

**Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie
Studijní obor: Biologie



Lucie Hanišová

Biogeografie a habitatové preference rodu *Luticola*
Biogeography and habitat preferences for genus *Luticola*

Typ závěrečné práce

Bakalářská

Školitelka: Mgr. Kateřina Kopalová, Ph.D.

Praha, 2016

Chtěla bych poděkovat své školitelce Mgr. Kateřině Kopalové, Ph.D. za trpělivost, podporu a cenné rady, kterých se mi od ní dostalo.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10. 5. 2016

Podpis:

Abstrakt

Rod *Luticola* je jedním z druhově bohatých rodů spadající do třídy rozsivky (*Bacillariophyceae*), obsahující 204 plně podložených druhů. Cílem této práce je z dostupné literatury shrnout informace zaměřené na biogeografii tohoto rodu, habitatové preference polárních a temperátních druhů a jejich ekologickou valenci pro stěžejní faktory jejich výskytu - pH a konduktivitu. Ze získaných dat vyplývá, že tento rod je celosvětově rozšířen s vyšší druhovou diverzitou v Evropě, Jižní Americe a především v antarktické oblasti, která je bohatá na množství endemických druhů. V habitatových preferencích převažují u temperátních druhů vodní habitaty, zatímco u polárních druhů habitaty terestrické. Polární druhy se také odlišují od temperátních druhů užším rozpětím ekologické valence pro hodnoty pH. Obě skupiny však preferují nízkou konduktivitu. Nejvíce druhů rodu *Luticola* se nalézá v prostředí s hodnotami do 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Klíčová slova: biogeografie, konduktivita, *Luticola*, pH.

Abstract

The genus *Luticola* is one of the most species rich group belonging to the diatom class (*Bacillariophyceae*) containing 204 described species. The aim of this work is to summarize the available literature on the genus *Luticola* concerning its biogeography, habitat preferences of polar and temperate species, and their ecological threshold for important factors relating and forming their presence - pH and conductivity. Records suggest that the *Luticola* genus is presence worldwide, with higher species diversity in Europe, South America and the Antarctic region, the latter of which harbors a substantial amount of endemic species. In terms of habitat preference, records suggest that temperate species occur mostly in aquatic habitats, while polar species occupy terrestrial environments. Polar species also differ from temperate species by occupying narrower margin of pH values. However, both groups prefer low conductivity, and most species of the genus *Luticola* are located in environments with values up to 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Key words: biogeography, conductivity, *Luticola*, pH.

Úvod.....	5
1. Rozsivky.....	7
1.1 Význam rozsivek.....	8
2. Rod <i>Luticola</i>	9
3. Ekologická nika.....	12
3.1 Ekologická valence.....	13
4. Výsledky a diskuze	15
4.1 Distribuce druhů	15
4.2 Habitatové preference.....	17
4.3 Stěžejní faktory - pH	19
4.4 Konduktivita.....	21
4.5 Shrnutí	23
Závěr	24
Literatura.....	25
Přílohy.....	30

Úvod

Rod *Luticola* je soubor jednobuněčných mikroorganismů, které jsou součástí třídy rozsivky (*Bacillariophyceae*), spadají díky své pigmentaci do skupiny hnědých řas. Původně byl rod *Luticola* součástí rodu *Navicula*, ale na základě odlišné struktury křemičité schránky byl roku 1990 oddělen (Round a kol., 1990). V současné době je rod *Luticola* s počtem blížícím se 200 druhů (Levkov a kol., 2013) jedním z největších rodů rozsivek a počet jeho druhů stále stoupá (Kohler a kol., 2015; Sterken a kol., 2015).

Obecně lze zástupce třídy rozsivky nalézt po celém světě (Kalina a Váňa, 2005). Některé jejich druhy jsou v rámci výskytu endemické, tedy specifické pouze pro určitou oblast (Bere a Tundisi, 2009; Kelly a kol., 1998; Potapova a Charles, 2003). Značný počet endemických druhů rodu *Luticola* byl v nedávných letech zaznamenán v antarktické oblasti (např. *L. katkae*, *L. adelae* a další), (Esposito a kol., 2008; Sterken a kol., 2015; Van de Vijver a kol., 2011; Zidarova a kol., 2014).

Výskyt rozsivek je determinován podmínkami prostředí. Mnoho druhů rozsivek má striktní nároky na rozpětí ekologické niky (Sterken a kol., 2015). Některé druhy se vyskytují pouze v omezených lokalitách, které svými podmínkami splňují životní nároky organismu (Chen a kol., 2010). Rozsivky jsou schopné reagovat na změny vlhkosti, charakteristiku substrátu i chemii vody (Battezzore, 2012; Besse-Lototskaya a kol., 2006; Van Dam a kol., 1994; Chen a kol., 2010, 2012; Kopalová a kol., 2013; Robinson a Kawecka, 2005; Stanek-Tarkowska a kol., 2015; Sterken a kol., 2015). Díky svým vlastnostem – rychlému buněčnému cyklu, hustotě na substrátu, jednoduché identifikaci počtu a zároveň jednoduchému sběru, sloužili zástupci rozsivek již od začátku 20. století jako bioindikátory, tedy organismy k určování kvality vod (Battezzore, 2012; Besse-Lototskaya a kol., 2006; Blanco a kol., 2008; Cochero a kol., 2015; Van Dam a kol., 1994; Chen a kol., 2010; Kopalová a kol., 2012; Lai a kol., 2010). Podstatnými faktory, výrazně ovlivňujícími distribuci rozsivkových taxonů, se ukazují být hodnoty pH (Hargan a kol., 2015; Chen a kol., 2012; Stanek-Tarkowska a kol., 2015; Thomas a John, 2010) a konduktivity (Douglas a Smol, 2010; Potapova a Charles, 2003).

Přestože je rod *Luticola* významnou skupinou rozsivek, zatím není známa publikace, která by podávala bližší informace o jeho habitatových preferencích. Mnohé práce o vztahu hnědých řas k pH a konduktivitě jsou pouze obecné pro celou třídu rozsivek (Bere a Tundisi, 2009; Potapova a Charles, 2003; Stanek-Tarkowska a kol., 2015). Jedním z cílů této práce je shrnutí aktuálního

počtu druhů, který se díky stálému výzkumu mění (Esposito a kol., 2008; Kohler a kol., 2015; Kopalová a kol., 2009, 2011; Van de Vijver a Mataloni, 2008; Van de Vijver a kol., 2011). Významnou publikací je v tomto ohledu kniha Levkov a kol., vydaná roku 2013, která je zaměřena převážně na rod *Luticola* a pojednává o všech jeho do té doby zaznamenaných družích.

Na základě mnohých záznamů z polární-antarktické oblasti (Esposito a kol., 2008; Kohler a kol., 2015; Kopalová a kol., 2009; Van de Vijver a Mataloni, 2008; Van de Vijver a kol., 2011) je dalším cílem této práce rozdělit celkový počet druhů dle výskytu na druhy polární a temperátní, a zjistit, jejich alespoň přibližné procentuální zastoupení v rámci celého rodu. U těchto dvou skupin porovnat jejich habitatové preference a zjistit, zda se nějakým způsobem od sebe výrazně liší.

V poslední řadě je úkolem této práce zaměřit se na bližší charakteristiku habitatu, a to v rámci dvou faktorů: pH a konduktivity, jež mezi sebou úzce souvisí (Soininen, 2004) a ukazují se být stěžejními faktory pro výskyt rozsivek (Bere a Tundisi, 2009).

Shromážděné informace by měly posloužit jako soubor informací a základ pro další výzkum v oblasti tohoto rodu, ke zlepšení laboratorních podmínek, v nichž jsou druhy rodu *Luticola* přechovávány a jako podklad pro další výzkum, ať už při hledání nových druhů, či při vymezení potencionálních lokalit výskytu.

1. Rozsivky

V této kapitole jsou shrnuty obecné informace charakterizující třídu rozsivek, které jsou platné i pro naši cílovou skupinu- rod *Luticola*. Třída rozsivky zahrnuje jednobuněčné, eukaryotické organismy, jejichž chloroplasty obsahují barviva: chlorofyl *a*, *c₁*, *c₂*, *c₃*, xantofyly a β -karoten. Kombinace těchto barviv dává buňce hnědé zbarvení a umožňuje jí schopnost fotosyntézy. Na základě této barevné kombinace se třída rozsivky řadí do skupiny hnědých řas. Kromě pigmentů obsahuje jejich buňka i další důležité látky jako je olej a chrysolaminaran, které zde mají zásobní funkci (Kalina a Váňa, 2005).

Rozsivky jsou celosvětově nejvíce rozšířenou skupinou řas, která je schopná obývat různé formy prostředí, ať už se jedná o vlhké, terestrické habitaty, či vodní prostředí sladkých i slaných vod: řeky (Bartozek a kol., 2013; Bere, 2014; Shibazaki a kol., 2013), potoky, prameny, jezera (Kopalová a kol., 2011; Robinson a Kawecka, 2005), zátoky a brakické vody (Sabbe a kol., 2003). Ve vodním prostředí rozsivky fungují jako součást fytoplanktonu (Martin-Jézéquel a kol., 2000). Kromě všech typů vod (i termálních – Kalina a Váňa, 2005) obývají také jeskyně, mechy (Kohler a kol., 2015; Van de Vijver a kol., 2011; Zidarova a kol., 2014), zdi, bažiny (Wetzel a kol., 2010), mokré stěny, sedimenty, vřesoviště, skály (Levkov a kol., 2013), povrchové vrstvy půdy (Kopalová a kol., 2011; Pavlov a kol., 2009; Van de Vijver a Mataloni, 2008). A nejen pozemní stanoviště, ale lze je nalézt i mezi částicemi unášenými vzduchem jako tzv. aerenchym (Kalina a Váňa, 2005).

Pro stabilní výskyt rozsivek je důležitá vlhkost (Bakieva a kol., 2012), přítomnost křemíku a v rámci fotosyntézy i světlo. Přesto existují i druhy schopné vyrovnat se s nízkou až nulovou hladinou světla. Tam je jejich výskyt podmíněn spojením s organickým uhlíkem, který jim umožňuje heterotrofní způsob výživy (Round a kol., 1990).

V roce 1990 se tato skupina dělila do 260 rodů s více jak 10 000 druhy (Round a kol., 1990). Pár let na to (v roce 2012) již bylo identifikováno 24 000 druhů, avšak jejich celkový počet se v té době odhadoval na cca 200 000 (Battezzato, 2012). Dá se tedy předpokládat, že počet identifikovaných druhů bude i nadále stoupat. Skupina se nyní dělí do tří podtříd: *Coscinodiscophycidae*, *Fragilariophycidae* a *Bacillariophycidae*. Zatímco buněčná schránka podtřídy *Coscinodiscophycidae* má symetrii paprscitou a řadí se mezi rozsivky centrické, podtřídy *Fragilariophycidae* a *Bacillariophycidae* mají symetrii bilaterální a jsou označovány jako penátní (Kalina a Váňa, 2005; Theriot a kol., 2010).

Rozmnožování rozsivek probíhá jak sexuálně, tak i asexuálně, vegetativně. Primárně se však rozmnožují vegetativním dělením a k sexuálnímu rozmnožování přistupují teprve po dosažení

kritické velikosti schránky. Zatímco buněčné dělení je společné všem rozsivkám, sexuální rozmnožování je známo jen u 200 z 20 000 druhů (John, 2012). Při asexuálním rozmnožování se od sebe théky (epithéka- svrchní a hypothéka- spodní miska) z jedné strany oddálí, dojde k dělení jádra, oddělení dceřiných protoplastů, dosyntetizování druhé poloviny dceřiných buněk a nakonec k jejich oddělení. Každá théka mateřská tak tvoří epithéku buňky dceřiné. Mechanismem dosyntetizování hypotéky dceřiných buněk dochází vždy ke zmenšení jedné z nich. Pokud se buňka dostane velikostí na 30-40% ze svého maxima a zároveň jsou vhodné přírodní podmínky, přechází rozsivka k dělení sexuálnímu (Edlund a Stoermer, 1997).

Sexuální rozmnožování se liší v závislosti na frustulárním typu rozsivky. Zatímco centrické rozsivky se rozmnožují oogamicky, penátní rozsivky izoogamně. U oogamického pohlavního procesu se vytvoří spermatozoid a vaječná buňka, jejich spojením vzniká zygota zvaná *auxospora*. Oproti tomu u penátních rozsivek dochází ke splynutí protoplastů. Meiotickým dělením se vytváří dvojice izogamet, jež spolu kopulují a výsledkem jsou dvě auxospory. Uvnitř auxospor vzniká iniciální buňka. Ta je pak základem pro vznik ostatních vegetativních buněk (Kalina a Váňa, 2005).

1.1 Význam rozsivek

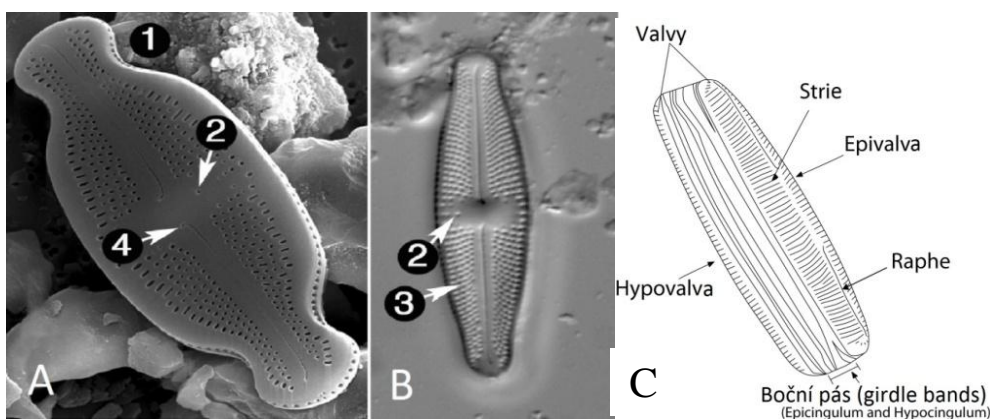
V roce 1999 sepsal D.G.Mann některé příklady využití rozsivek. Jako příklady uvádí jejich význam v paleologických, paleoekologických a klimatických rekonstrukcích prostředí (John, 2012). První fosilní záznamy rozsivek jsou známy již z období před 155 mil. let (svrchní jura), ale jejich hojný výskyt byl zaznamenán až o 40 mil. let později (spodní křída), (Martin-Jézéquel a kol., 2000). Dobré uchování rozsivek v sedimentu je zajištěno díky jejich křemičitému buněčnému obalu (Sterken a kol., 2015), odborně označovanému jako *frustula*. Křemík je do buňky aktivně transportován z okolí ve formě kyseliny křemičité a zabudováván do buněčné stěny (Kalina a Váňa, 2005; Martin-Jézéquel a kol., 2000). Procentuální zastoupení křemíku ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ve frustule se mezi druhy liší. U některých může tvořit až 60% suché váhy buňky. Použitím křemíku při stavbě buněčné schránky, předchází buňka vynaložení více energie, než by bylo nutné vynaložit tvorbou čistě organického obalu (Round a kol., 1990).

Z toho vyplývá i další význam rozsivek založený na jejich účasti v koloběhu prvků, hlavně uhlíku a křemíku. Jedinci z řad rozsivek obývajících oceán mohou v primární produkci vytvořit 20×10^{15} g uhlíku za rok, což odpovídá 40-45% celkové biomasy. Touto částkou přesahují množství vyprodukované světovými tropickými pralesy (John, 2012; Mann, 1999; Martin-Jézéquel a kol., 2000).

2. Rod *Luticola*

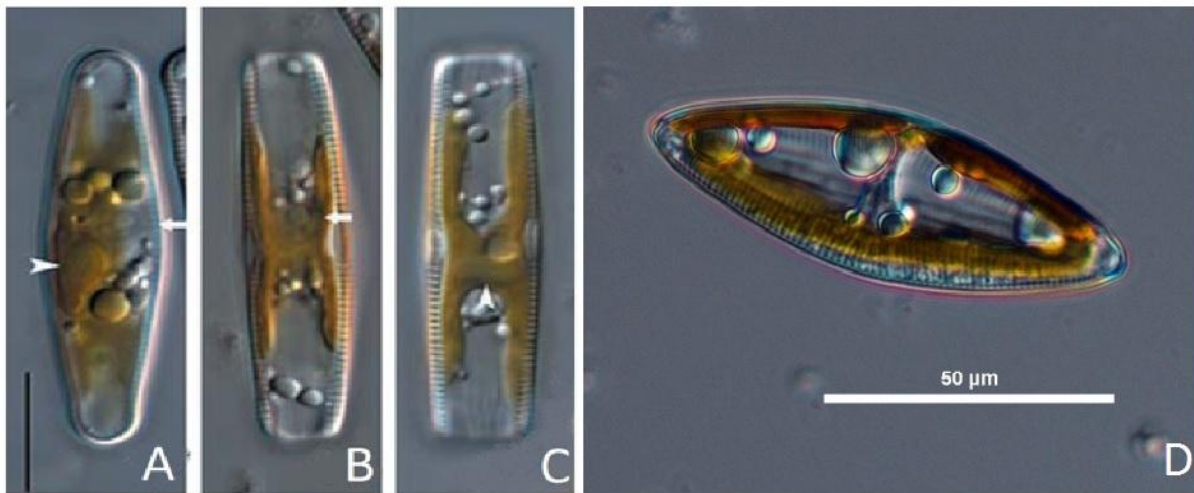
Cílovou skupinou této práce je rod *Luticola*, který spadá pod třídu rozsivky. Druhy rodu *Luticola* patřily původně až do roku 1990 do rodu *Navicula*, od kterého byly na základě odlišné morfologické struktury posléze odděleny. Hlavními třemi aspekty, které vedly D. G. Manna k jeho oddělení, byly: rozdílná stavba raphe, areol a typ charakteristického stigma (Round a kol., 1990).

Raphe je u rodu *Luticola* (viz obrázek 1) tvořena dvěma oddělenými rýhami procházejícími podél apikální osy na svrchní straně valvy. Její tvar je lineární, či lehce zakřivený, konce raphe tvoří proximální a distální část. Proximální části směřují do centra, distální pak ke koncům. Konce centrální části raphe jsou např. u *L. dismutica* a *L. cohnii* zahnuty doprava (k primární straně), (Pouličková, 2008). Opačně zahnuté proximální konce má např. *L. amazonica* a *L. permuticoides*. Stigma je areola, nacházející se v centrální části buňky jako jediná, izolovaná, nebo obklopena striemi. Tvar stigmy je z vnější strany kulatý až eliptický. Areoly svým uspořádáním tvoří strie. Jsou relativně kulaté, umístěné uniseriálně (za sebou do řady) na svrchní straně valvy (Levkov a kol., 2013). Ostatní areoly tvoří jednu až dvě řady na boční straně (Round a kol., 1990). Zaznamenaný popis byl použit i v těchto pracích, zabývajících se rodem *Luticola* (Kohler a kol., 2015; Kopalová a kol., 2011; Levkov a kol., 2013; Pouličková, 2008; Van de Vijver a Mataloni, 2008; Van de Vijver a kol., 2011; Wetzel a kol., 2010). Autoři Kohler, Kopalová, Van de Vijver s Mataloni, Wetzel a další publikují články o druzích polárních se zaměřením na jižní pól a přilehlé ostrovy, zatímco Pouličková a další zpracovávají informace o druzích temperátních.



Obrázek 1 A, B (pořízen skenovacím elektronovým mikroskopem - SEM) - Struktura schránky dvou zástupců rodu *Luticola* (pohled ze svrchní- valvální strany); charakteristické znaky pro determinaci: 1- tvar valvy, 2- stigma, 3- strie, 4- proximální konce raphe (Spaulding a Otu, 2008), C- schránka (Study Blue Inc., 2016)

Rozdíl mezi rody *Luticola* a *Navicula* je také v počtu plastidů. Zatímco rod *Navicula* obsahoval chloroplasty dva, rod *Luticola* (stejně jako některé rody další) pouze jeden (viz obrázek 2), ten se nachází v centru buňky. Pokud sledujeme jedince rodu *Luticola* ze svrchní- valvální strany, má chloroplast tvar písmene K. Pokud se podíváme na buňku ze strany, nabývá plastid tvaru písmene H (Pouličková, 2008).



Obrázek 2 (pořízen světelným mikroskopem- LM) - tvar plastidu rodu *Luticola* ze svrchního (A) a bočního (B, C) pohledu (Pouličková, 2008) v porovnání s dvěma chloroplasty rodu *Navicula* (D), ležících po obou stranách raphe (svrchní pohled), (Guiry a Guiry, 2012).

Další charakteristikou schránky u rodu *Luticola* je variabilní struktura thék (misek). Základní tvary, kterých může buňka nabývat, jsou: lineární (příkladem je *L. vandevijveri*), lanceolátní a eliptické (Round a kol., 1990). Tyto možnosti byly rozšířeny o kombinace základních, takže vznikl např. tvar lineárně-lanceolátní (*L. amazonica*, *L. zambiana*), rombicko-lanceolátní (*L. terminata*), elipticko-lanceolátní (*L. pitranensis*) a další. Dodržení tvaru nemusí být přesné, ale zůstává u nich zachována apikální osa. U některých druhů *Luticola* je okraj valvy undulovaný (*L. nivalis*, *L. undulata*, atd.), (Levkov a kol., 2013). Již nyní má rod *Luticola*, díky vysokému počtu druhů, značnou morfologickou variabilitu (Levkov a kol., 2013).

Po překročení nového tisíciletí dosahoval počet známých druhů *Luticola* nízkých hodnot. V roce 2007 Fourtanier & Kociolek publikovali existenci 63 taxonů (citováno z Kopalová a kol., 2011; Pavlov a kol., 2009). V práci A. Pouličkové (2008) je pak zmíněno jen druhů 30. V roce 2013 obsahovala skupina 191 druhů (Levkov a kol., 2013). Tím se rod *Luticola* stal jedním z druhově nejpočetnějších. Značným podílem k tomu přispěly výzkumy prováděné na Antarktidě a okolních

ostrovech- ostrov krále Jiřího, James Ross, Livingston, Decetion a Jižní Shetlandské ostrovy. Z této oblasti je známo nejvíce nově popsanych druhů, jakými jsou např. *L. evkae*, *L. laeta*, *L. neglecta*, *L. tomsui* a další (Esposito a kol., 2008; Sterken a kol., 2015; Van de Vijver a Mataloni, 2008; Zidarova a kol., 2014). V současnosti celkový počet druhů překročil dvě stovky, s přesným počtem 204 plně potvrzených druhů (viz tabulka 1), (toto číslo je ale pouze orientační, protože jsou stále objevovány druhy nové- např. práce z roku 2015 (Kohler a kol., 2015)). Vysoký počet druhů dává prostor pro heterogenitu morfologických kombinací. Porovnává se velikost valvy, hustota aerol/strií, tvar proximálních a distálních konců.

Druhy rodu *Luticola* lze na tomto základě podle Levkov a kol. (2013) rozdělit do 17 skupin (A-Q). Pokud druhy rozdělujeme dle morfologie a nikoliv dle abecedy, pak se víc jak polovina skupin vyznačuje konkrétním specifíkem. Skupiny F a G zahrnují druhy podobné *L. goeppertiana*, ale zatímco skupina F má postupně zužované konce, skupina G má konce kulaté. Další rozdíly v zakončení jsou u těchto skupin: L-široké, rovně vytažené konce, M- široké, kulatě vytažené konce, N- rombické konce, O- lanceolátní konce. Skupiny C, J, P, Q jsou pro změnu typické tvarem valvy. Skupina C má lanceolátní tvar valvy, J má eliptický tvar valvy, P- undulující okraj, Q- stažení středu valvy. Druhá polovina skupin se dělí dle velikosti a způsobu zakončení. Malé druhy (délka valvy v průměru cca 9-27 μm a šířkou valvy 5-8 μm) jsou zahrnuty do skupin A a D. A- má tvar valvy elipticko-lanceolátní či lineárně-eliptický, D skupina pak rombicko- lanceolátní. Střední velikosti (s délkou valvy v průměru okolo 20-40 μm a šířkou 8-11 μm) dosahují skupiny B, E, H. Skupina B má kulaté zakončení konců, skupina E má rombicko-lanceolátní tvar valvy a skupina H – úzké, zaoblené konce (do kulaté špičky). Velké skupiny (s délkou valvy v průměru okolo 50-70 μm a šířkou 16-19 μm) jsou I a K. I s úzce zaoblenými konci a K s lineárně-eliptickým či rombicko-eliptickým obrysem valvy (Levkov a kol., 2013).

Druhy rodu *Luticola* byly nalezeny na všech kontinentech: Severní Amerika (Falasco a kol., 2014; Levkov a kol., 2013), Jižní Amerika (Bartozek a kol., 2013; Wetzel a kol., 2010), Evropa (Pouličková, 2008; Pouličková a Hašler, 2007; Wojtal, 2009), Afrika (Mangadze a kol., 2015), Asie (Bakieva a kol., 2012; Kihara a kol., 2009; Ohtsuka, 2002), Austrálie (Levkov a kol., 2013) i Antarktida (Fermani a kol., 2007; Sabbe a kol., 2003). V roce 2009 Pavlov a kol. poukázali na vysokou druhovou diverzitu rodu *Luticola*, charakteristickou pro země jižní polokoule, konkrétně tedy pro Brazílii, Uruguay a Antarktidu (Van de Vijver a Mataloni, 2008; Zidarova a kol., 2014).

3. Ekologická nika

Termín ekologická nika je významným a hojně využívaným pojmem mezi ekology. Začátkem minulého století vznikla snaha popsat vztah mezi druhy a jejich prostředím, což vedlo k tomu, že roku 1919 byl uveden Shefordův zákon tolerance (podle Ter Braak, 1988) a roku 1933 byla (podle Jarošík, 2007) Charlesem Eltonem charakterizována ekologická nika. Výrok Ch. Eltona nebyl přesnou charakteristikou niky, tak jak ji známe dnes. V té době byla nika charakterizována jako způsob života organismu, a to ve smyslu, čím je pro lidskou společnost zaměstnání (Jarošík, 2007). S moderní definicí přišel roku 1957 Evelyn Hutchinson (Begon a kol., 1997).

Hutchinson také (podle Begon a kol., 1997) rozdělil ekologickou niku na dva druhy: na niku reálnou a na tzv. niku fundamentální. Fundamentální nika představuje maximální možnou niku druhu, tedy niku splňující nároky druhu bez nepříznivých vlivů okolí. Oproti tomu nika reálná pak představuje redukovanou niku fundamentální, omezenou působením predátorů a konkurentů. Na základě působení predátorů a konkurentů, dochází k odlišnostem v reálné nice mezi jednotlivými populacemi stejného druhu. S reálnou nikou je spojen odpovídající výskyt organismů v ekosystému. Výskytem více druhů s podobnými preferencemi dochází k překrytí jejich nik a kompetici mezi druhy. V této práci se pracuje s nikou reálnou, protože je sestavována na základě dat získaných z terénu, kde nelze odfiltrovat působení nepříznivých vlivů.

Hutchinson vysvětloval termín ekologické niky jako schopnost organismu či druhu přežít, růst a rozmnožovat se v závislosti na limitních hodnotách určitých faktorů, překročení těchto mezních hodnot se pro organismus či druh stává letální (Begon a kol., 1997). Ekologickou niku tvoří souhrn podmínek, skládající se z abiotických i biotických faktorů, které jsou vhodné pro přežití organismu. Jako abiotické podmínky bereme například hodnoty pH, teploty, vzdušné vlhkosti, salinity a další. Jedná se o neživé faktory, které jsou organismy nespoteřitelné a udávají charakter daného prostředí. Biotické faktory tvoří živé elementy, které jsou během života organismu spotřebovány (Jarošík, 2007). Vztah mezi populací a jednotlivými faktory se označuje jako ekologická valence. Soubor ekologických valencí tvoří ekologickou niku.

Informace, které získáme sestavením ekologické niky rodu *Luticola* pro určitý faktor (pH a konduktivitu), nám mohou za a) charakterizovat podmínky, kde se tyto jedinci vyskytují. Pakliže budeme znát podmínky, usnadní se nám hledání dalších jedinců daného druhu. Za b) pokud budeme vědět, jaké podmínky organismus vyžaduje, můžeme určit, jaké jsou podmínky nějakého stanoviště, čistě na základě výskytu daného organismu. V takovém případě se organismus stává ekologickým indikátorem stanoviště (Slavíková, 1982).

3.1 Ekologická valence

Pro grafické zobrazení rozložení ekologické valence, tedy reakce organismu na jednu z podmínek prostředí, se využívá Gaussovy křivky (Ter Braak, 1988). Hodnoty limitujících hranic udávají rozsah tolerance organismu či druhu k určitému faktoru. Oblasti maximální a minimální tolerance se označují jako tzv. ekologické pesimum. Opakem toho je ekologické optimum, kterým je označeno rozpětí hodnot ideální pro existenci, růst i rozmnožování organismu či druhu. Druhy s širokým rozpětím ekologické valence jsou nazývány *euryekní*. Široká tolerance i ostatních faktorů ekologické niky umožňuje vyšší výskyt a rozšíření danému organismu. Protikladem k druhům *euryekním* jsou druhy *stenoekní*. Druhy *stenoekní* mají rozpětí hodnot ekologické valence užší, a díky omezením ekologické niky je jejich výskyt redukován (Slavíková, 1982).

Tato práce je zaměřena pouze na dva faktory vymezující výskyt jedinců rodu *Luticola*. Ekologická valence je v této práci vypracována pro faktory pH a konduktivity. Vztahem mezi rozsivkami a pH se zabýval např.: Charle (1985), Round (1990), Watanabe & Asai (2001), (citováno z Thomas a John, 2010), kteří prokázali citlivost rozsivek vůči měnícím se hodnotám pH. Podle Thomas a John (2010) okyselení vodního prostředí bude mít negativní dopad na druhové složení komunity a strukturu vodních organismů. Většina zástupců rodu *Luticola* se vyskytuje ve vodním, či alespoň vlhkém prostředí s neutrální hodnotou pH (Bere, 2014; Blanco a kol., 2008; Esposito a kol., 2008; Chen a kol., 2010; Kopalová a kol., 2011, 2012; Van de Vijver a Mataloni, 2008; Van de Vijver a kol., 2011). Přesto např. *Luticola deniseae* se nachází v bažině řeky Rio Negro, kde se hodnota pH pohybuje mezi 3,8 až 4,9 (Wetzel a kol., 2010).

Vliv pH spolu s působením konduktivity jsou vnímány jako jedny z nejvýznamnějších veličin ovlivňujících složení rozsivkových společenstev (Bere a Tundisi, 2009; Soininen, 2004). Konduktivita neboli měrná elektrická vodivost, je fyzikální veličina vyjadřující, jak dobře je látka schopná vést elektrický proud, což je způsobeno množstvím obsažených kationtů jakožto elektricky nabitých volných částic. Velký význam zde hraje také teplota. Se stoupající teplotou se hodnota konduktivity snižuje.

Spolu s vyššími hodnotami konduktivity se může zvyšovat i obsah živin v podkladu, proto v práci Bere a Tundisi (2009) je konduktivita používána čistě jako faktor ukazující jejich množství. Podle Round (1991), Leland (1995) a Biggs & Kilroy (2000) jsou druhy vyskytující se v prostředí s vysokou konduktivitou také více odolné vůči znečištění těžkými kovy a organickým materiálem (citováno z Bere a Tundisi, 2009).

S hodnotami konduktivity je spojeno i rozložení druhů rozsivek v prostředí (Potapova a Charles, 2003) a jejich posun výskytu při změně hodnot konduktivity. Pokud dojde ke zvýšení konduktivity stanoviště, původní druhy jsou nahrazeny druhy s vyšší tolerancí (Bere a Tundisi, 2009). V práci Potapové a Charlese (2003), která je zaměřena na říční rozsivky Spojených států amerických, se pohybovaly hodnoty konduktivity od 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ až k 14 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. V porovnání s tím byla, dle dostupných informací, pro rod *Luticola* zaznamenaná maximální hodnota konduktivity do 2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Levkov a kol., 2013).

4. Výsledky a diskuze

V prvotních záznamech zabývajících se rodem *Luticola* (tehdy ještě rodem *Navicula*) byly některé dnes již separátní druhy klasifikovány jako součást druhu jiného díky umělému zařazování do stávajících určovacích evropských a severoamerických klíčů (Van de Vijver a Mataloni, 2008). V dnešní době, díky neustálému objevu nových druhů na základě modernizace techniky, přezkoumávání starých materiálů a výzkumu nových lokalit, bylo jedním z cílů této práce zjistit současný počet druhů tohoto rodu. Po prostudování shromážděné literatury byl zjištěn počet 204 plně podložených druhů. Zároveň bylo zaznamenáno i několik dalších druhů, jako např. *L. charcotii*, *L. cf. frequentissima*, *L. nipponica*, *L. subdopaliformis* (Levkov a kol., 2013) a *L. paramutica* var. *binodis* (Pouličková a Hašler, 2007), které však nejsou dostatečně podloženy a nebyly tak zařazeny do této práce.

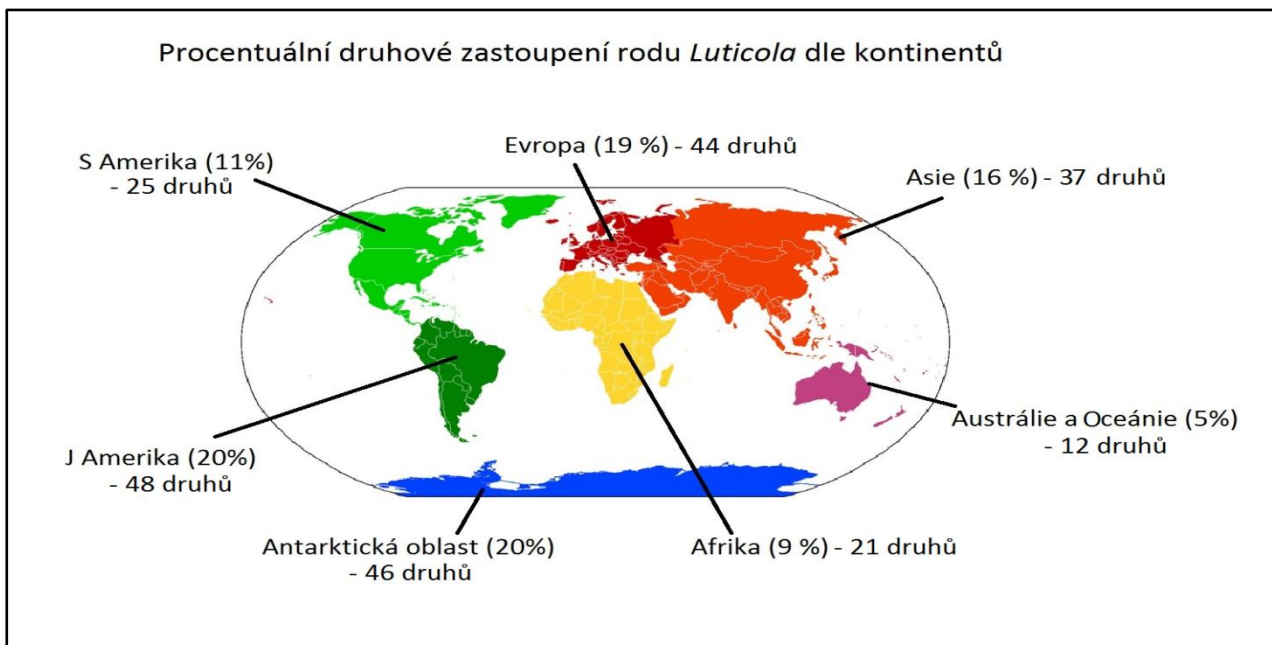
4.1 Distribuce druhů

Plně podložené druhy byly následně rozděleny dle jejich zeměpisného výskytu k příslušným kontinentům (viz obrázek 3). Z těchto dat vyplývá, že na největším kontinentu- Asii (s rozlohou 44,6 mil. km²), lze nalézt pouze 37 druhů (což tvoří z celkového množství druhů jen 16%). Nicméně, nízká druhová diverzita může být zapříčiněna nízkým počtem článků publikovaných z této oblasti, vztahených k velikosti kontinentu (Bakieva a kol., 2012; Hirota a Ohtsuka, 2009; Levkov a kol., 2013; Ohtsuka, 2002; Yun a kol., 2014). Zatímco v Americe (její rozloha činí 42,6 mil. km²) je druhové zastoupení rodu *Luticola* zhruba dvakrát tak větší, tedy 31%. Podstatnou část tohoto množství tvoří druhy Jižní Ameriky (20%), které představují 2/3 druhů zaznamenaných v celém prostoru Ameriky. Na bohatost druhů z této oblasti upozorňuje již ve své práci Pavlov a kol. (2009).

Zbytek světa, tedy další kontinenty, kde byly zaznamenány druhy rodu *Luticola*, byly: Afrika- 21 druhů (9%), Evropa- 44 druhů (19%), Austrálie s Oceánií- 12 druhů (5%) a Antarktická oblast- 46 druhů (20%). Především zajímavá je vysoká druhová diverzita v extrémních polárních podmínkách, která představuje 1/5 celkového počtu druhů. Toto rozdělení je však založeno jen na dosavadních datech z publikací a nemusí plně odpovídat skutečnosti. Výskyt jednotlivých druhů může být zkreslen nedostatečným probádáním ostatních lokalit.

Na základě dat získaných z dostupné literatury se potvrzuje vyšší druhová diverzita na jižní polokouli, ale pouze její jihozápadní část, viz Jižní Amerika (20%) a Antarktická oblast (20%).

V historickém vývoji však Antarktida byla součástí jednoho superkontinentu- Pangei, u kterého došlo k postupnému rozpadu na kontinenty dnešního typu. Posledními kontinenty, které se oddělily od Antarktidy, byly v období eocénu Austrálie a o pár milionů let později, na přelomu eocénu a oligocénu Jižní Amerika (Prošek a kol., 2013). Dlouhodobé propojení Jižní Ameriky s Antarktidou mohlo umožnit migraci druhů mezi kontinenty. Podle dostupné literatury se však v současné době na obou kontinentech vyskytuje pouze jeden společný druh rodu *Luticola*, a to *L. austroatlantica*. Tu lze nalézt jak v antarktické oblasti- ostrov James Ross (Esposito a kol., 2008; Kopalová a kol., 2011, 2012), ostrov krále Jiřího a ostrov Deception, tak v Jižní Americe - v Chile (Levkov a kol., 2013). Moderní výsledky však ukazují, že v Jižní Americe je daleko větší zastoupení rodu *Luticola* než je doposud publikováno a tak je možné a nebylo by překvapující, kdyby množství společných druhů bylo (i z historického hlediska) větší (Kopalová, personal observation). Toto je však předmětem stávajícího výzkumu na tomto rodě a v budoucnu by mělo být podloženo i molekulárními daty, která by měla ukázat příbuznost a zdroj radiace tohoto druhu do/z okolních lokalit.



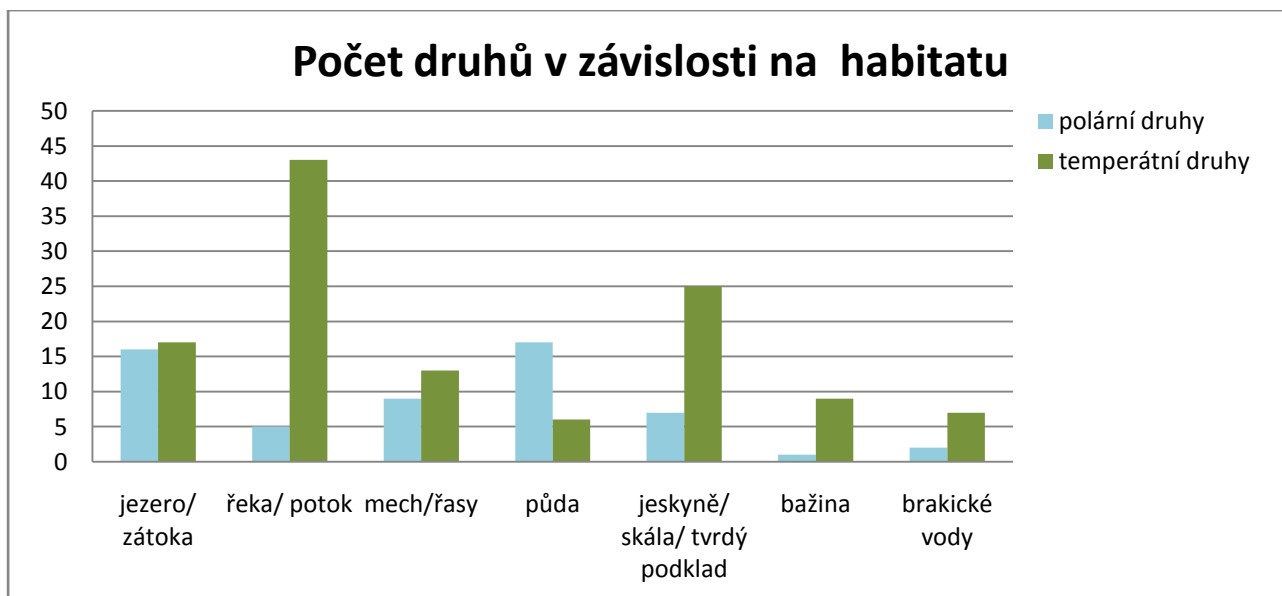
Obrázek 3 A - Procentuální druhové zastoupení rodu *Luticola* dle kontinentů, B - graf procentuálního zastoupení arktických a temperátních druhů.

4.2 Habitatové preference

Jak již bylo řečeno dříve, rozsivky a tedy i druhy rodu *Luticola* obývají variabilní typy prostředí (John, 2012), avšak jejich výskyt je závislý na přítomnosti vody. V suchém prostředí se stávají ohroženými (Bakieva a kol., 2012).

Z článků několika autorů vyplývá, že druhy rodu *Luticola* dávají přednost spíše terestrickému typu prostředí (Kopalová a kol., 2011; Van de Vijver a kol., 2011). Z dostupných dat však vyplývá, že jejich preference mezi vlhkými terestrickými habitaty (49%) a vodními habitaty (51%) jsou si přibližně rovny (viz tabulka 1).

Pokud se však zaměříme na habitatové preference zvláště druhů polárních a zvláště druhů temperátních, pak jsou zde vidět jasné rozdíly (viz obrázek 4). Zatímco u temperátních druhů převládají vodní stanoviště, u polárních druhů jsou znatelné spíše preference pro habitaty terestrické. Takovéto rozložení výskytu může být však zapříčiněno klimatickými podmínkami této oblasti. Klimatické podmínky Antarktidy a přilehlých ostrovů neumožňují dlouhodobý výskyt stále tekoucích vod. Pouze v oblastech s teplotami pohybujícími se nad bodem mrazu (Subantarktida, Maritimní Antarktida a pobřežní část kontinentální Antarktidy), se mohou na krátký čas vytvořit malé potoky ledovcového či sněžníkového původu (Prošek a kol., 2013). A možná z tohoto důvodu se nejvíce polárních druhů vyskytuje v jezerech a půdních habitatech.



Obrázek 4 - Rozložení početnosti druhů polárních a temperátních v závislosti na typu habitatu.

Naproti tomu nejvíce temperátních druhů bylo nalezeno právě ve stáletekoucích typech vod, výrazně méně druhů pak na tvrdém podkladu, ve stojatých vodách a zbylých habitatech.

Pravděpodobná příčina vysokého počtu druhů ve stále tekoucích vodách bude v zajištění výhodných podmínek pro jejich výskyt. Přestože máme nízký počet záznamů o pH z tohoto typu habitatu (viz tabulka 2), všechna dostupná data, která byla shromážděna, odpovídají ekologickému optimu pH temperátních druhů rodu *Luticola* (viz obrázek 5).

U terestrických habitatů jsou druhy rodu *Luticola* schopny osídlit jak polární oblasti, o kterých se ve své práci zmiňuje Fermani a kol. (2007), tak například jednu z mexických pouští (Flechtner a kol., 1998). Oba habitaty představují extrémní typy podmínek. Zatímco v polární poušti byly nalezeny tyto druhy- *L. mutica*, *L. muticopsis*, *L. nivalis*, (Fermani a kol., 2007), v mexické poušti to byly druhy- *L. cohnii*, *L. mutica*, *L. muticoides* (Flechtner a kol., 1998). Kromě extrémních habitatů v podobě polárních a temperátních pouští jsou některé druhy rodu *Luticola* (*L. nivaloides*, *L. mutica*, *L. nivalis*, *L. paramutica* var. *binobis*) schopny obývat i nehostinné prostory jeskyní. Zde se musí být schopny vypořádat s nedostatkem světla (Falasco a kol., 2014; Pouličková a Hašler, 2007). Porovnáním extrémních habitatů se jako nejčastěji zaznamenaným druhem jeví *L. mutica*.

Zájem o antarktické rozsivky byl iniciován již v letech 1907-1909, kdy členové britské Shakletonovy expedice poprvé odebrali vzorky antarktické flory k dalšímu výzkumu v Anglii. Mezi získanými preparáty se našli i dva zástupci rodu *Luticola* (Kohler a kol., 2015). Nejpočetněji se vyskytujícím druhem mezi prvotními vzorky byla *L. muticopsis* (Van de Vijver a Mataloni, 2008). V posledních letech bylo v antarktické oblasti objeveno několik dalších druhů tohoto rodu, např. *L. adelae* (Van de Vijver a kol., 2011), *L. laeta* (Esposito a kol., 2008; Stanish a kol., 2012), *L. ledeganckii* (Levkov a kol., 2013) a další. Celkový počet druhů nalezených v této oblasti dosahuje dle dostupné literatury 46 druhů.

Antarktická oblast je zajímavým místem pro výzkum, a to díky minimálnímu přímému působení člověka a dostatečné izolaci od ostatních kontinentů oceány (Barnes a kol., 2006). Nejbližším kontinentem vzdáleným od Antarktidy cca 1000 km přes Drakerův průliv je nejnižnější část Ameriky (Prošek a kol., 2013). Tyto geografické podmínky znesnadňují možnost migrace a umožňují snazší vývoj endemitů.

Ze 46 druhů, nalezených v této oblasti, je převážná většina (40 druhů) charakteristická pouze pro Antarktidu a přilehlé ostrovy. Výjimku tvoří pouze šest druhů: *L. austroatlantica*, *L. murrayi*, *L. mutica*, *L. muticopsis*, *L. nivalis*, *L. suecorum*, které se kromě antarktické oblasti nachází i na jiném kontinentu. Co je příčinou vysoké druhové bohatosti rodu *Luticola* právě v této oblasti není zatím zcela jasné.

4.3 Stěžejní faktory - pH

Pro bližší specifikaci habitatů, ve kterých se nachází rozsivky rodu *Luticola*, je tato práce zaměřena z celkového množství faktorů pouze na dva - na faktor pH a konduktivitu. Dané dva faktory byly vybrány na základě několika prací (Cochero a kol., 2015; Hargan a kol., 2015; Thomas a John, 2010), kde se ukazuje, že působení pH a konduktivity silně ovlivňuje výskyt rozsivek (a tedy i výskyt jedinců rodu *Luticola*). Obě veličiny spolu úzce souvisí (Soininen, 2004). Pokud dojde ve vodním prostředí ke změnám hodnot pH, budou ovlivněny i zbylé parametry daného habitatu.

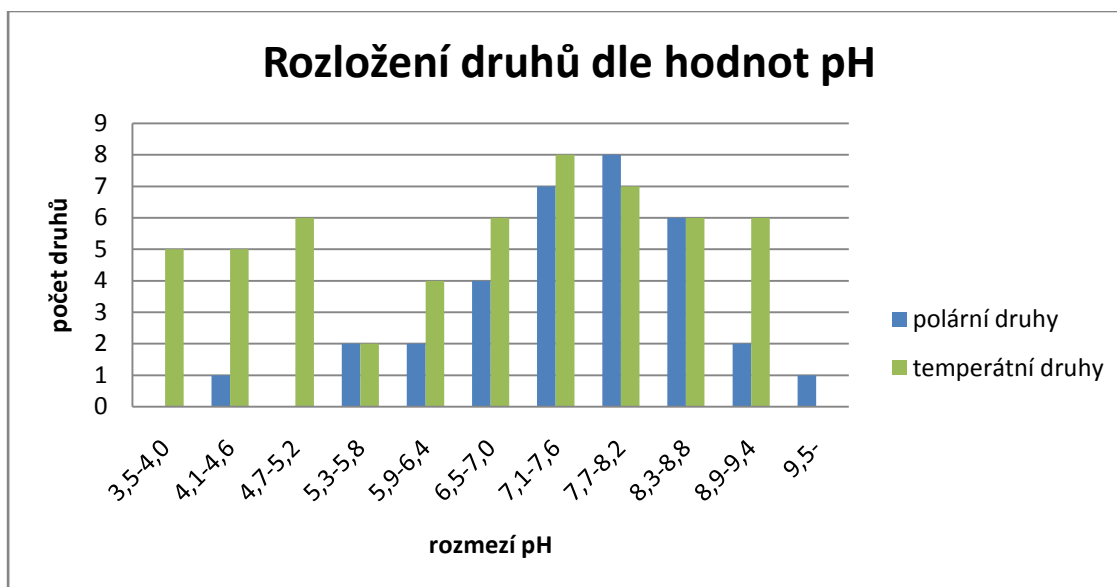
O vztahu rozsivek vůči hodnotám pH již publikovali autoři Stanek-Tarkowska a kol. (2015), kteří poukazovali na skutečnost, že většina druhů rozsivek (stejně jako mnoho jiných řas) byla nalezena v prostředí s neutrálními, či lehce zásaditými hodnotami pH (Stanek-Tarkowska a kol., 2015). Oproti tomu kyselé hodnoty pH působí podle Thomas & John (2010) na vodní organismy (a tedy i řasy) negativně, dochází k narušení struktury společenstva a snížení jeho biodiverzity.

Většina hodnot pH pochází z jezerního typu habitatu (Kohler a kol., 2015; Torgan a kol., 2009). V rámci zdrojových článků bývají hodnoty pH uváděny již při charakteristice habitatu, kde byl druh rodu *Luticola* nalezen, avšak toto není pravidlem. Zbylé publikace (Kohler a kol., 2015; Kupe a kol., 2010; Levkov a kol., 2013; Torgan a kol., 2009) hodnoty pH neuvádí, pouze zmiňují konkrétní habitat (jako např. jezero Erhai, Tanganika), ve kterém byl daný druh objeven a je tedy nutné si hodnoty pH daného habitatu dodatečně dohledat. Zde však není zaručené, že se budou dodatečně zjištěné hodnoty pH shodovat s hodnotami zaznamenanými v době nálezů. Důvodem často bývají pohyblivé hodnoty pH. V rámci některých stanovišť (např. jezera Inle- Myanmar (Sidle a kol., 2007); jezero Belshi- Albánie (Mali a kol., 2013) a jezerních oblastí (Robinson a Kawecka, 2005)) byly zaznamenány odlišné hodnoty pH v průběhu celého roku (Mali a kol., 2013) nebo byly spojeny se změnou místa měření u jedné vodní plochy (Plisnier a kol., 1999; Robinson a Kawecka, 2005). Stejně nedostatky platí i v tekoucích vodách (Bere a Tundisi, 2011; Ohtsuka 2002), ale zde máme menší počet dat. O něco více dat pak pochází z terestrických typů habitatu (viz tabulka 2).

Z celkových 40 druhů rodu *Luticola*, pro které byly získány údaje o pH, se 29 z nich nachází v jezerním typu habitatu. Pro tyto druhy byly zjištěny nejnižší hodnoty pH v dočasném jezeře Bolnici I. (Makedonie). Jezero Bolnici I. je horské jezero, postglaciálního původu. Hodnota pH se u jezer stejného původu v dané oblasti pohybuje mezi 4-5 (Pavlov a kol., 2009), což značí kyselý charakter jezera. Druhy nalezené v tomto jezeře byly: *L. pseudoimbricata* a *L. vesnae* (Levkov a kol., 2013; Pavlov a kol., 2009). Dalšími druhy nalezenými v kyselém prostředí jezer byly: *L.*

ectorii- v jezeře Curuca či *L. marginata*- v jezeře Inlay (Myanmar), (Levkov a kol., 2013). Ve všech případech se jedná o temperátní typ jezer.

Celkově však byly nejnižší hodnoty pH zaznamenány v terestrickém prostředí, a to v bažině Rio Negro v centrální části Amazonie, kde byl nalezen druh *Luticola deniseae*. Podle Wetzel a kol. (2010) se zde pohybovaly hodnoty pH v rozmezí od 3,8 do 4,9. Takto nízké, kyselé hodnoty jsou zaznamenány pouze pro temperátní druhy. Nejnižší hodnota pH pro polární druhy byla 4,1 (Fermani a kol., 2007), ale záznam polárního druhu v silně kyselé části pH je pouze ojedinělý. Vyšší počet polárních druhů nastává podle dat až při hodnotách pH 6,5-7,0 (Fermani a kol., 2007; Robinson a Kawecka, 2005), (viz obrázek 5).



Obrázek 5 - Rozložení počtu polárních a temperátních druhů na ose pH.

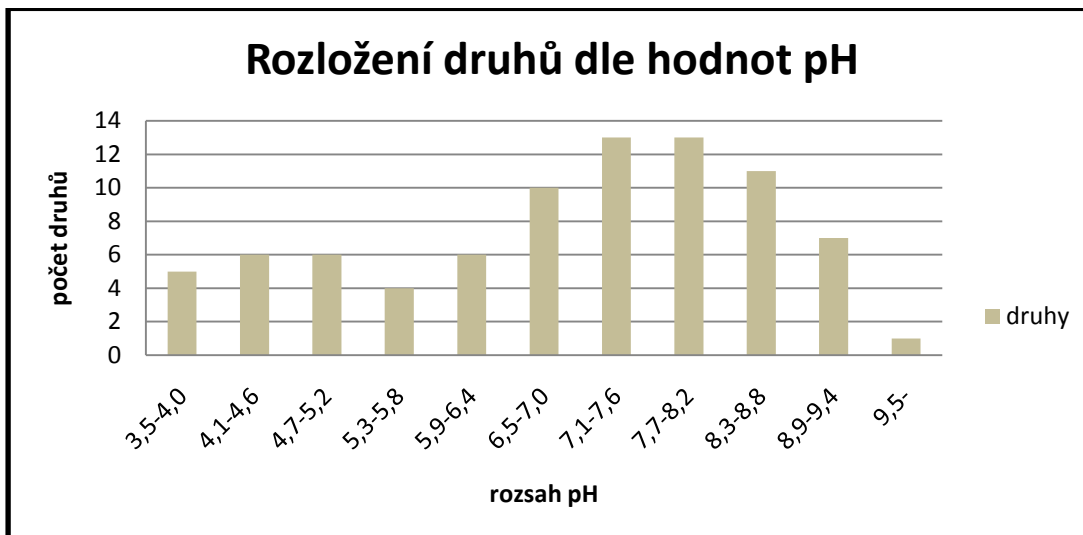
Vysoké hodnoty pH byly zaznamenány ve třech lokalitách: u jezera Tanganika (Plisnier a kol., 1999), při maximálních hodnotách pH u jezer Belshi (Mali a kol., 2013) a Hoare (Spaulding a kol., 1997). V těchto případech byly výsledné hodnoty pH 8,9. Zatímco první dvě jezera (Tanganika a Belshi) jsou jezera temperátní, poslední jezero (Hoare) je v oblasti polární. Na základě toho je vidět jistá korelace mezi polárními a temperátními druhy v zásadité oblasti pH. Výjimkou tohoto pravidla je polární jezero zaznamenané v práci Keskitalo a kol., (Keskitalo a kol., 2013), v němž byla nalezena polární *L. muticopsis* a jehož hodnoty pH se pohybovaly od pH 6 do pH 11. Toto široké rozpětí tak posunulo maximální hranice polárních druhů do vyšší zásadité oblasti, než kde byla zaznamenána většina ostatních druhů.

Pokud se podíváme na ekologickou valenci polárních druhů rodu *Luticola* pro faktor pH, jejich rozložení tvoří zhruba Gaussovu křivku. Většina druhů se tak nacházela v rozmezí pH 6-9,

s vrcholem v rozmezí pH 7,7-8,2. Při porovnávání ekologického optima temperátních a polárních druhů dle hodnot pH nebyl zaznamenán výrazný rozdíl. V obou případech se toto optimum nacházelo v rozmezí 7,0-8,0 pH. Jen pro temperátní druhy bylo mírně nižší, v rozmezí 7,1-7,6.

Pokud se však podíváme na rozložení temperátních druhů, pak lehké náznaky Gaussovy křivky vidíme také zde, okolo neutrálních hodnot pH, ale na rozdíl od polárních druhů se vysoký počet temperátních druhů nachází i v kyselé oblasti pH stupnice. To je pravděpodobně způsobeno většinou terestrickými druhy obývajícími bažiny (Wetzel a kol., 2010), kůru (Štifterová a Neustupa, 2015) a rašeliniště (Chen a kol., 2014; Kihara a kol., 2009). Příčinou nízkých hodnot pH může být obsah organických a anorganických kyselin (Výzkumný Technologický Institut s.r.o., 2012).

Spojením výskytu obou skupin dostáváme celkové rozložení druhů *Luticola* dle hodnot pH (viz obrázek 6). Zde je znázorněn graf s relativně širokým základem.



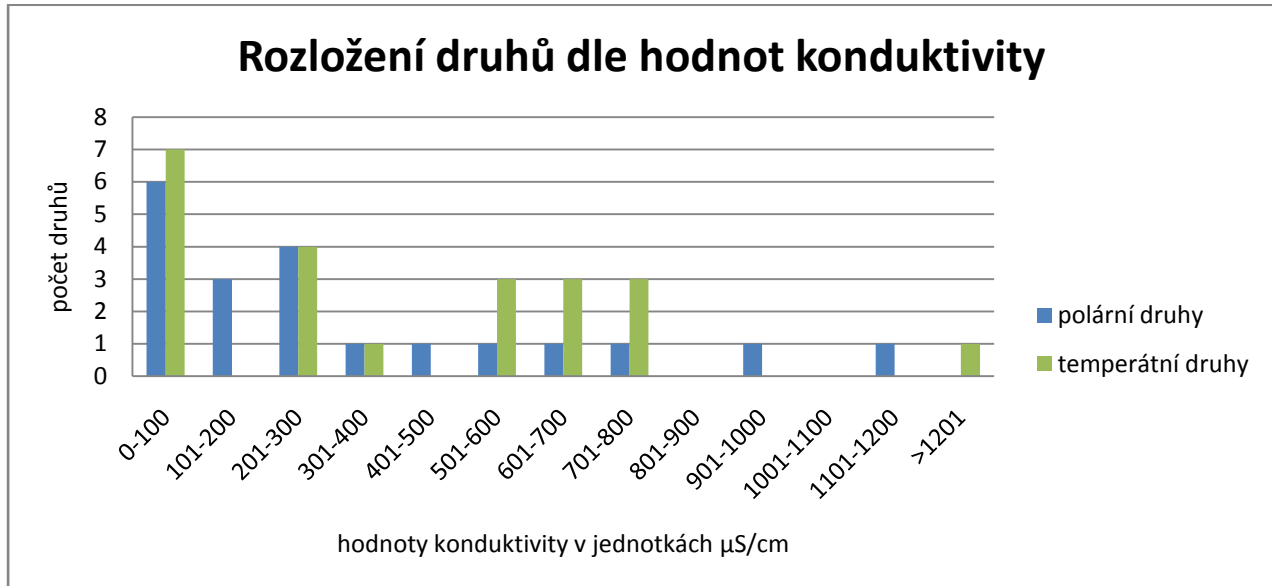
Obrázek 6 - Rozložení počtu druhů dle gradientu hodnot pH- viz tabulka 2

4.4 Konduktivita

V porovnání s množstvím údajů o pH bývá hodnota konduktivity zaznamenávána ještě méně. V této práci byla shrnuta hodnota konduktivity pro celkem 27 druhů. Nejnižších hodnot bylo dosaženo v postglaciálních jezerech Makedonie. Hodnoty konduktivity se zde pohybovaly v rozmezí 5,7-26,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Robinson a Kawecka, 2005). Nízké hodnoty konduktivity značí minimální obsah elektrolytů, tedy minerálních a iontově rozpuštěných látek. Nezávisle na tom, zda se jedná o polární či temperátní rozsivky, po sestavení jejich ekologické valence pro konduktivitu vyplývá, že z obou skupin se nejvíce druhů nachází v oblasti s nízkými hodnotami konduktivity - do 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (viz obrázek 7). Nízká konduktivita odpovídá dle Výzkumného Technického Institutu s. r. o. (2012) i povrchovým a prostým podzemním vodám s konduktivitou v rozmezí 50-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nízký obsah

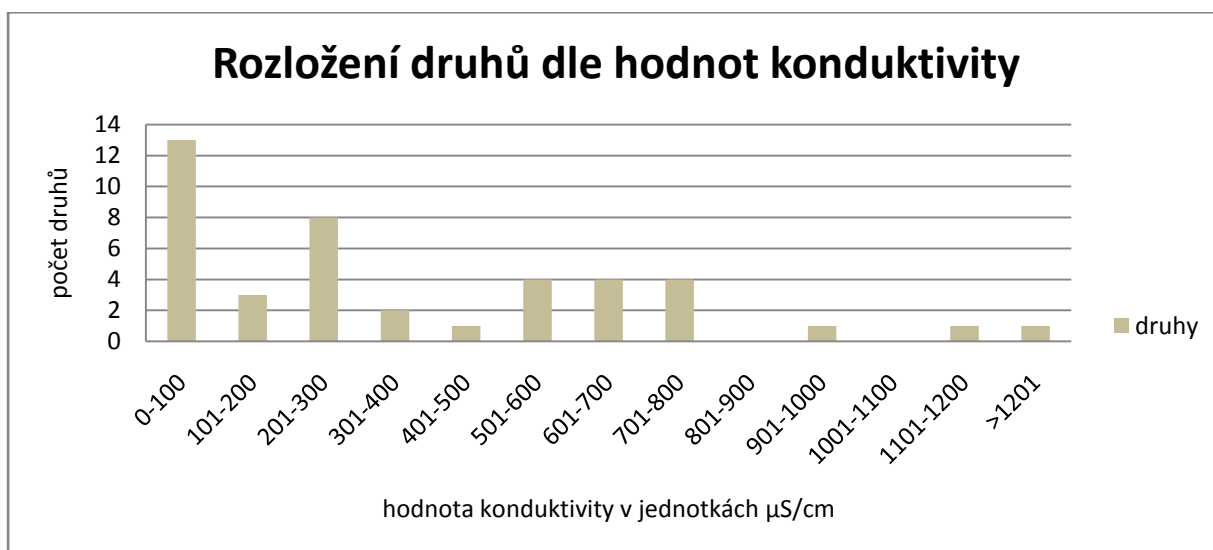
minerálů a iontů může korelovat s obsahem živin (Bere a Tundisi, 2009). Z toho vyplývá, že velké množství druhů, ať polárních či temperátních, preferuje habitaty s nízkým obsahem živin a v rámci typu habitatu bychom je spíše hledali v tzv. oligotrofních jezerech (Townsend a kol., 2010).

Naopak nejvyšších hodnot konduktivity bylo zaznamenáno u temperátního druhu *L. pitranensis*, který se vyskytuje v tekoucích vodách s konduktivitou 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Levkov a kol., 2013). V porovnání s tím byla zaznamenána maximální hodnota konduktivity v polární oblasti 1148 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tento údaj pochází z terestrického typu habitatu, kde byla nalezena *L. muticopsis* (Fermani a kol., 2007). Dalším polárním druhem, nalezeným v prostředí s vysokou hodnotou konduktivity byla *L. vermeulenii*, která však obývá jedno z mělkých polárních jezer. Zde dosahovala hodnota konduktivity přes 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Kopalová a kol., 2012). Vody s vysokou konduktivitou mohou být také bohaté na množství živin a obsahovat nízkou hladinu kyslíku (Bere a Tundisi, 2009). V těchto eutrofních vodách (Townsend a kol., 2010) se však rozsivky rodu *Luticola* vyskytují minimálně. Obecně platí, že gradient konduktivity má vliv na rozložení druhů rozsivek (Potapova a Charles, 2003), což bylo ověřeno i v této práci. Celkově však z dostupných dat vyplývá, že habitatové preference temperátních druhů rodu *Luticola* ve svém rozložení dle hodnot konduktivity se moc neliší od rozložení druhů polárních (viz obrázek 7).



Obrázek 7 - Rozložení polárních a temperátních druhů dle hodnot konduktivity.

Spojením distribuce polárních a temperátních druhů dostáváme graf ekologické valence (viz obrázek 8) pro druhy rodu *Luticola* zaznamenané v tabulce 2. I zde je vidět postupný pokles druhů v závislosti na stoupající hodnotě konduktivity.



Obrázek 8 - Rozložení druhů *Luticola* dle hodnot konduktivity, s nejvyšším počtem druhů v prostředí s hodnotami do 100 $\mu\text{S/cm}$.

4.5 Shrnutí

Podle Sterken a kol. (2015) je většina druhů rozsivek charakterizována úzkým ekologickým optimem, což odpovídá u rodu *Luticola* jak v ekologické valenci pro faktor pH, kde bylo ekologické optimum mezi pH 7-8, tak pro faktor konduktivity, kde se nejvíce druhů nacházelo do hodnoty 100 $\mu\text{S/cm}$. Podle grafu ekologické valence pro faktor pH (obrázek 6), kde dochází k postupnému stoupání a klesání v počtu druhů v závislosti na jeho gradientu, by spadaly druhy rodu *Luticola* do skupiny *eurýekních* organismů.

Závěr

Jedním z cílů práce bylo zjistit současný počet druhů rodu *Luticola*. Zástupce rodu lze nalézt po celém světě. Aktuální stav plně podložených druhů je 204. Rozložení druhů ale není rovnoměrné. Nejvíce se jich nalézá v Jižní Americe, Antarktidě a také v Evropě. Zajímavé je, že v extrémních podmínkách polární antarktické oblasti bylo zaznamenáno 46 druhů, což tvoří 20% z celkového množství. Velká většina z toho- 40 druhů- je specifických pouze pro tuto oblast. Proč je zde tak vysoká, převážně endemická druhová diverzita, není zcela jasné a nabízí to zajímavý směr dalšího výzkumu.

Pro bližší specifikaci výskytu jedinců se tato práce zaměřila na jejich habitatové preference. Celkově lze říci, že jsou vodní (51%) i terestrické habitaty (49%) zastoupeny přibližně stejně, s lehkou převahou vodních. Ve srovnání habitatů obývaných polárními a temperátními druhy jsou však vidět patřičné rozdíly v jejich preferencích. Zatímco u temperátních druhů převažují habitaty vodní, u polárních druhů spíše habitaty vlhké terestrické.

Jako významné faktory ovlivňující výskyt rozsivek byly několikrát klasifikovány veličiny pH a konduktivita. Výsledkem této práce je zjištění, že většina druhů rodu *Luticola* byla nalezena v prostředí s hodnotami pH od 6,1-8,9. Při porovnání distribuce polárních a temperátních druhů jsou vidět rozdíly v kyselé oblasti pH. Zatímco druhy polární se v kyselém prostředí vyskytují jen ojediněle, druhy temperátní zde najdeme v poměrně hojném počtu.

Při zohlednění hodnot konduktivity se nejvíce druhů jak u polárních, tak u temperátních druhů nacházelo v prostředí do 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se zvyšující konduktivitou se počet druhů snižuje. Jejich výskyt byl zaznamenán v rozmezí od 5,7 do 2 000,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Literatura

- Angino, E.E., and Armitage, K.B. (1960). A geochemical study of lakes Bonney and Vanda, Victoria land, Antarctica.
- Bakieva, G.R., Khaibullina, L.S., Gaisina, L.A., and Kabirov, R.R. (2012). Ecological-Floristic Analysis of Soil Algae and Cyanobacteria on the Tra-Tau and Yurak-Tau Mounts, Bashkiria. *Eurasian Soil Sci.* 45, 873–881.
- Barnes, D.K.A., Hodgson, D.A., Convey, P., Allen, C.S., and Clarke, A. (2006). Incursion and excursion of Antarctic biota: Past, present and future. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 15, 121–142.
- Bartozek, E.C.R., Bueno, N.C., Ludwig, T.A.V., Tremarin, P.I., Nardelli, M.S., and Righetti da Rocha, A.C. (2013). Diatoms (Bacillariophyceae) of Iguaçu National Park , Foz do Iguaçu , Brazil. *Acta Bot. Brasilica* 27, 108–123.
- Battegazzore, M. (2012). Environmental conditions of alpine springs of the upper Po River (NW Italy) on the basis of their epilithic diatom communities. *Atti Soc. Ital. Di Sci. Nat. Mus. Civ. Di Stor. Na Turale Di Milano* 153, 49–62.
- Begon, M., Harper, J.L., and Townsend, C.R. (1997). *Ekologie- jedinci, populace a společenstva* (Olomouc: Univerzita Palackého).
- Bere, T. (2014). Ecological preferences of benthic diatoms in tropical river system in Sao Carlos-SP, Brazil. *Trop. Ecol.* 55, 47–61.
- Bere, T., and Tundisi, J. (2009). Weighted average regression and calibration of conductivity and pH of benthic diatom assemblages in streams influenced by urban pollution – São Carlos / SP , Brazil. *Acta Limnol. Bras.* 21, 317–325.
- Bere, T., and Tundisi, J.G. (2011). The Effects of Substrate Type on Diatom-Based Multivariate Water Quality Assessment in a Tropical River (Monjolinho), São Carlos, SP, Brazil. *Water Air Soil Pollut.* 216, 391–409.
- Besse-Lototskaya, A., Verdonschot, P.F.M., and Sinkeldam, J.A. (2006). Uncertainty in Diatom Assessment: Sampling, Identification and Counting Variation. *Hydrobiologia* 566, 247–260.
- Blanco, S., Ector, L., Huck, V., Monnier, O., Cauchie, H.M., Hoffmann, L., and Bécares, E. (2008). Diatom Assemblages and Water Quality Assessment in the Duero Basin (Nw Spain). *Belg. J. Bot.* 141, 39–50.
- Ter Braak (1988). Unimodal Models to Relate Species to Environment. *Biometrics* 44, 631–632.
- Cochero, J., Licursi, M., and Gómez, N. (2015). Changes in the epilithic diatom assemblage in nutrient rich streams due to the variations of simultaneous stressors. *Limnologica* 51, 15–23.
- Cui, Y. De, Liu, X.Q., and Wang, H.Z. (2008). Macrozoobenthic community of Fuxian Lake, the deepest lake of southwest China. *Limnologica* 38, 116–125.
- Van Dam, H., Mertens, A., and Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands J. Aquat. Ecol.* 28, 117–133.
- Dearing, J.A., Jones, R.T., Shen, J., Yang, X., Boyle, J.F., Foster, G.C., Crook, D.S., and Elvin, M.J.D. (2008). Using multiple archives to understand past and present climate-human-environment interactions: The lake Erhai catchment, Yunnan Province, China. *J. Paleolimnol.* 40, 3–31.
- Douglas, S.V.M., and Smol, J.P. (2010). Freshwaters diatoms as indicators of environmental change in the High Arctic. In *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*,. Edlund, M.B., and Stoermer, E.F. (1997). Ecological, evolutionary, and systematic significance. *J. Phycol.* 918, 897–918.
- Esposito, R.M.M., Spaulding, S.A., McKnight, D.M., Van de Vijver, B., Kopalová, K., Lubinski, D., Hall, B., and Whittaker, T. (2008). Inland diatoms from the McMurdo Dry Valleys and James Ross Island, Antarctica. *Botany* 86, 1378–1392.

- Falasco, E., Ector, L., Isaia, M., Wetzel, C.E., Hoffmann, L., and Bona, F. (2014). Diatom flora in subterranean ecosystems: A review. *Int. J. Speleol.* *43*, 231–251.
- Farjalla, V.F. (2014). Are the mixing zones between aquatic ecosystems hot spots of bacterial production in the Amazon River system? *Hydrobiologia* *728*, 153–165.
- Fermani, P., Mataloni, G., and Van De Vijver, B. (2007). Soil microalgal communities on an antarctic active volcano (Deception Island, South Shetlands). *Polar Biol.* *30*, 1381–1393.
- Flechtner, V.R., Johansen, J.R., and Clark, W.H. (1998). Algal composition of microbiotic crusts from the Central Desert of Baja California, Mexico. *West. North Am. Nat.* *58*, 295–311.
- Fujita, Y., and Ohtsuka, T. (2005). Diatoms from paddy fields in northern Laos. *Diatom* *21*, 71–89.
- Guiry, and Guiry (2012). picture Navicula:
https://www.eoas.ubc.ca/research/phytoplankton/diatoms/pennate/navicula/navicula_spp.html
- Hargan, K.E., Ruehland, K.M., Paterson, A.M., Finkelstein, S.A., Holmquist, J.R., MacDonald, G.M., Keller, W., and Smol, J.P. (2015). The influence of water-table depth and pH on the spatial distribution of diatom species in peatlands of the Boreal Shield and Hudson Plains, Canada. *Botany* *93*, 57–74.
- Hirota, M., and Ohtsuka, T. (2009). Epilithic diatoms of Sendai River, Tottori Prefecture, Japan. *Diatom* *25*, 52–72.
- Chen, C.P., Gao, Y.H., and Lin, P. (2010). Geographical and seasonal patterns of epiphytic diatoms on a subtropical mangrove (*Kandelia candel*) in southern China. *Ecol. Indic.* *10*, 143–147.
- Chen, X., Bu, Z., Yang, X., and Wang, S. (2012). Epiphytic diatoms and their relation to moisture and moss composition in two montane mires, Northeast China. *Fundam. Appl. Limnol.* *181*, 197–206.
- Chen, X., Qin, Y., Stevenson, M.A., and McGowan, S. (2014). Diatom communities along pH and hydrological gradients in three montane mires, central China. *Ecol. Indic.* *45*, 123–129.
- Jarošík, V. (2007). ekologická nika: https://web.natur.cuni.cz/ekologie/jarosik/cze/pdf/Skr_01.pdf
- Johansen, J.R., Lowe, R., Gomez, S.R., Kociolek, J.P., and Makosky, S. a (2004). New Algal Species Records for the Great Smoky Mountains.
- John, J. (2012). A Beginners Guide to Diatoms.
- Kalina, T., and Váňa, J. (2005). Sinice, řasy, houby, mechorosty.
- Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell'Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., and Guasch, H. (1998). Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *J. Appl. Phycol.* *10*, 215–224.
- Keskitalo, J., Leppäranta, M., and Arvola, L. (2013). First records of primary producers of epiglacial and supraglacial lakes in western Dronning Maud Land, Antarctica. *Polar Biol.* *36*, 1441–1450.
- Kihara, Y., Sahashi, Y., Arita, S., and Ohtsuka, T. (2009). Diatoms of Yamakado Moor in Shiga Prefecture, Japan. *Diatom* *25*, 91–105.
- Kohler, T.J., Kopalová, K., van de Vijver, B., and Patrick Kociolek, J. (2015). The genus *Luticola* D.G.Mann (Bacillariophyta) from the McMurdo Sound Region, Antarctica, with the description of four new species. *Phytotaxa* *208*, 103–134.
- Kopalová, K., Elster, J., Nedbalová, L., and Van de Vijver, B. (2009). Three new terrestrial diatom species from seepage areas on James Ross Island (Antarctic Peninsula Region). *Diatom Res.* *24*, 113–122.
- Kopalová, K., Nedbalová, L., Haan, M.D.E., and Van DeVijver, B. (2011). Description of five new species of the diatom genus *Luticola* (Bacillariophyta, Diadesmidaceae) found in lakes of James Ross Island (Maritime Antarctic Region). *Phytotaxa* *27*, 44–60.
- Kopalová, K., Veselá, J., Elster, J., Nedbalová, L., Komárek, J., and Van de Vijver, B. (2012). Benthic diatoms (Bacillariophyta) from seepages and streams on James Ross Island (NW

- Weddell Sea, Antarctica). *Plant Ecol. Evol.* 145, 190–208.
- Kopalová, K., Nedbalová, L., Nývlt, D., Elster, J., and van de Vijver, B. (2013). Diversity, ecology and biogeography of the freshwater diatom communities from Ulu Peninsula (James Ross Island, NE Antarctic Peninsula). *Polar Biol.* 36, 933–948.
- Kupe, L., Poçi, A., Miho, A., and Hübener, T. (2010). Microscopic algae from karst lakes of Dumre region (Central Albania). *Bot. Serbica* 34, 87–98.
- Lai, G.G., Padedda, B.M., Pulina, S., Viridis, T., Sechi, N., and Lugliè, A. (2010). Diatoms and quality of watercourses in North-central Sardinia. *Vie Milieu* 60, 209–216.
- Lawrence, M.J.F., and Hendy, C.H. (1985). Water column and sediment characteristics of Lake Fryxell, Taylor Valley, Antarctica. *New Zeal. J. Geol. Geophys.* 28, 543–552.
- Levkov, Z., Metzeltin, D., and Pavlov, A. (2013). Diatoms of Europe- vol. 7 (Koeltz Scientific Books).
- Mali, S., Shumka, S., Shuka, L., Cake, A., Hila, N., and Devolli, A. (2013). Evaluatin of some lakes in dumre-darsia plateu from the coliform pollution point of view. *Nat. Montenegrina* 9, 1689–1699.
- Mangadze, T., Bere, T., and Mwedzi, T. (2015). Epilithic diatom flora in contrasting land-use settings in tropical streams, Manyame Catchment, Zimbabwe. *Hydrobiologia* 753, 163–173.
- Mann, D.G. (1999). The species concept in diatoms. *Phycologia* 38, 437–495.
- Martin-Jézéquel, V., Hildebrand, M., and Brzezinski, M.A. (2000). Silicon metabolism in diatoms: Implications for growth. *J. Phycol.* 36, 821–840.
- Navarro, J.N., and Lobban, C.S. (2009). Freshwater and marine diatoms from the western pacific islands of yap and guam, with notes on some diatoms in damselfish territories. *Diatom Res.* 24, 123–157.
- Ohtsuka, T. (2002). Checklist and illustration of diatoms in the Hii River. *Diatom* 18, 23–56.
- Ohtsuka, T., Kudoh, S., Imura, S., and Ohtani, S. (2006). Diatoms composing benthic microbial mats in freshwater lakes of Skarvsnes ice-free area , East Antarctica. *Polar Biosci.* 20, 113–130.
- Pavlov, A., Nakov, T., Levkov, Z., Furey, P., Lowe, R., and Ector, L. (2009). *Luticola grupcei* (Bacillariophyceae) - A new freshwater diatom from Mountain Baba (Macedonia) and Great Smoky Mountains National Park (U.S.A.): comparison with the type material of *L. goeppertiana* (Bleisch) D.G.Mann. *Nov. Hedwigia* 89, 147–164.
- Plisnier, P.D., Chitamwebwa, D., Mwape, L., Tshibangu, K., Langenberg, V., and Coenen, E. (1999). Limnological annual cycle inferred from physical-chemical fluctuations at three stations of Lake Tanganyika. *Hydrobiologia* 407, 45–58.
- Potapova, M., and Charles, D. (2003). Distribution of benthic diatoms in U.S. rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshw. Biol.* 48, 1311–1328.
- Pouličková, A. (2008). Morphology, cytology and sexual reproduction in the aerophytic cave diatom *Luticola dismutica* (Bacillariophyceae). *Preslia* 80, 87–99.
- Pouličková, A., and Hašler, P. (2007). Aerophytic diatoms from caves in central Moravia (Czech Republic). *Preslia* 79, 185–204.
- Prošek, P., Gloser, J., Barták, M., Láska, K., Stachoň, Z., Engel, Z., and Nedbalová, L. (2013). *Antarktida* (Academia).
- Robinson, C., and Kawecka, B. (2005). Benthic diatoms of an Alpine stream/lake network in Switzerland. *Aquat. Sci.* 67, 492–506.
- Round, F.E., Crawford, R.M., and Mann, D.G. (1990). *Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*.
- Sabbe, K., Verleyen, E., Hodgson, D. a., Vanhoutte, K., and Vyverman, W. (2003). Benthic diatom flora of freshwater and saline lakes in the Larsemann Hills and Rauer Islands, East Antarctica. *Antarct. Sci.* 15, 227–248.

- Salomoni, S., and Torgan, L.C. (2008). Epilithic diatoms as organic contamination degree indicators in Guaíba Lake, Southern Brazil. *Acta Limnol. Bras.* 20, 313–324.
- Shibazaki, M., Ohtsuka, T., and Mitamura, M. (2013). Epilithic diatom flora of Ai River, Osaka, west-central Japan, and its relationship to the river environments. *Diatom* 29, 48–53.
- Schuch, M., Oliveira, M.A., and Lobo, E.A. (2015). Spatial Response of Epilithic Diatom Communities to Downstream Nutrient Increases. *Water Environ. Res.*
- Sidle, R.C., Ziegler, A.D., and Vogler, J.B. (2007). Contemporary changes in open water surface area of Lake Inle, Myanmar. *Sustain. Sci.* 2, 55–65.
- Slavíková, J. (1982). *Ekologie rostlin*.
- Soininen, J. (2004). Determinants of benthic diatom community structure in boreal streams: The role of environmental and spatial factors at different scales. *Int. Rev. Hydrobiol.* 89, 139–150.
- Spaulding, S., and Otu, M. (2008). picture Luticola- valve:
http://westerndiatoms.colorado.edu/images/genus_guide_images/Luticola_guide.jpg
- Spaulding, S.A., McKnight, D.M., Stoermer, E.F., and Doran, P.T. (1997). Diatoms in sediments of perennially ice-covered Lake Hoare, and implications for interpreting lake history in the McMurdo Dry Valleys of Antarctica. *J. Paleolimnol.* 17, 403–420.
- Stanek-Tarkowska, J., Noga, T., Kochman-kędziora, N., Peszek, Ł., Pajaczek, A., and Kozak, E. (2015). The diversity of diatom assemblages developed on fallow soil in Pogórska Wola near Tarnów (southern Poland). *Acta Agrobot.* 68, 33–42.
- Stanish, L.F., Kohler, T.J., Esposito, R.M.M., Simmons, B.L., Nielsen, U.F., Wall, D.H., Nemergut, D.R., and McKnight, D.M. (2012). Extreme streams: Flow intermittency as a control on diatom communities in meltwater streams in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 69, 1420–1432.
- Sterken, M., Verleyen, E., Jones, V.J., Hodgson, D.A., Vyvermann, W., Sabbe, K., and Van de Vijver, B. (2015). An illustrated and annotated checklist of freshwater diatoms (Bacillariophyta) from Livingston, Signy and Beak Island (Maritime Antarctic Region). *Plant Ecol. Evol.* 148, 431–455.
- Study Blue Inc. (2016). picture valve:
https://s3.amazonaws.com/classconnection/621/flashcards/3707621/png/diatom_diagram_by_skipperthepilot-d3dka6o-14957FD7B8F428A416B.png
- Štifterová, A., and Neustupa, J. (2015). Community structure of corticolous microalgae within a single forest stand: Evaluating the effects of bark surface pH and tree species. *Fottea* 15, 113–122.
- Theriot, E.C., Ashworth, M., Ruck, E., Nakov, T., and Jansen, R.K. (2010). A preliminary multigene phylogeny of the diatoms (Bacillariophyta): challenges for future research. *Plant Ecol. Evol.* 143, 278–296.
- Thomas, E.J., and John, J. (2010). Diatoms in wetlands from the south-west of Western Australia: community structure in relation to pH. *J. R. Soc. West. Aust.* 93, 29–42.
- Torgan, L.C., Salomoni, S.E., and Bicca, A.B. (2009). Diatomáceas sobre *Limnoperna fortunei* (Dunker), molusco introduzido no Lago Guaíba, Sul do Brasil. *Rev. Bras. Botânica* 32, 23–31.
- Townsend, C.R., Begon, M., and Harper, J.L. (2010). *Základy ekologie* (Olomouc: Univerzita Palackého).
- Van de Vijver, B., and Mataloni, G. (2008). New and interesting species in the genus *Luticola* D.G. Mann (Bacillariophyta) from Deception Island (South Shetland Islands). *Phycologia* 47, 451–467.
- Van de Vijver, B., Van Dam, H., and Beyens, L. (2006). *Luticola higleri* sp. nov., a new diatom species from King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). *Nov. Hedwigia* 82,

69–79.

- Van de Vijver, B., Zidarova, R., and de Haan, M. (2011). Four new *Luticola* taxa (Bacillariophyta) from the South Shetland Islands and James Ross Island (Maritime Antarctic Region). *Nov. Hedwigia* 92, 137–158.
- Van de Vijver, B., Tavernier, I., Kellogg, T.B., Gibson, J., Verleyen, E., Vyverman, W., and Sabbe, K. (2012). Revision of type materials of Antarctic diatom species (Bacillariophyta) described by West & West (1911), with the description of two new species. *Fottea* 12, 149–169.
- Výzkumný Technologický Institut s.r.o. (2012). Rozbor vody: [http://www.vti-cz.com/spolecnost/rozb-ovody-17](http://www.vti.cz.com/spolecnost/rozb-ovody-17)
- Wetzel, C.E., Van De Vijver, B., and Ector, L. (2010). *Luticola deniseae* sp . nov . a new epizoic diatom from the Rio Negro (Amazon hydrographic basin). *Vie Milieu* 60, 177–184.
- Witkowski, A. (2003). Floristic list of non marine diatoms (Bacillariophyceae) of Iberian Peninsula, Balearic Islands, and Canary Islands. *Diatom Monogr. Vol. 4* 1–639.
- Wojtal, A.Z. (2009). The diatoms of kobyłanka stream near Kraków (Wyzyna K-Czestochowska Upland, S Poland). *Polish Bot. J.* 54, 129–330.
- Yun, S.M., Joo, H.M., Jung, S.W., Choi, C.H., Ki, J.-S., and Lee, J.H. (2014). The relationship between epilithic diatom communities and changes in water quality along the lower Han River, South Korea. *J. Freshw. Ecol.* 29, 363–375.
- Zidarova, R., Levkov, Z., and Van de Vijver, B. (2014). Four new *Luticola* taxa (Bacillariophyta) from Maritime Antarctica. *Phytotaxa* 170, 155–168.

Přílohy

Tabulka 1- v této tabulce jsou zaznamenány všechny plně podložené druhy rodu *Luticola*, spolu s jejich místem nálezu a typem habitatu.

Název	Popsáno	Místo nálezu	Typ habitatu
<i>L. acidoclinata</i>	Lange-Bertalot	USA (Levkov a kol., 2013), Polsko (Stanek-Tarkowska a kol., 2015; Wojtal, 2009)	řeka, mech (Levkov a kol., 2013), potok Kobylanka (Wojtal, 2009), půda (Stanek-Tarkowska a kol., 2015)
<i>L. adalae</i>	Van de Vijver a Zidarova sp. nov.	o. James Ross, Antarktida (Van de Vijver a kol., 2011)	mech (Van de Vijver a kol., 2011)
<i>L. aequalis</i>	sp. nov.	Makedonie, Yunnan, China (Levkov a kol., 2013)	mech z bažin a horských jezer, jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. aequatorialis</i>	(Heiden) Lange-Bertalot a Ohtsuka	Brazílie (Bartozek a kol., 2013), Japonsko, Filipíny (Levkov a kol., 2013), Laos (Fujita a Ohtsuka, 2005), Japonsko (Hirota a Ohtsuka, 2009; Kihara a kol., 2009; Ohtsuka, 2002)	řeka (Bartozek a kol., 2013; Hirota a Ohtsuka, 2009), bažina (Fujita a Ohtsuka, 2005), povrch řas, rašeliník, bláto (Kihara a kol., 2009) brakická část řeky Hii (Ohtsuka, 2002)
<i>L. affinis</i>	sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. africana</i>	sp. nov.	Zambie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. amazonica</i>	Wetzel, Ector a Levkov sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	bažina (Levkov a kol., 2013)
<i>L. amoena</i>	Van de Vijver, Kopalová, Zidarova a Levkov sp. nov.	James Ross I., Ulu Peninsula, Antarktida (Levkov a kol., 2013)	jezero Vondra IV (Levkov a kol., 2013)
<i>L. andina</i>	sp. nov.	Chile (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. angusta</i>	Solak a Levkov sp. nov.	Turkmen Mountain, Turecko (Levkov a kol., 2013)	potok (Levkov a kol., 2013)
<i>L. apiculata</i>	(Husted) comb. nov. stat. nov.	Egypt (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. arctica</i>	Levkov a Metzeltin sp. nov.	Eismeer, Franz Josefs Land, Rusko (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. argutula</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Francouzská Guiana, J Amerika (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. atomus</i>	Denys a Levkov sp. nov.	Ürgüp, Cappadocia, Turecko (Levkov a kol., 2013)	mech (Levkov a kol., 2013)

<i>L. australiensis</i>	Lange-Bertalot, Metzeltin a Levkov sp. nov.	národní park Cape Tribunal, Austrálie (Levkov a kol., 2013)	zátoka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. australomutica</i>	Van de Vijver	o. Deception, J. Shetlandské o. (Van de Vijver a Mataloni, 2008)	půdní vzorky (Van de Vijver a Mataloni, 2008)
<i>L. austroatlantica</i>	Van de Vijver, Kopalová, Spaulding a Esposito	James Ross (Kopalová a kol., 2011), o. Deception, o. krále Jiřího, Chile (Levkov a kol., 2013), polar. oblast (Esposito a kol., 2008)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. baxteri</i>	Levkov a Metzeltin sp. nov.	UK (Levkov a kol., 2013)	zámek Fairburg (Levkov a kol., 2013)
<i>L. belawanensis</i>	Levkov a Metzeltin sp. nov.	Sumatra, Indonesie (Levkov a kol., 2013)	řeka, sedimenty (Levkov a kol., 2013)
<i>L. beyensii</i>	Van de Vijver, Ledeganck a Lebouvier	Ile Amstrdam, Antarktida (Levkov a kol., 2013)	půdní vzorky (Levkov a kol., 2013)
<i>L. bilyi</i>	sp. nov.	Rakousko (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. binodeformis</i>	nom. nov.	CZ (Pouličková a Hašler, 2007)	jeskyně (Pouličková a Hašler, 2007)
<i>L. binodis</i>	(Hustedt) M.B.Edlund	USA, Lucembursko (Falasco a kol., 2014), Španělsko (Witkowski, 2003)	mokrý skála, mech (Levkov a kol., 2013), jeskyně, podzemí (Falasco a kol., 2014)
<i>L. bogaertsiana</i>	sp. nov.	o. krále Jiřího (Zidarova a kol., 2014)	půda, skalní mech a mokrá skála (Zidarova a kol., 2014)
<i>L. bradyi</i>	Kohler sp. nov.	McMurdo Dry Valleys, Antarktida (Kohler a kol., 2015)	potok (Kohler a kol., 2015)
<i>L. burmensis</i>	Metzeltin a Levkov sp. nov.	Myanmar (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. camopiensis</i>	sp. nov.	Francouzská Guyana (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. capitata</i>	(Foged) comb. nov. stat. nov.	Thajsko, Myanmar (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. caubergsii</i>	Van de Vijver	o. Deception, o. Livingston (Van de Vijver a Mataloni, 2008)	půda (Van de Vijver a Mataloni, 2008)
<i>L. celebesica</i>	sp. nov.	Indonésie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. clagesii</i>	G. Moser, L.-Bertalot a Metzeltin	Nová Kaledonie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. claudiae</i>	Metzeltin, L.-Bertalot a G.-Rodriguez	Uruguay (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. cocquytiae</i>	sp. nov.	Tanganika, M'Pulungu Ile Niamkolo (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. cognata</i>	sp. nov.	cape Adam, Antarktida (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné

<i>L. cohnii</i>	(Hilse) D.G.Mann	Rusko (Bakieva a kol., 2012), Ukrajina, UK (Falasco a kol., 2014), Mexiko (Flechtner a kol., 1998), Španělsko (Witkowski, 2003)	jeskyně (Falasco a kol., 2014), půda (Flechtner a kol., 1998; Van de Vijver a Mataloni, 2008), bažina (Blanco a kol., 2008)
<i>L. contii</i>	sp. nov.	J. Shetlandské o.: o. Deception Antarktida (Zidarova a kol., 2014)	půda, suchý mech na skalách (Zidarova a kol., 2014)
<i>L. costei</i>	Metzeltin a L.-Bertalot	Guyana a Brazílie (Levkov a kol., 2013)	řeka Demerara (Levkov a kol., 2013)
<i>L. cristinae</i>	sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	řeka Rio Mogi-guassu, (Levkov a kol., 2013)
<i>L. crozetensis</i>	Van de Vijver, Kopalová, Zidarova a Levkov sp. nov.	Criquet de Noel, Ile de la Possession, Iles Crozet (Levkov a kol., 2013)	půda (Levkov a kol., 2013)
<i>L. cuspidata</i>	sp. nov.	Austrálie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. dapaliformis</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Indie, Afrika (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. dapalis</i>	Franguelli	Brazílie (Torgan a kol., 2009)	kamenný substrát jezera Guaiba (Torgan a kol., 2009)
<i>L. dapaloides</i>	(Franguelli) Metzeltin a L.-Bertalot	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. delicatula</i>	Van de Vijver, Kopalová, Zidarova a Levkov sp. nov.	o. Deception, J. Shetlandské o., (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. demerarae</i>	sp. nov.	Guyana (Levkov a kol., 2013)	řeka Demerara ^{86a} (Levkov a kol., 2013)
<i>L. deniseae</i>	Wetzel, Van de Vijver a Ector	Brazílie (Wetzel a kol., 2010)	bažina (Wetzel a kol., 2010)
<i>L. densestriata</i>	sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. desmetii</i>	Kopalová a Van de Vijver	o. James Ross (Kopalová a kol., 2011)	jezero (Kopalová a kol., 2011)
<i>L. dismutica</i>	(Hustedt) D.G.Mann	CZ (Pouličková, 2008), Itálie (Battegazzore, 2012)	jeskyně (Pouličková, 2008), potok (Battegazzore, 2012)
<i>L. distinguenda</i>	(Hustedt) stat. nov. comb. nov.	J Afrika (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. dolia</i>	Spaulding a Esposito	McMurdo Valleys, Antarktida (Levkov a kol., 2013; Stanish a kol., 2012), Taylor Valley, Antarktida (Esposito a kol., 2008)	potok (Esposito a kol., 2008; Stanish a kol., 2012)
<i>L. doliiformis</i>	Kopalová a Van de Vijver	o. James Ross, Antarktida (Kopalová a kol., 2011)	mokrý půda (Kopalová a kol., 2011)
<i>L. ectorii</i>	sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)

<i>L. elegans</i>	(W. G.S.West) a Kohler a Kopalová, comb. nov. stat. nov.	Cape Royds a McMurdo Dry Valleys, Graham Land, J. Shetlandské o. (Kohler a kol., 2015)	jezero Green lake (Kohler a kol., 2015)
<i>L. evkae</i>	Kopalová a Van de Vijver	o. James Ross, Antarktida (Kopalová a kol., 2011)	jezero (Kopalová a kol., 2011)
<i>L. falknerorum</i>	Metzeltin a L.-Bertalot	Kolumbie a J Afrika (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. frenguelli</i>	Metzeltin a L.-Bertalot	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. frequentissima</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. frickei</i>	sp. nov.	Tanzánie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. friedrichii</i>	nom. nov.	J Amerika (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. fuhrmannii</i>	Metzeltin a Levkov sp. Nov.	Tanzanie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. gaussii</i>	(Heiden) D.G.Mann	o. James Ross., Antarktida (Van de Vijver a kol., 2012)	jezero (Kohler a kol., 2015)
<i>L. gaussiiformis</i>	sp. nov.	Chile (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. gesierichiae</i>	sp. nov.	Tanzanie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. gigamuticopsis</i>	Van de Vijver	J. Shetlandské o., o. James Ross, o. Livingston, Antarktida (Van de Vijver a Mataloni, 2008)	půda (Van de Vijver a Mataloni, 2008)
<i>L. goeppertiana</i>	(Bleisch) D.G.Mann	Švýcarsko (Robinson a Kawecka, 2005), Makedonie (Pavlov a kol., 2009) Kanada (Falasco a kol., 2014), Brazílie (Bere, 2014; Bere a Tundisi, 2011; Schuch a kol., 2015), Zimbabwe (Mangadze a kol., 2015), Polsko (Stanek-Tarkowska a kol., 2015; Wojtal, 2009), Japonsko (Hirota a Ohtsuka, 2009; Ohtsuka, 2002), Jižní Korea (Yun a kol., 2014), Španělsko (Witkowski, 2003)	jeskyně (Falasco a kol., 2014), řeka (Bere, 2014; Bere a Tundisi, 2011; Hirota a Ohtsuka, 2009; Pavlov a kol., 2009; Yun a kol., 2014), jezero (Robinson a Kawecka, 2005), bažina (Blanco a kol., 2008; Schuch a kol., 2015), potok Kobylanka (Wojtal, 2009), brakická oblast řeky Hii (Ohtsuka, 2002), půda (Stanek-Tarkowska a kol., 2015)
<i>L. grupcei</i>	Pavlov, Nakov a Levkov	Makedonie a USA (Pavlov a kol., 2009)	vysokohorské jezero (Pavlov a kol., 2009)
<i>L. guianaensis</i>	Metzeltin a Levkov sp. nov.	Francouzská Guyana (Levkov a kol., 2013)	řeka Camopi,(Levkov a kol., 2013)
<i>L. hamiltonii</i>	sp. nov.	USA (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. heufleriana</i>	(Grunow) D.G.Mann	Rakousko, Německo, Slovinsko (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. higleri</i>	Van de Vijver, Van Dam a Beyens	o. krále Jiřího, o. Livingston, J. Shetlandské o. (Van de Vijver a kol., 2006), o. James Ross a Deception (Levkov a kol., 2013)	mokrý terestrické prostředí a sladkovodní jezero (Van de Vijver a kol., 2006)

<i>L. hilgenbergii</i>	Metzeltin, L.-Bertalot a G.-Rodriguez	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. hlubikovae</i>	sp. nov.	Altajský kraj, Z Sibiř, Rusko (Levkov a kol., 2013)	skála, řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. hustedtii</i>	sp. nov.	Tanzanie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. charlatii</i>	(M. Peragallo) Metzeltin a L.-Bertalot	Chile, USA Makedonie, Německo, Bolívie a Argentina (Levkov a kol., 2013)	mokrý mech, skála (Levkov a kol., 2013)
<i>L. chilensis</i>	(Hustedt) Metzeltin, L.-Bertalot a G.-Rodriguez	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. cholnokyi</i>	sp. nov.	J Afrika (Levkov a kol., 2013)	jeskyně (Levkov a kol., 2013)
<i>L. ignorata</i>	sp. nov.	El Salvador (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. imbricata</i>	(Bock)comb. nov.	Evropa (Levkov a kol., 2013)	vlhká skála (Levkov a kol., 2013)
<i>L. imbricatiformis</i>	sp. nov.	Afrika (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. incana</i>	sp. nov.	Peru (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. incoacta</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Chile (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. incoactoides</i>	L.-Bertalot a Rumrich	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. inserata</i>	(Hustedt) D.G.Mann	o. Guam (Navarro a Lobban, 2009), Indonésie (Levkov a kol., 2013)	brakická voda (Levkov a kol., 2013), skála, potok (Navarro a Lobban, 2009)
<i>L. intermedia</i>	(Hustedt) comb. nov. stat. nov.	nedohledatelné	vody bohaté na elektrolyt (Levkov a kol., 2013)
<i>L. ipevii</i>	Van de Vijver a Levkov sp. nov.	Criquet de Noel, Ile de la Possession, Crozet Archipelago, Sub Antarktida (Levkov a kol., 2013)	půda (Levkov a kol., 2013)
<i>L. isabelae</i>	Metzeltin a Levkov sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. katkae</i>	Van de Vijver a Zidarova	o. krále Jiřího, J. Shetlandské o. (Van de Vijver a kol., 2011), o. Livingston, Antarktida (Kopalová a kol., 2012)	alkalinní jezero (Kopalová a kol., 2012)
<i>L. kemalii</i>	Solak a Levkov sp. nov.	Turecko (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. kochiae</i>	Metzeltin sp. nov.	Pazaino, Kolumbie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. kopanjae</i>	Levkov, Pavlov a Cvetkoska sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	bláto, mech (Levkov a kol., 2013)
<i>L. kotschyi</i>	(Grunow) D.G.Mann	Albánie (Kupe a kol., 2010), Argentina (Cochoero a kol., 2015)	jezero (Kupe a kol., 2010), potok (Cochoero a kol., 2015)

<i>L. krauselii</i>	(Cholnoky) Metzeltin a Lange-Bertalot	S. Afrika (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. lacertosa</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Vietnam a Indonésie (Levkov a kol., 2013)	brakická voda (Levkov a kol., 2013)
<i>L. laeta</i>	Spaulding a Esposito	Bowles Creek, Taylor Valley, Antarktida (Esposito a kol., 2008; Stanish a kol., 2012)	mech v potoce Kanada a Bowles Creek (Kohler a kol., 2015; Stanish a kol., 2012)
<i>L. lagerheimii</i>	(Cleve) D.G.Mann	Ekvádor a El Salvador (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. lanceolata</i>	(Frenguelli) comb. nov. stat. nov.	El Salvador a Brazílie (Levkov a kol., 2013), Brazílie (Bartozek a kol., 2013), španělsko (Witkowski, 2003)	nedohledatelné
<i>L. lancettula</i>	sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. ledeganckii</i>	Van de Vijver	o. Crozet, o. Heard, a Kerguelen (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. macknightiae</i>	Kohler a Kopalová sp. nov.	McMurdo Dry Valleys: Taylor Valley, Wormherder Creek, Antarktida (Kohler a kol., 2015)	mech, jezero Bonney (Kohler a kol., 2015)
<i>L. magellanica</i>	(Frenguelli) comb. nov. stat. nov.	Tierra del Fuego, Argentina (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. marginata</i>	E. Reichart a Levkov sp. nov.	Inley- see, Myanmar (Barma), (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. meister</i>	sp. nov.	Vietnam (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. micra</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	mech (Levkov a kol., 2013)
<i>L. minima</i>	sp. nov.	Tanganika M'Pulungu Ile Niamkolo Stein (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. minor</i>	(R.M.Patrick) A. Mayama	USA, Francie, Japonsko (Levkov a kol., 2013), Japonsko (Hirota a Ohtsuka, 2009)	řeka Sendsai (Hirota a Ohtsuka, 2009)
<i>L. mitigata</i>	(Hustedt) D.G.Mann	El Salvador (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. mitis</i>	sp. nov.	Indonésie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. mobiliensis</i>	(C. S.Boyer) A. Mayama	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. modica</i>	Li, Metzeltin a Levkov sp. Nov.	Yunnan Plateau, JZ Čína (Levkov a kol., 2013)	jezero Fuxian (Levkov a kol., 2013)
<i>L. mollis</i>	L.-Bertalot a Rumrich	Lauca národní park, Chile (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. monita</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Amazonská oblast, Brazílie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. montana</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	pramen (Levkov a kol., 2013)

<i>L. murrayi</i>	(W. a D. G. West) D.G.Mann	o. James Ross, Antarktida (Kopalová a kol., 2013; Ohtsuka a kol., 2006), USA (Falasco a kol., 2014), o. Rauer, Antarktida (Sabbe a kol., 2003)	jeskyně (Falasco a kol., 2014), brakické jezero (Sabbe a kol., 2003), jezírka a morény (Van de Vijver a kol., 2012), jezero (Ohtsuka a kol., 2006)
<i>L. mutica</i>	(Kützing) D.G.Mann	Švýcarsko (Robinson a Kawecka, 2005), CZ (Pouličková a Hašler, 2007; Štifterová a Neustupa, 2015), Rusko (Bakiewa a kol., 2012), Čína (Chen a kol., 2010; Chen a kol., 2014), Makedonie (Pavlov a kol., 2009), Německo (Pouličková a Hašler, 2007); Francie, USA, Ukrajina, Kanada, Polsko, Turecko, Slovinsko (Falasco a kol., 2014), o. Deception (Fermani a kol., 2007), Mexiko (Flechtner a kol., 1998), Albánie (Kupe a kol., 2010), Polsko (Stanek- Tarkowska a kol., 2015; Wojtal, 2009), Japonsko (Hirota a Ohtsuka, 2009), Itálie (Battegazzore, 2012), Španělsko (Witkowski, 2003)	jezero (Robinson a Kawecka, 2005; Kupe a kol., 2010), jeskyně Mladeč a Zbrašov (Pouličková a Hašler, 2007), brakické vody (Levkov a kol., 2013), řeka Vardar (Pavlov a kol., 2009); jeskyně (Falasco a kol., 2014); kořeny mangrovů (Chen a kol., 2010); bažina (Blanco a kol., 2008); terestrický habitat a půdní vzorky (Fermani a kol., 2007, Flechtner a kol., 1998), potok (Wojtal, 2009), řeka Sendsai (Hirota a Ohtsuka, 2009), půda (Stanek- Tarkowska a kol., 2015), potok (Battegazzore, 2012), kůra stromů (Štifterová a Neustupa, 2015)
<i>L. muticoides</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Indie, Java, Kongo (Levkov a kol., 2013), Brazílie (Bartozek a kol., 2013), Laos (Fujita a Ohtsuka, 2005)	řeka Iguazu (Bartozek a kol., 2013), říční bažina (Fujita a Ohtsuka, 2005)
<i>L. muticopsis</i>	(Van Heurck) D.G.Mann	Kanada (Falasco a kol., 2014), Antarktida (Ohtsuka a kol., 2006; Sabbe a kol., 2003; Van de Vijver a kol., 2012), o. Deception (Fermani a kol., 2007), Albánie (Kupe a kol., 2010)	jeskyně (Falasco a kol., 2014), antarktická jezera (Ohtsuka a kol., 2006; Sabbe a kol., 2003), půda (Fermani a kol., 2007), jezero (Kupe a kol., 2010)
<i>L. nana</i>	sp. nov.	Chile (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. naviculoides</i>	Johansen nom. nov.	USA (Johansen a kol., 2004)	potok (Johansen a kol., 2004)
<i>L. neglecta</i>	sp. nov.	o. Deception (Zidarova a kol., 2014)	půda, mech (Zidarova a kol., 2014)
<i>L. nelidae</i>	Van de Vijver	J. Shetlandské o., o. Deception (Van de Vijver a Mataloni, 2008)	nedohledatelné
<i>L. nepalensis</i>	Jüttner, Levkov a Metzeltin sp. nov.	Everest národní park, Nepál (Levkov a kol., 2013)	skála (Levkov a kol., 2013)

<i>L. nivalis</i>	(Ehrenberg) D.G.Mann	Švýcarsko (Robinson a Kawecká, 2005), ČR (Pouličková a Hašler, 2007) Maďarsko (Pouličková a Hašler, 2007), o. Deception (Fermani a kol., 2007), Albánie (Kupe a kol., 2010), Polsko (Stanek-Tarkowska a kol., 2015; Wojtal, 2009)	Dragun jezero (Robinson a Kawecká, 2005), jeskyně Mladeč a Zbrašov (Pouličková a Hašler, 2007), půda (Fermani a kol., 2007; Stanek-Tarkowska a kol., 2015), jezero (Kupe a kol., 2010), potok (Wojtal, 2009)
<i>L. nivaloides</i>	(W.Bock) Denys a De Smet	ČR (Pouličková a Hašler, 2007), Kanada (Falasco a kol., 2014)	jeskyně Zbrašov (Falasco a kol., 2014; Pouličková a Hašler, 2007)
<i>L. novaeaguineaensis</i>	(Tempére) comb. nov.	Nová Guinea a Vietnam (Levkov a kol., 2013)	brakické vody (Levkov a kol., 2013)
<i>L. obligata</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Sumatra (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. olegsakharovii</i>	sp. nov.	Antarktida, J. Shetlandské o. (Zidarova a kol., 2014)	půda (Zidarova a kol., 2014)
<i>L. osogovoensis</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	skála (Levkov a kol., 2013)
<i>L. palaeartica</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Kanada, Ruská Arktida a Barrensův o. (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. panamaensis</i>	sp. nov.	Panama (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. paramutica</i>	(Bock) D.G.Mann	ČR (Pouličková a Hašler, 2007), Maďarsko (Falasco a kol., 2014), Polsko (Stanek-Tarkowska a kol., 2015; Wojtal, 2009), Španělsko (Witkowski, 2003)	jeskyně Zbrašov (Pouličková a Hašler, 2007; Falasco a kol., 2014), potok (Wojtal, 2009), půda (Stanek-Tarkowska a kol., 2015)
<i>L. peguana</i>	(Grunow) D.G.Mann	Indický poloostrov (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. peguaniformis</i>	sp. nov.	Myanmar (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. permuticoides</i>	Metzeltin a L.-Bertalot	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. permuticopsis</i>	Kopalová a Van de Vijver	James Ross (Kopalová a kol., 2011), o. Deception (Levkov a kol., 2013)	jezero (Kopalová a kol., 2011)
<i>L. pitranensis</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	mokrý skály, mech, pramen (Levkov a kol., 2013)
<i>L. planicapitata</i>	Metzeltin, L.-Bertalot a G.-Rodriguez	Rio de la Plata, Uruguay (Levkov a kol., 2013)	řeky (Levkov a kol., 2013)
<i>L. plausibilis</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Kanada, Ruská Arktida a Irsko (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. plausibiloides</i>	Metzeltin, L.-Bertalot a G.-Rodriguez	Uruguay (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. poulickovae</i>	sp. nov.	ČR (Levkov a kol., 2013)	jeskyně (Levkov a kol., 2013)
<i>L. pseudocharcotii</i>	sp. nov.	Uruguay (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. pseudoimbricata</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. pseudokotschyi</i>	Metzeltin a L.-Bertalot	nedohledatelné	mechy v pramenech a potocích (Levkov a kol., 2013)

<i>L. pseudolacertosa</i>	(Cholnoky) comb. nov.	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. pseudolanceolata</i>	sp. nov.	Alençon, Francie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. pseudomurray</i>	Van de Vijver a Tavernier	východní Antarktida (Van de Vijver a kol., 2012)	jezero (Van de Vijver a kol., 2012)
<i>L. pseudomutica</i>	(Hustedt) D.G.Mann	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	řeka Rio Mogi-Guassu (Levkov a kol., 2013)
<i>L. pseudonivalis</i>	(Bock) comb. nov.	nedohledatelné	mech v pramenech a potocích (Levkov a kol., 2013)
<i>L. pseudopeguana</i>	sp. nov.	Uruguay (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. pseudoplausibilis</i>	sp. nov.	Eismeer, Franz Josephs Land, Rusko (Levkov a kol., 2013)	hory (Levkov a kol., 2013)
<i>L. pulchra</i>	(McCall) comb. nov. stat. nov.	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. pusilla</i>	Van de Vijver, Kopalová, Zidarova a Levkov sp. nov.	o. James Ross, Ulu Peninsula, Lachman Craggs (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. quadriscribiculata</i>	Van de Vijver	o. Deception, J. Shetlandské o. (Van de Vijver a Mataloni, 2008)	půda (Van de Vijver a Mataloni, 2008)
<i>L. quinquenodis</i>	(Grunow) comb. nov.	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. raynae</i>	Zidarova a Van de Vijver	Hurd Peninsula, o. Livingston (Van de Vijver a kol., 2011)	mech (Van de Vijver a kol., 2011)
<i>L. reichardtii</i>	sp. nov.	Rakousko (Levkov a kol., 2013)	mech (Levkov a kol., 2013)
<i>L. rhombica</i>	(Zimmermann) comb. nov. stat. nov.	Brazílie a Tanzanie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. rionegrensis</i>	Wetzel, Ector a Levkov sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	bažina (Levkov a kol., 2013)
<i>L. robusta</i>	Van de Vijver, Ledeganck a Beyens	Ile de la Possession (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. rottii</i>	sp. nov.	Chile (Levkov a kol., 2013)	zátoka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. rotunda</i>	Solak a Levkov sp. nov.	Akin Deresi, Turkmen hory, Turecko (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. saprophila</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	sediment, řeka, (Levkov a kol., 2013)
<i>L. saxophila</i>	(Bock) D.G.Mann	Japonsko (Hirota a Ohtsuka, 2009), Španělsko (Witkowski, 2003)	aerofytické prostředí (Levkov a kol., 2013), řeka Sendai (Hirota a Ohtsuka, 2009)
<i>L. scardica</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	sediment jezera (Levkov a kol., 2013)
<i>L. seposita</i>	(Hustedt) D.G.Mann	nedohledatelné	nedohledatelné
<i>L. schoemanii</i>	sp. nov.	Lesotho (Levkov a kol., 2013)	skála (Levkov a kol., 2013)

<i>L. similis</i>	sp. nov.	N. Kaledonie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. simplex</i>	Metzeltin, L.-Bertalot a G.-Rodriguez	Uruguay (Levkov a kol., 2013), Brazílie (Bartozek a kol., 2013)	řeka (Bartozek a kol., 2013)
<i>L. sinica</i>	Li, Metzeltin a Levkov sp. nov.	Čína (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. spainiae</i>	Kohler a Kopalová sp. nov.	Antarktida, McMurdo Dry Valleys (Kohler a kol., 2015)	jezero (Kohler a kol., 2015)
<i>L. sparsipunctata</i>	sp. nov.	Brno, ČR (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. spauldingiae</i>	sp. nov.	USA (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. spinifera</i>	(Bock) Denys a De Smet	Turecko (Falasco a kol., 2014);	podzemí (Falasco a kol., 2014)
<i>L. stigma</i>	(R.M.Patrick) J.R.Johansen	Francie, USA, Japonsko (Levkov a kol., 2013), USA (Johansen a kol., 2004)	potok (Johansen a kol., 2004)
<i>L. subaequalis</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. subcrozetensis</i>	Van de Vijver, Kopalová, Zidarova a Levkov sp. nov.	Crique de Noel, Ile de la Possession, Crozet Archipelago, Sub Antarktida (Levkov a kol., 2013)	půda (Levkov a kol., 2013)
<i>L. sublagerheimii</i>	sp. nov.	Borneo, Malajsie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. submobiliensis</i>	sp. nov.	Japonsko (Levkov a kol., 2013)	pramen (Levkov a kol., 2013)
<i>L. subrostrata</i>	Metzeltin, R.L.Lowe a Levkov sp. nov.	Hawai, USA (Levkov a kol., 2013)	zeď (Levkov a kol., 2013)
<i>L. suecorum</i>	(Carlson) Van de Vijver	Falklandské o., Egypt (Levkov a kol., 2013) o. Crozet, o. Heard, Kerguelen, S. Georgia (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. taylorii</i>	sp. nov.	Katanga, Dem. Rep. Kongo (Levkov a kol., 2013)	řeka Kisanfu, kameny, pole (Levkov a kol., 2013)
<i>L. tenuis</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	mechy jeskyně (Levkov a kol., 2013)
<i>L. terminata</i>	(Hustedt) J.R.Johansen	USA (Johansen a kol., 2004)	potok (Johansen a kol., 2004)
<i>L. tomesii</i>	Moser, L.-Bertalot a Metzeltin	Korea, Nová Kaledonie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. tomsui</i>	Kopalová	o. James Ross, Antarktida (Kopalová a kol., 2011)	jezero (Kopalová a kol., 2011)
<i>L. transantarctica</i>	Kohler a Kopalová sp. nov.	McMurdo Dry Valleys, Antarktida (Kohler a kol., 2015)	jezíčko (Kohler a kol., 2015)
<i>L. triundulata</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	mech, jeskyně (Levkov a kol., 2013)

<i>L. tropica</i>	nom.nov.	nedohledatelné	brakické vody (Levkov a kol., 2013)
<i>L. truncata</i>	Kopalová a Van de Vijver	o. James Ross, Ulu Peninsula (Kopalová a kol., 2009)	kámen (Kopalová a kol., 2009)
<i>L. tujii</i>	sp. nov.	Japonsko (Levkov a kol., 2013)	pramen (Levkov a kol., 2013)
<i>L. undulata</i>	(Hilse) D.G.Mann	USA (Falasco a kol., 2014), Španělsko (Witkowski, 2003)	jeskyně (Falasco a kol., 2014)
<i>L. uruguayensis</i>	Metzeltin, L.-Bertalot a G.-Rodriguez	J. Amerika (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. vandevijveri</i>	Kopalová, Zidarova a Levkov sp. nov.	o. James Ross, Antarktida (Levkov a kol., 2013)	mech (Levkov a kol., 2013)
<i>L. vanheurckii</i>	Van de Vijver a Levkov sp. nov.	Belgie (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. ventricifusa</i>	L.-Bertalot	Polsko (Wojtal, 2009)	řeky (Shibasaki a kol., 2013), potok (Wojtal, 2009)
<i>L. ventricosa</i>	(Kützing) D.G.Mann	Rusko (Bakiewa a kol., 2012), Francie (Falasco a kol., 2014), Polsko (Stanek-Tarkowska a kol., 2015; Wojtal, 2009), Japonsko (Hirota a Otsuka, 2009; Ohtsuka, 2002), Španělsko (Witkowski, 2003)	mech (Levkov a kol., 2013), sklepení (Falasco a kol., 2014), potok (Wojtal, 2009), řeka (Hirota a Ohtsuka, 2009; Ohtsuka, 2002), půda (Stanek-Tarkowska a kol., 2015)
<i>L. vermeulenii</i>	Van de Vijver	o. James Ross (Kopalová a kol., 2012), o. krále Jiřího, J. Shetlandské o. (Van de Vijver., 2011)	potok, mělké jezero (Kopalová a kol., 2012)
<i>L. vesnae</i>	sp. nov.	Makedonie (Levkov a kol., 2013)	jezero (Levkov a kol., 2013)
<i>L. voigtii</i>	(Meister) D.G.Mann	nedohledatelné	brakické vody (Levkov a kol., 2013)
<i>L. watanabei</i>	sp. nov.	Japonsko (Levkov a kol., 2013)	pramen (Levkov a kol., 2013)
<i>L. wetzelii</i>	sp. nov.	Brazílie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)
<i>L. wulffii</i>	(Petersen) comb. nov. stat. nov.	Arktické oblasti, Kanada, země Franze Josefa, Rusko (Levkov a kol., 2013)	jezero Viktoria (Levkov a kol., 2013)
<i>L. yellowstonensis</i>	sp. nov.	USA (Levkov a kol., 2013)	nedohledatelné
<i>L. zambiana</i>	sp. nov.	přítok řeky Songwe, Magnatit-Granit, Zambie (Levkov a kol., 2013)	řeka (Levkov a kol., 2013)

Tabulka 2- je rozdělena na 3 samostatné tabulky dle typu habitatu (jezera, tekoucí vody a terestrické habitaty). V každé tabulce jsou zaznamenány druhy rodu *Luticola*- zvlášť druhy polární (P) a zvlášť druhy temperátní (T), spolu s nimi jsou zde uvedeny hodnoty pH a konduktivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$) místa nálezu.

1. pro jezera

P	T	<i>Luticola</i>	pH	pH autor	Konduktivita	Autor konduktivity
1		<i>L. amoena</i>	7,7	(Kopalová a kol., 2011)		
1		<i>L. desmetii</i>	7,8	(Kopalová a kol., 2011)	91,0	(Kopalová a kol., 2011)
1		<i>L. evkae</i>	7,7	(Kopalová a kol., 2011)	53,0	(Kopalová a kol., 2011)
1		<i>L. gausii</i>	7,3-8,9	(Spaulding a kol., 1997)	400,0-800,0	(Spaulding a kol., 1997)
1		<i>L. goeppertiana</i>	6,4-7,4	(Robinson a Kawecka, 2005)	5,7-26,9	(Robinson a Kawecka, 2005)
1		<i>L. higleri</i>	8,8	(Van de Vijver a kol., 2006)	250,0	(Van de Vijver a kol., 2006)
1		<i>L. katkae</i>	8,8	(Kopalová a kol., 2012)	250,0	(Kopalová a kol., 2012)
1		<i>L. macknightiae</i>	8,5	(Angino a Armitage, 1960)		
1		<i>L. muticopsis</i>	6,0-11,0	(Keskitalo a kol., 2013)		
1		<i>L. permuticopsis</i>	7,4	(Kopalová a kol., 2011)	60,0	(Kopalová a kol., 2011)
1		<i>L. pseudomurrayi</i>	8,2	(Van de Vijver a kol., 2012)		
1		<i>L. spainiae</i>	8,3	(Lawrence a Hendy, 1985)		
1		<i>L. tomsui</i>	7,7	(Kopalová a kol., 2011)	53,0	(Kopalová a kol., 2011)
1		<i>L. vermeulenii</i>	7,7	(Kopalová a kol., 2012)	1000,0	(Kopalová a kol., 2012)
	1	<i>L. aequalis</i>	8,4-8,5	(Dearing a kol., 2008)	216,0	(Dearing a kol., 2008)
	1	<i>L. cocquytiae</i>	8,9	(Plisnier a kol., 1999)	580,0-730,0	(Plisnier a kol., 1999)
	1	<i>L. dapalis</i>	6,6-8,3	(Salomoni a Torgan, 2008)	66,6	(Salomoni a Torgan, 2008)
	1	<i>L. ectorii</i>	5,5	(Farjalla, 2014)	18,0	(Farjalla, 2014)
	1	<i>L. grupcei</i>	4,0-5,0	(Pavlov a kol., 2009)		
	1	<i>L. imbricatiformis</i>	8,9	(Plisnier a kol., 1999)	580,0-730,0	(Plisnier a kol., 1999)
	1	<i>L. kotschyi</i>	7,5-8,9	(Mali a kol., 2013)		
	1	<i>L. marginata</i>	6,2	(Sidle a kol., 2007)		
	1	<i>L. minima</i>	8,9	(Plisnier a kol., 1999)	580,0-730,0	(Plisnier a kol., 1999)
	1	<i>L. modica</i>	8,8	(Cui a kol., 2008)	29,8	(Cui a kol., 2008)
	1	<i>L. murrayi</i>	6,9	(Ohtsuka a kol., 2006)	11,6	(Ohtsuka a kol., 2006)
	1	<i>L. mutica</i>	6,4-7,4	(Robinson a Kawecka, 2005)	5,7-26,9	(Robinson a Kawecka, 2005)
	1	<i>L. muticopsis</i>	7,5-8,9	(Mali a kol., 2013)		

	1	<i>L. nivalis</i>	6,4-7,4; 7,5-8,9	(Robinson a Kawecka, 2005; Mali a kol., 2013)		
	1	<i>L. pseudoimbrica</i>	4,0-5,0	(Pavlov a kol., 2009)		
	1	<i>L. vesnae</i>	4,0-5,0	(Pavlov a kol., 2009)		

2. tekoucí vody

P	T	<i>Luticola</i>	pH	pH autor	Konduktivita	Autor konduktivity
1		<i>L. dolia</i>	7,4	(Esposito a kol., 2008)	164,4	(Esposito a kol., 2008)
1		<i>L. laeta</i>	7,1	(Esposito a kol., 2008)	59,6	(Esposito a kol., 2008)
	1	<i>L. dismutica</i>	7,0-7,4	(Battegazzore, 2012)	18,0-85,0	(Battegazzore, 2012)
	1	<i>L. goeppertiana</i>	7,3	(Yun a kol., 2014)		
	1	<i>L. mutica</i>	6,9	(Battegazzore, 2012)	205,0-316,0	(Battegazzore, 2012)
	1	<i>L. pitranensis</i>			2000,0	(Levkov a kol., 2013)

3. pro terestrické habitaty

P	T	<i>Luticola</i>	pH	pH autor	Konduktivita	Autor konduktivity
1		<i>L. adelae</i>			200,0	(Van de Vijver a kol., 2011)
1		<i>L. caubergsii</i>	7,6	(Van de Vijver a Mataloni, 2008)		
1		<i>L. gigamuticopsis</i>	6,7	(Van de Vijver a Mataloni, 2008)		
1		<i>L. muticopsis</i>	5,8; 8,0; 6,3; 4,1	(Fermani a kol., 2007)	195,0; 1148,0; 134,0; 232,0	(Fermani a kol., 2007)
1		<i>L. nivalis</i>	5,37; 5,37	(Fermani a kol., 2007; Van de Vijver a Mataloni, 2008)	276; 276	(Fermani a kol., 2007; Van de Vijver a Mataloni, 2008)
1		<i>L. quadriscribiculata</i>	6,7-7,0	(Van de Vijver a Mataloni, 2008)	16,0-30,0	(Van de Vijver a Mataloni, 2008)
	1	<i>L. aequatorialis</i>	4,5-6,6	(Kihara a kol., 2009)		
	1	<i>L. cohnii</i>	7,1; 7,8	(Flechtner a kol., 1998) (Blanco a kol., 2008)	282,4	(Blanco a kol., 2008)
	1	<i>L. deniseae</i>	3,8-4,9	(Wetzel a kol., 2010)		
	1	<i>L. goeppertiana</i>	7,8	(Blanco a kol., 2008)	282,4	(Blanco a kol., 2008)
	1	<i>L. mutica</i>	7,1; 7,8; 5,2; 3,9	(Blanco a kol., 2008; Flechtner a kol., 1998; Chen a kol., 2014; Štifterová a Neustupa, 2015)	282,4	(Blanco a kol., 2008)