky v dočasném potoku s limitovanou vegetací. V období sucha (2006, 2007) byli jedinci *Barbus macrops* starší, a proto v průměru větší. V roce 2006 byly největší ryby v pramenné oblasti a nejmenší v otevřené tůni řeky Niokolo. V roce 2007 byly nejmenší ryby v přítocích Niokolo a Koulountou. Ryby v pramenné oblasti měřily v průměru skoro 44mm. Důvodů, proč zde byli jedinci největší, mohlo být několik. Oblast byla vzorkována v období sucha, kdy jsou ryby starší a tedy větší. V tomto specifickém habitatu mohl být slabý predanční tlak nebo mohly růst rychleji, což je však

nepravděpodobné, protože je zde nižší teplota vody. Dalším možným vysvětlením je, že zde mohlo být navzorkováno více jednoletých ryb a juvenilové se mohli nacházet níže po proudu.

6. ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem se zabývala ichtyofaunou Národního parku Niokolo Koba v Senegalů a přilehlém území. V teoretickém úvodu jsem popsala ichtyofaunu západní Afriky, abiotické podmínky, které ovlivňují složení společenstev ryb, přehled studií z dané oblasti a popsala jsem biologii druhu *Barbus macrops*. Ve výsledcích a diskuzi jsem se zaměřila na analýzu společenstva ryb středního toku řeky Gambie v národním parku a analýzu vybraného druhu *Barbus macrops*.

Společenstvo ryb jsem popsala z hlediska druhového složení, abundance, potravní specializace a pomocí indexů diverzity. Během čtyř let expedice ÚBO AV ČR zachytily 63 druhů ryb na 88 lokalitách, které se podle habitatu dají rozdělit do devíti skupin. Společenstvo ryb bylo ve sledované oblasti vyrovnané s nejpočetnějším druhem *Rhabdalestes septentrionalis*. Některá společenstva jednotlivých lokalit patřila mezi vyrovnaná, jiná mezi dominantní. Blíže jsem se věnovala druhu *Barbus macrops*, který jsem analyzovala z hlediska abundance, velikostního složení a somatické kondice (pomocí metody extrakce lipidů).

Z hlediska druhového složení je možno říct, že řeka Gambie není typickou řekou súdánské podoblasti, protože nilsko-súdánské druhy jsou zde doplněny guinejskými druhy a naopak někteří charakterističtí zástupci řek západní Afriky zde chybí.

Do budoucnosti může tato práce posloužit pro srovnání složení společenstva v době, kdy tok a prostředí řeky Gambie nebylo ovlivněné lidskou činností a zásahy.

7. LITERATURA

- ALBARET J. J., SIMIER M., DARBOE F. S., ECOUTIN J. M., RAFFRAY J. & DE MORAIS L. T. (2004): Fish diversity and distribution in the Gambia Estuary, West Africa, in relation to environmental variables. *Aquatic Living Resources*, 17: 35-46.
- ARRINGTON D. A., DAVIDSON B. K., WINEMILLER K. O. & LAYMAN C. A. (2006): Influence of life history and seasonal hydrology on lipid storage in three neotropical fish species. *Journal of Fish Biology*. 68: 1347-1361.
- BEGON M., HARPER J. L. & TOWNSEND C. R. (1997): *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc, 949 p.
- BLACHE J. (1964): Les poissons du Bassin du Tchad et du Bassin adjacent du Mayo Kebbi: étude systématique et biologique. O.R.S.T.O.M. Paris, 489 p.
- DAGET J. (1956): Le parc national du Niokolo-Koba. VII. Poissons. *Mém. IFAN*, 48: 325-362.
- DAGET J. (1960): La faune ichtyologique du bassin de la Gambie. *Bull. IFAN*, 22: 610-612.
- DAGET J. (1962): Les poissons du Fouta Dialon et de la Basse Guinée. *Mém. IFAN*, 210 p.
- ECOUTIN J. M., ALBARET J. J. & TRAPE S. (2005): Length-weight relationships for fish populations of a relatively undisturbed tropical estuary: The Gambia. *Fisheries Research*, 72: 347-351.
- GUILLARD J., ALBARET J. J., SIMIER M., SOW I. RAFFRAY J. & DE MORAIS L. T. (2004): Spatio-temporal variability of fish assemblages in the Gambia Estuary (West Africa) observed by two vertical hydroacoustic methods: Moored and mobile sampling. *Aquatic Living Resources*, 17: 47-55.

-
- HEULETT S. T., WEEKS S. C. & MEFFE G. K. (1995): Lipid dynamics and growth relative to resource level in juvenile eastern mosquito fish (*Gambusia holbrooki*: Poeciliidae). *Copeia*, Vol.1995, 1: 97-104.
- LAË R., ECOUTIN J. M., MENDY A., RAFFRAY J., WEIGEL J. Y., SADIO O. & DJOBE O. (2004): Effects of a targeted shrimp (*Penaeus notialis*) exploitation on fish catches in the Gambia estuary. *Aquatic Living Resources*, 17: 75-85.
- LÉVÊQUE C. & PAUGY D. (1984): Guide poissons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. Convention ORSTOM-OMS, 393 p.
- LÉVÊQUE C. (2006): Biodiversity Dynamics and Conservation: the Freshwater Fish of Tropical Africa. Cambridge University Press, second edition, 438 p.
- LÉVÊQUE C., PAUGY D. & TEUGELS G. (1991): Annotated check-list of the freshwater fishes of the Nilo-sudan river basins in Africa. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 24: 131–154.
- LOMOLINO M. V., RIDDLE B. R. & BROWN J. H. (2006): Biogeography. 3rd edition. Sinauer, 845 p.
- LOSOS B. et al. (1984): Ekologie živočichů. SPN Praha, 316 p.
- LOUCA V., LINDSAY S. W., MAJAMBERE S. & LUCAS M. C. (2008): Fish community characteristics of the lower Gambia river floodplains: a study in the last major undisturbed West African river. *Freshwater Biology*, 54: 254-271.
- LOWE-MCCONNELL R. H. (1987): Ecological Studies in Tropical Fish Communities. Cambridge University Press, 382 p.
- MAGURRAN A. E. (2004): Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd., 256 p.

-
- MARSH-MATTHEWS E., BROOKS M., DRAGON R. & TAN H. (2005): Effects of maternal and embryo characteristics on post-fertilization provisioning in fishes of the genus *Gambusia*. *Oecologia*, 144: 12-24.
- NELSON J. S. (2006): *Fishes of the World*. J. Wiley & Sons, 4th Edition, 601 p.
- NORRIS S. M. (2002): A revision of the African electric catfishes, family Malapteruridae (Teleostei, Siluriformes), with erection of a new genus and descriptions of fourteen new species, and an annotated bibliography. *Ann. Mus. R. Afr. Centr., Zoological Science*, 289: 155 p.
- OPATRNÝ E. (1999): *Zoogeografie*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 190 p (skripta).
- PANFILI J., THIOR D., ECOUTIN J. M. et al. (2006): Influence of salinity on the size at maturity for fish species reproducing in contrasting West African estuaries. *Journal of Fish Biology*, 69: 95-113.
- PAUGY D. (2002): Reproductive strategies of fishes in a tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baoulé River in Mali. *Aquatic Living Resources*, 15: 25-35.
- PAUGY D., LÉVÊQUE C. & TEUGELS G. G. (2003): *The Fresh and Brackish Water Fishes of West Africa*. Vol. I a II. (457 a 815 p.).
- PAUGY D., TRAORÉ K. & DIOUF P.S. (1994): Faune ichtyologique des eaux douces d'Afrique de l'Ouest. In: *Biological Diversity in African Fresh- and Brackish Water Fishes* (Teugels et al., eds), *Ann. Mus. R. Afr. Centr., Zool.*, 275: 35-66.
- PRINGLE R. M. (2005): The origins of the *Nile Perch* in Lake Victoria. *BioScience*, 55: 80-787.
- ROBERTS T. R. (1975): Geographical distribution of african freshwater fishes. *The Zoological Journal of the Linnean Society*, 57: 249-319.

SIMIER M., LAURENT C., ECOUTIN J. M. & ALBARET J. J. (2006): The Gambia River estuary: A reference point for estuarine fish assemblages studies in West Africa. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 69: 615-628.

SVENSSON G. S. O. (1933): Freshwater Fishes from the Gambia River (British West Africa). Results of the Swedish Expedition, 1931. *K. svenska Vetensk. Akad. Handl.*, 102 p.

TOCHER D. R. (2003): Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11: 107-184.

VIDY G., DARBOE F. S. & MBYE E. M. (2004): Juvenile fish assemblages in the creeks of the Gambia Estuary. *Aquatic Living Resources*, 17: 56-64.

Další použité zdroje

DIRECTION DES PARC NATIONAUX (2007): Parc National du Niokolo Koba. (mapa)

FROESE R. & PAULY D. (2009): FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, 03/2009.

Programy:

STATSOFT, INC. (2008): STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com

HAMMER Ř., HARPERAND D.A.T. & RYAN P.D. (2009): PAST (PALaeontological STatistics), version 1.90.

VSN INTERNATIONAL LTD (2008): GenStat Eleventh Edition, version 11.1.0.1575. www.vsni.co.uk

MICROSOFT CORPORATION (2003): Microsoft Office Excel 2003, version 11.8302.8221.