



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra biologie

Bakalářská práce

Glaciální jezera Šumavy

Glacial lakes of the Bohemian Forest

Vypracovala: Radka Matějková
Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci „Glaciální jezera Šumavy“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 15. dubna 2019

.....

Radka Matějková

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu prof. RNDr. Miroslavu Papáčkovi, CSc. za trpělivost, odborné vedení a spoustu cenných rad při psaní bakalářské práce a paní Evě Zelenkové za poskytnutí literatury z NP Šumava.

Ráda bych také poděkovala své rodině a přátelům za podporu při studiu.

Anotace

Matějková R. 2018: Glaciální jezera Šumavy. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, České Budějovice. 68 s.

Bakalářská práce má za úkol seznámit stručně a věcně čtenáře - učitele základních škol - s aktuální problematikou acidifikace a znovuožívování ledovcových jezer na Šumavě. Rozvoj průmyslové výroby ve střední Evropě v průběhu 20. století měl za následek postupné zvětšování objemu průmyslových emisí. Důsledkem přítomnosti průmyslových emisí v ovzduší byly pak kyselé deště. Kyselé deště změnily se chemismus půdy i jezerních vod, a v důsledku toho zásadně ovlivnily společenstva terestrických i vodních organismů. Snížení množství průmyslových emisí na přelomu 80. a 90. let minulého století bylo předpokladem pro zotavení z acidifikace. Zotavení probíhá pomalu, ale už po 20 letech lze zaznamenat pozitivní změny.

Klíčová slova: acidifikace, disturbance, ekosystém, kůrovcová gradace, šumavská ledovcová jezera, znovuoživení, informace pro učitele

Annotation

Matějková R. 2018: Glacial lakes of the Bohemian Forest. Bachelor thesis. University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Education, České Budějovice. 68 s.

The bachelor thesis is to briefly and factually acquaint the readers - teachers of elementary schools - with the current problems of acidification and revival of the glacial lakes of Bohemian Forest. The growth of industrial production in Central Europe during the 20th century resulted in a gradual increase in the volume of industrial emissions. The result of the presence of industrial emissions in the air was acid rain. The acid rain has changed the chemistry of soil and lake waters alike, and thus has fundamentally influenced the communities of both terrestrial and aquatic organisms. Reduction of amount of industrial emissions at the turn of the 80s and 90s of the last century was a precondition for recovery from the acidification. Recovery is slow, but it is possible to see some positive changes after just twenty years.

Keywords: acidification, disturbance, bark beetle gradation, glacial lakes of the Bohemian Forest, (landscape) revival, information for teachers

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Literární přehled..... | 2 |
| 3 | Metodika | 4 |
| 4 | Rešerše určená jako informační podklad pro práci učitelů..... | 5 |
| 4.1 | Klimatické, hydrologické poměry na Šumavě | 5 |
| 4.2 | Vznik, vývoj a stručná charakteristika jezer | 8 |
| 4.2.1 | Vznik Šumavy a ledovcových jezer | 8 |
| 4.2.2 | Lidská činnost v oblasti jezer | 10 |
| 4.2.3 | Stručná charakteristika jednotlivých jezer | 12 |
| 4.3 | Stručná historie výzkumu jezer | 17 |
| 4.4 | Biota jezer – zběžná charakteristika..... | 20 |
| 4.4.1 | Charakteristika společenstev..... | 20 |
| 4.4.2 | Flóra | 21 |
| 4.4.3 | Fauna | 25 |
| 4.4.4 | Vzácné, chráněné a ohrožené druhy..... | 38 |
| 4.5 | Acidifikace jezer, její důvody a důsledky | 42 |
| 4.5.1 | Změny ve vodách jezer – acidifikace a změna společenstev..... | 42 |
| 4.5.2 | Souvislost kůrovcových kalamit..... | 46 |
| 4.6 | Zotavování jezer | 50 |
| 4.7 | Proč je třeba šumavská jezera chránit | 54 |
| 5 | Diskuze | 56 |

| | | |
|----|--|----|
| 6 | Závěr..... | 60 |
| 7 | Seznam použité literatury a elektronických zdrojů..... | 61 |
| 8 | Zdroje obrázků | 65 |
| 9 | Seznam obrázků | 67 |
| 10 | Seznam tabulek..... | 68 |

1 Úvod

Šumavská jezera představují část bohatství naší přírody. V jejich okolí můžeme stále pozorovat přirozený vývoj lesního a vodního ekosystému, které prošly během posledních několika desítek let velkými změnami. Od druhé poloviny 20. století se naše území potýkalo s kyselými dešti. Podepsaly se na celkovém chemismu půd a také jezerních vod. Ačkoli došlo během této etapy jejich vývoje ke ztrátě některých druhů nebo velké redukci smrkových porostů v jejich okolí, příroda si s touto ne příliš pozitivní situací poradila nadmíru skvěle. Postupně dochází k znovuoživení jezer, zvyšuje se biodiverzita a postupně dochází i k obnově velmi diskutovaných šumavských smrčín. Proces obnovy bude trvat možná i několik set let. Naše generace neuvidí oblast jezer v největším rozkvětu (podobné původním ekosystémům), ale zato můžeme pomoci jejímu přirozenému vývoji.

Tato práce rešeršního typu a má za úkol podat vyučujícím podstatné informace týkající se problematiky šumavských jezer. Čtenář je informován o původu a vzniku jezer, o jejich proměnách v průběhu času, o jejich acidifikaci a souvislostech acidifikace a „kůrovcových kalamit“ a v neposlední řadě i o významných druzích těchto lokalit.

2 Literární přehled

Šumavu řadíme do chladné oblasti s přechodným typem podnebí. Dle (Anděry et al., 2003 ; Matějky, 2004-2011) a (Staňka a Bednaříka, 1998) je celkové klima důležitým ukazatelem přírodních změn. Konkrétní data získáváme již od r. 1955 z hydrometeorologické stanice Churáňov.

(Babůrek et al., 2006) a (Svoboda, 2008) ve svých knihách popisují geologickou činnost, která se podílela na tvorbě pohoří a jednotlivých jezer. Nejvýznamnější období, kvartér, nejvíce ovlivnil vznik ledovcových jezer. Oblast Šumavy byla trvale zaledněná a docházelo k pravidelnému střídání dob ledových a meziledových. Ledovce se podíleli na přetváření tehdejší krajiny a jejich destrukční činností se vytvořila ledovcová jezera. (Svoboda, 2008) ve své knize *Šumavská ledovcová jezera, kary, strže a vodopády* vypisuje přehled společenstev v oblasti jezer. Nejvýznamnějšími glaciálními relikty, šídlatkou jezerní (*Isoëtes lacustris*) a šídlatkou ostnovýtrusou (*Isoëtes echinospora*), se podrobně zabývá (Čtvrtlíková, 2016; Čtvrtlíková M., 2004; Čtvrtlíková M., 2016a; Čtvrtlíková M., 2016b) ve svých článcích. Změny chemismu jezerních vod ovlivnila i jejich reprodukční schopnosti u dospělých jedinců, kterých bylo v jezerech málo. Snížení počtu jedinců ovlivnilo natáčení filmu jezerní královna a divoké kachny, které porost zredukovaly o 70%. Fauna jezerních vod je plná drobných živočichů, kterými se zabývali např. (Vrba, 2003; Anděra et al., 2003). Zmiňují např. skákavku rybníční (*Heterocope saliens*), Buchanku hlubinnou (*Cyclops abyssorum*), břichatku jezerní (*Ceriodaphnia*). Tyto druhy i přes silnou acidifikaci přežili a máme tu možnost je i nadále v jezerech spatřit. Vodním hmyzem se podrobně zabývá (Soldán et al., 2012) ve článku „*Aquatic insects of the Bohemian Forest glacial lakes: Diversity, long-term changes, and influence of acidification*“. Vybrala jsem pouze nejdůležitější informace a zástupce.

Od 50. let 20. století ovlivnili kyselé deště celou Evropu a silně ovlivnili i Šumavu. S nárůstem spalování fosilních paliv narůstala koncentrace oxidu siřičitého a oxidů dusíku v atmosféře. To ovlivnilo celkový ráz krajiny. Chemickými procesy jezerních vod a důvody, které tuto situaci zapříčinili, se zabýval (Vrba et al., 2016; Vrba,

2002; Vrba et. al., 2003), (Hruška a Kopáček, 2009). Acidita ovlivnila jak život v jezerech, tak i okolo nich. Šumavské smrčiny taktéž zareagovaly. (Hruška, Oulehle et al., 2009) se zmiňují o kyselosti dešťů, která poškodila stromům jehlice a po dlouhodobém působení se ztratili i neutralizační procesy půdy. Stromy se staly náchylnější k napadení lýkožroutem smrkovým, což je další velmi diskutované téma na Šumavě. Laická veřejnost se klaní k názoru škodlivosti lýkožrouta. Opak je ale pravdou. Z omylu nám mohou vyvézt články (např. Doležal, 2013; Kindlmann et al., 2013; Jonášová, 2013), ve kterých jsou fakta o tom, že lýkožrout je naopak prospěšný pro přirozenou obnovu lesa a o škůdce, jak ho někteří nazývají, se nejedná. Napadá pouze slabé stromy, tvořící živnou půdu pro nové semenáčky. Lýkožroutová gradace je přirozená a proto není vhodné, aby do ní člověk jakýmkoliv způsobem zasahoval. Výzkum pracovníků z Lesnické fakulty České zemědělské univerzity potvrzuje rychlou obnovu lesních porostů v bezzásahových oblastech a tím potvrzuje fakt, že odstraněním padlých stromů lesům nepomůžeme, spíše naopak.

Jakým způsobem se příroda ze znečištění vzpamatovává, se zabývá (Vrba, 2003; Vrba et al., 2004, Kopáček, 2018; Zelenková a Vrba, 2013) aj. Zmiňují např. návrat břichatky jezerní (*Ceriodaphnia quadrangula*) nebo nárůst počtu vírníků a vodního hmyzu (Zelenková a Vrba, 2013; Soldán et al., 2012). R. 2000 byl významný pro šídlatku jezerní, u které bylo zaznamenáno její rozmnožení a nárůst populace (Čtvrtlíková, 2016).

3 Metodika

Pro tvorbu mé rešeršní práce jsem využívala převážně odborné články publikované časopisem Živa a Silva Gabreta. Nejprve jsme společně s mým vedoucím práce nastínili obsah kapitol, kterými bych se měla zabírat.

Velmi přínosná mi byla návštěva paní Zelenkové z NP Šumava, která mi kromě ústních informací poskytla část literatury, kterou jsem použila. První kapitoly jsou obecnější, aby se čtenář dozvěděl základní informace o vzniku pohoří a jezer, klimatu a následně se mohl ponořit do dané problematiky, se kterou se aktuálně setkáváme, jako např. změny chemismu jezerních vod, změny společenstev nebo např. diskutovaná kůrovcová gradace. Po shromáždění literatury jsem si jednotlivé články pročetla a sepsala jednotlivé body týkající se daných kapitol. Většina odborných článků si nijak neoponovala a spíše se vzájemně doplňovaly. Nejnáročnější kapitolou mi byly kůrovcové kalamity. Některé články byly rozporuplné a vzájemně si protiřečili. Volila jsem proto jen takové články, kde se informace shodovali a zdůvodnili, proč kůrovcové kalamity vznikají a jestli mají pro přirozený les pozitivní nebo negativní dopad a proč. Má práce by měla vysvětlit změny, které v těchto lokalitách proběhly během posledních několika desítek let. Velmi důležité téma shledávám v problematice úbytku druhů a s tím související okyselení půd a jezerních vod.

4 Rešerše určená jako informační podklad pro práci učitelů

4.1 Klimatické, hydrologické poměry na Šumavě

Obecně klima, je velmi nestálé a neustále se mění. Dlouhodobé změny počasí mohou ovlivnit např. chování ekosystému a jeho druhové zastoupení (Matějka, 2004-2011). Téměř celá Šumava patří do chladné oblasti s přechodným typem podnebí mezi oceánským a kontinentálním, pro něhož jsou typické malé roční teplotní výkyvy. Podle klimatu bychom mohli Šumavu rozdělit na dvě části. První část je tvořená pohraničním pásmem, údolím Vltavské brázdy a Otava v nadmořské výšce 800 m. n. m. a výš. Druhá část je tvořená severními, severovýchodními svahy a přilehlým podhůřím (Anděra et al., 2003).

Sledovat průměrné teploty a srážkový úhrn je velmi důležité (Matějka, 2004-2011). Jakákoliv změna klimatu nás může varovat před nastávajícími přírodními změnami, kterým můžeme zamezit nebo je alespoň opozdit (Anděra et al., 2003). Od roku 1955 získáváme pravidelná data o počasí z hydrometeorologické stanice Churáňov ležící v centrální části Šumavy (Staněk a Bednařík, 1998). Průměrné roční teploty jsou ovlivněné nadmořskou výškou a pohybují se v rozmezí 6,0°C – 3,0°C (Anonymus A). Podle získaných dat jsou teploty v jarních měsících chladnější než teploty podzimní (Staněk a Bednařík, 1998). Zima přichází již koncem října a končí až koncem března s teplotami okolo 0°C a méně. Vrcholná zima bývá obvykle 17. -18. ledna (Anděra et al., 2003). Jaro na Šumavu přichází proto daleko později než je tomu v nižších polohách (Staněk a Bednařík, 1998). Období vegetace je také opožděné a to kvůli sněhové pokrývce. Celkové vegetační období na Šumavě trvá cca 150 dní, ve vyšších polohách to může být i méně (Anděra et al., 2003). Od počátku 20. stol. můžeme sledovat nárůst teploty během prvních 40. let, následné dvacetileté ochlazení, které vystřídalo opět oteplení trvajícím doposud. Aktuálně se často setkáme s přísuškou během vegetační sezony (Matějka, 2004-2011). Nejvyšší teploty jsou často naměřené 6. až 7. srpna. Pravidelné měření teplot probíhá i na Šumavských pláních. Jedná se o nejchladnější místo České republiky, kde průměrné roční teploty ukazují max. 4°C. Rekordní teplota tu padla 11. 2. 1929, kdy teploměr ukazoval pouhých -42,2°C. Dny můžeme dělit podle maximálních a minimálních teplot na: tropické (max. teplota je

30°C a více, naměřených pouze pět dní, kdy byla teplota 34,2 °C), letní (teplota 25 °C a více, zaznamenáno každý rok kromě r. 1978), dny s max. teplotou 20 °C (nejvíce dní je v červenci), mrazové dny s minimální teplotou 0,1 °C a méně (téměř každý den v prosinci, lednu a únoru), ledové dny (max. teplota -0,1 °C, objevují se již v říjnu), dny se silným mrazem a teplotou min -10,1 °C (každý rok krom r. 1974, časté pro listopad a objevují se i v dubnu), dny s mrazem -20 °C (ne tak časté), dny arktické (Anděra et al., 2003).

Množství srážek, které na Šumavě spadnou, ovlivňují Alpy. V teplé polovině roku se jejich množství snižuje. Šumavu dělíme na návětrnou oblast (podél hranic), vrcholové části (např. Churáňov a Boubín) a závětrná oblast (např. Javorník) (Anděra et al., 2003). Čím blíže se dostáváme k hranicím, tím více srážek přibývá. Nejlépe na tom je oblast Březníku, kde spadne 1600 mm a více srážek za rok. Není proto divu, že Březník dostává přívlasek nejdeštivější místo v České republice. Porovnání srážkového úhrnu jednotlivých měsíců, je na tom nejlépe období mezi červnem a červencem (Anonymus A). Přibližně 40% spadlých srážek padá v podobě sněhu, kdy trvalá sněhová pokrývka obvykle trvá 194 dní, ve vyšších polohách až 200 dní v roce. Nejvíce sněhu (přibližně 180 cm) je zaznamenáno od ledna do března (Anděra et al., 2003).

Spadlé srážky se přirozeně dostávají do přirozených povrchových vod. Pro Šumavu jsou typická prameniště, rašeliniště, vodní toky a ledovcová jezera, o kterých se budu podrobněji zabývat v následujících kapitolách (Anonymus B). O tom, že je Šumava velice významnou lokalitou nás přesvědčí i rok 1978, kdy byla vyhlášena chráněnou oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV) (Anděra et al., 2003). Voda ze Šumavy odtéká většinou povodím Labe, v menším zastoupení pak povodím Dunaje do Severního moře (Anonymus B).

Oblačnost na Šumavě je závislá na nadmořské výšce a větru (převládá jihozápadní). V oblastech s nadmořskou výškou 1000m. n. m. a výš je oblačnost vyšší v létě a v zimě naopak nižší (díky zimním inverzím) než u nižších poloh. Od jara do podzimu se Šumava potýká s bouřkami, nejčastěji pak v měsíci červenci (Anděra et al., 2003).

Tabulka 1: Některá NEJ z meteorologické stanice Churáňov. Převzato z Staněk a Bednařík, 1998)

| | |
|---------------------------|---|
| Nejteplejší rok | 1989 a 1994, kdy byl roční průměr 5,6°C |
| Nejchladnější rok | 1956, kdy byl roční průměr 2,5°C |
| Max. teplota | 34,2°C, 27. července 1983 |
| Min. teplota | -32,6°C, 10. února 1956 |
| Nejvlhčí rok | 1995, kdy byl roční úhrn 1470 mm |
| Nejsušší rok | 1971, kdy byl roční úhrn 862 mm |
| Nejvyšší sněhová pokrývka | 197 cm v březnu r. 1988 |
| Max. rychlost větru | 162 km/h, 1. března 1990 v 6:35 |

4.2 Vznik, vývoj a stručná charakteristika jezer

Šumava je součástí Českého masivu, významnou oblastí evropského kontinentu. Vznikala ve variském období v době mezi 380 ž 310 miliony let před současností, konkrétně ve středním devonu až svrchním karbonu v období prvohor (Svoboda, 2008; Pertoldová et al., 2004-2005). Oblast Šumavy společně s jižními Čechami a jihozápadní Moravou je řazena do oblasti moldanubika (Svoboda, 2008). „ *Moldanubikum představuje oblast vysoce metamorfovaných a magmatických hornin kořenů variské orogeneze (Babůrek et al., 2006. 39s.).*

4.2.1 Vznik Šumavy a ledovcových jezer

Ve svrchním devonu (před 380 miliony lety) započala tvorba variského horstva (Babůrek et al., 2006). Pochody způsobující horotvornou činnost odstartovalo přibližování a následná srážka dvou kontinentů (Gondwany a Larasie), která byla klíčovou pro vývoj Šumavy (Pertoldová et al., 2004-2005). Díky těmto procesům, došlo k zániku oceánské kůry společně s nadložními sedimenty. Subdukční procesy vyvrcholily kolizí dvou výše zmiňovaných kontinentů a tím přispěly ke vzniku jednoho obrovského kontinentu, nazývaného Pangea. V průběhu tohoto dění docházelo k vzniku a metamorfóze krystalických hornin Českého masivu. V té době pohoří dosahovalo výšek okolo 6 000 m. n. m. Mezi 340- 300 miliony let před současností, díky rychlému výzdvihu a erozi mizí vrstva cca 30 km hornin (Babůrek et al., 2006). Období třetihor (65- 1,8 miliony let před současností) ovlivnil horotvorné pohyby v území dnešní Evropy střet evropského a afrického kontinentu, který zapříčinil častá zemětřesení a vulkanickou činnost (Babůrek et al., 2006). Poslední etapou třetihor tj. v kvartéru (méně než 1,8 milionu let před současností), byl ovlivněný geologický vývoj pohoří převážně podnebí. Došlo k náhlému ochlazení a nastalo období označované jako pleistocén. Šumava ležela v tzv. periglaciální oblasti, ačkoliv byla spoutána pevninským a alpským ledovcem, nebyla trvale zaledněna (Svoboda, 2008; Zelenková a Vrba, 2013). Na našem území, docházelo k pravidelnému střídání dob ledových a meziledových, které se významně podílely na tvorbě současného georeliéfu Šumavy (Babůrek et al., 2006). Se změnou teplot na svazích začala růst převážně vegetace

tundrového charakteru. Podmínky nebyly příliš vhodné pro rozvoj vegetace, a tak zde převažovaly zejména různé druhy mechů, lišejníků a nízkých keřů (Svoboda, 2008).

Pravidelné střídání doby ledové (glaciálu) a meziledové (interglaciálu) proběhlo celkem pětkrát, kdy se průměrné teploty pohybovaly okolo -7°C . Doby ledové se nazývají Donau, Günz, Mindel, Riss a Würm, s tím že Würm je období poslední doby ledové, která proběhla před 110 tisíci lety a její konec je odhadován 10 tisíc let př. n. l. To zapříčinilo zalednění nejvyšších horských oblastí v nadmořské výšce okolo 1300 m. n. m. Nánosy sněhu na horských svazích nestihly roztát, a tak se postupem času vytvořil horský svahový ledovec o mocnosti 150 až 200m. Velikost a erozní činnost ledovce ničila okolní svahy, skalní stěny, strže, dna roklin a tím se významně podílel na vytvoření současného reliéfu Šumavy (Svoboda, 2008). Ledovec při pohybu před a pod sebou hrnul spoustu hlíny, balvanů a zbytky hornin. Díky nahromadění tohoto materiálu v podobě valů vznikly morény¹ (Babůrek et al., 2006). Během destruktivních procesů došlo ke vzniku ledovcových karů², formovaných čelem ledovce (Svoboda, 2008). Díky ledovcové činnosti se vytvořila specifická forma georeliéfu Šumavy typická i morfometrickými charakteristikami jako: *nadmořská výška, sklon, orientace a horizontální/vertikální křivost svahů* (Housarová et al., 2004). Obrovské morénové valy či karové stěny jsou důkazem existence a síly ledovců. Voda, kterou ledovce obsahovaly, procesem oteplování postupem času roztála, vyplnila jezerní pánve a dala vzniku 5 ledovcových jezer na Šumavě a 3 jezer v Bavorském lese (Zelenková a Vrba, 2013). Ledovcová jezera na Šumavě vznikla třemi různými způsoby. Černé Čertovo a Prášílské jezero patří do tzv. **hloubených jezer karového typu** vzniklá vyplněním vody z tajícího sněhu. Pro tento typ jezer je typický oválný tvar a hloubka cca 50m. Ačkoli se tento typ jezer nachází v oblastech velehor, výskyt na Šumavě představuje unikát. Typickým **hrozeným (morénovým) jezerem** je jezero Laka. Taková jezera vznikala na méně strmých svazích, kde nebyla mocnost ledovce tak značná. Dna bývají kamenitá až bahnitá, tvarem jsou spíše protáhlá s nenápadnou jezerní stěnou. V minulosti se těchto jezer na Šumavě nacházelo více, ale díky bahnitému dnu a mokřadní vegetaci byla postupně zanášena. Pozůstatkem jezer tohoto typu může být např. Severní hora a

¹ Moréna- kamenný val vzniklý ledovcovou činností

² Ledovcový kar- prohlubeň půlkulového tvaru se strmými stěnami vytvořená ledovcem

Stará jímka. Posledním typem jsou **jezera smíšeného typu**, kam řadíme Plešné jezero. Dno je tvořené dvěma pánvemi- zadní (karová) a přední (morénová). Celkem na Šumavě vzniklo 12 ledovcových karů, pouze 8 jich je ale naplněných vodou (na české straně 5). Jednalo se o převážně o morénová jezera, která po nánosu bahna zarostla rašelinou a mokřadní vegetací. Stáří jezer se odhaduje 14 000 př. n. l. (Svoboda, 2008). Po ukončení dob ledových se na stěnách karů začala objevovat vegetace. Převážně šlo o horské pralesy (závislé na nadmořské výšce) a v oblastech bezlesí nebo oblastí vyšších 1300 m. n. m. se setkáme s glaciálními relikty alpské a subalpské vegetace. Důležitou roli hrají vzácné druhy živočichů jezerních vod a okolí (Svoboda, 2008).

4.2.2 Lidská činnost v oblasti jezer

Šumavské hřebeny se staly pro člověka těžko přístupné, a proto můžeme hovořit o osídlení této oblasti až v období laténském (5. století před n. l. až do přelomu letopočtu) keltským kmenem Bójů. Skutečností, že Bójové osídlili Šumavu, a využívali zdejší bohatství zlatonosných řek, nám dokládají tzv. sejpy a oppida. Prvním větší zásah do zdejší přírody nastal ve 13. stol., kdy se v oblasti Železné rudy začalo vyrábět železo. Proces výroby přetrvával až do 16. stol., kdy byla ložiska železné rudy téměř vytěžena a v důsledku kácení stromů se změnila skladba lesních porostů. Stejně nepřínosné, co se přírodního bohatství týče, bylo období sklářské a dřevařské kolonizace. Lesní porosty se kácely do takové míry, že vznikaly holoseče, do kterých byly vysazovány nevhodné smrkové monokultury. O tom nás přesvědčují fakta z let 1870-1890, kdy nestabilní smrkové lesy neodolaly silným větrům a následně došlo k jejich napadení lýkožroutem smrkovým (Svoboda, 2008).

Jezero Laka bylo využíváno jako zásobárna vody pro sklářské hutě. Na čelní moréně se nacházela kamenná hráze se stavidlem, odkud voda proudila vybudovaným, 2,1 km dlouhým kanálem k hutím, který se později využíval pouze pro plavení dřeva. To se samozřejmě podepsalo na charakteru krajiny. Podobně tomu bylo u **Prášílského a Plešného jezera**, která byla zdrojem vody pro Schwanzemberský plavební kanál, vystavený již v r. 1822 (v celé délce). V obou jezerech došlo ke stavebnímu zpevnění hráze, morény (V případě Prášílského jezera byla moréna prokopaná) a opatření stavidla. Díky tomu lidé mohli sami regulovat hladinu jezerní vody (na Plešném jezeře

až o 3 m) a využít jí v lesním hospodářství. Dnes patří Schwanzemberský kanál, unikátní technické dílo, mezi Národní kulturní památky. Ačkoli tato díla lidem usnadnila práci, pro krajinu představovala spíše zátěž. V oblasti Plešného jezera docházelo ke kácení lesních porostů a vznikaly holoseče, do kterých se opíral silný vítr a stromy vyvracel, to byla příležitost pro množení škůdců. Nevhodně založené smrkové monokultury společně s vichřicí, zapříčinili rozmnožením kůrovce a tím došlo vyvrcholení přírodní katastrofy tohoto území. Po natáčení pohádky Jezerní královna došlo k porušení hráze jezera a tím snížení hladiny, což mělo neblahý dopad na společenstvo šídlatky ostnovýtrusé (viz kapitola Biota jezer). I přes veškerou lidskou činnost se zachoval ucelený komplex vegetačních stupňů v okolí plešného jezera. V hůře dostupných místech se setkáme s přirozeným pralesem a subalpínskou vegetací, se kterou se naše ledovcová jezera pyšní. Okolí Trojmezné se stalo v r. 1933 Státní přírodní rezervací chránící Plešné jezero a okolní horský prales. Ačkoli byl přístup k jezeru razantně omezen, těžba stromů probíhala i nadále. Tím vznikl spor mezi Správou NP Šumava a obcemi okolního Lipna, které vyžadovaly vyjmutí smrčín z NP. Tomu se naštěstí nestalo (Svoboda, 2008). Dalším unikátem je Přírodní rezervace Královský hvozd, tedy oblast **okolí Černého a Čertova jezera**, která vznikla r. 1933. V těchto letech se jezerní vody využívaly pro výrobu elektřiny. Elektrárna stála v oblasti Hamru a je dosud funkční. V období druhé světové války byl přístup k jezerům zcela zakázán a po válce pak až do roku 1964. V tomtéž roce v jezerech probíhal potápěčský průzkum vysílající i Československá televize. Místo předpokládaných těl se ale našly tajné dokumenty z nacistických archivů, které zde měly být uloženy německou armádou. Konečný verdikt ale zněl, že tajné dokumenty byly umístěny do jezera Státní tajnou policií, a tím se přišlo na politický podvod. Z biologického hlediska se v jezerech našly unikáty. Na dně jezer potápěči spatřili zakonzervovaná pylová zrna lesních dřevin, díky kterým můžeme sledovat klimatické změny a s tím související druh vegetace v okolí jezer během posledních 10 000 let (Svoboda, 2008). Oblast Černého jezera inspirovala i řadu umělců jako např. Antonína Dvořáka, jehož cyklus Ze Šumavy začíná dílem U Černého jezera nebo známého spisovatele Jaroslava Vrchlického, autora díla Černé jezero (Vočadlová, 2006-2007).

4.2.3 Stručná charakteristika jednotlivých jezer

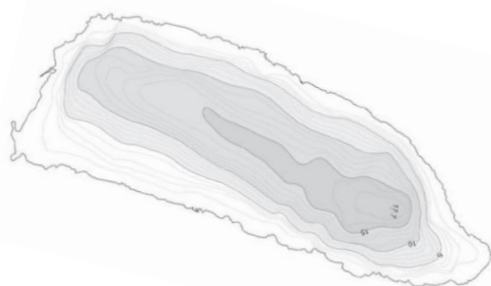
4.2.3.1 Plešné jezero

Plešné jezero o rozloze 7,2 ha, se nachází na severovýchodních svazích Plechého (nejvýše položeného místa Šumavy) ve výšce 1084 m. n. m. (Svoboda, 2008; Šobr a Janský, 2016). Typickou horninou v oblasti Plešného jezera jsou granitoidy. Na břehu jezera se dříve nacházely velké ploché balvany, jeden z důvodů, proč se mu říkalo Plöckensteinské (balvanité) jezero. Typické pro okolí Plešného jezera je kamenné moře, vzniklé mrazovým zvětráváním. Jezero je zásobováno vodou převážně podzemními přítoky a několika menších pramenících v jezerní stěně jezera (Svoboda, 2008). Během natáčení pohádky Jezerní královna došlo k poškození populace šídlatky ostnovýtrusé (glaciálního reliktu), nacházejícím se v České republice jen tady na Plešném jezeře. Jedná se o velice cenné území naší republiky jak ekologicky tak vědecky. I přes neustálou činnost člověka se na Plešném jezeře projevuje nejméně, a to je jeden z hlavních důvodů, proč si lesní porosty zachovaly svou přirozenou druhovou skladbu (Zelenková a Vrba, 2013).

Obrázek 2: Letecký snímek Plešného jezera (foto převzato z Znachor)



Obrázek 1: Batymetrická mapa Plešného jezera (foto převzato z Šobr a Janský, 2016)



4.2.3.2 Jezero Laka

Jezero Laka, někdy nazývané Pleso o rozloze 2,5 ha, patří mezi naše nejmenší ledovcové jezera. Je položené na severovýchodních svazích Plesné ve výšce 1084,9 m. n. m. a je součástí I. zóny NP Šumava (Svoboda, 2008; Zelenková a Vrba, 2013; Šobr a

Janský, 2016). Jeho skalní podloží je tvořené pararulami, které jsou někdy prostoupené rulami a svory. Typické pro jezero Laka jsou plavoucí ostrůvky vzniklé kolísáním hladiny a oddělením a uvolněním rašelinových drnů ze dna a přítokové oblasti pobřeží, které se neustále zvětšují a pokrývají přibližně 9% rozlohy jezera. Jezero má vyšší průtočnost, tím se rychleji snižuje kyselost jezera a zároveň se mění i společenstva (Svoboda, 2008). Dříve se zde hojně vyskytovali pstruzi. Dnes velké druhy bezobratlých jako např. vážky, střechatky,... tak i malí obratlovci (Zelenková a Vrba, 2013). V období těžby dřeva sloužilo jako akumulací nádrž a voda z jezera byla přiváděna ke sklářským hutím na Hůrce. Laka inspirovala i některé umělce jako např. Karla Klostermanna v díle Skláři a v okolí Laky se natáčel známý film Divá Bára (Svoboda, 2008).

Obrázek 4: Letecký snímek jezera Laka

(foto převzato z Znachor)



Obrázek 3: Batymetrická mapa jezera

Laka (foto převzato z Šobr a Janský, 2016)



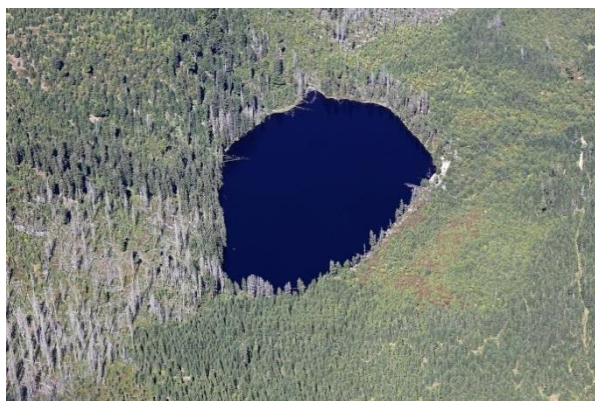
4.2.3.3 Prášílské jezero

Prášílské jezero o rozloze 4,2 ha se nachází na severovýchodním svahu Poledníku. Ve výšce 1079 m. n. m., patří do I. zóny NP Šumava (Svoboda, 2008; Šobr a Janský, 2016). Na vzniku jezera se nepodílel jen ledovec, ale též člověk, i když ne příliš pozitivně (viz výše). Ačkoli byla krajina zdevastovaná těžbou dřeva a později došlo k nahrazení původních porostů uměle vysazenými smrkovými monokulturami ovlivňovaných kůrovcem, na hůře dostupných místech se s přirozenými porosty setkat můžeme (Svoboda, 2008; Zelenková, 2013). Morénový val na zadní části karu patří k největším na Šumavě, vysoký je 10-15m a dlouhý 700m. Stěna nad jezerem je tvořená žulou a skalní podloží rulou a svory v některých místech přecházející v pararuly. Dno jezera je skalnatého typu s diluviálními sedimenty hlinitého písku a štěrku. Je napájené 6 přítoky pramenící v jezerní stěně. Ačkoli dříve bylo jezero

poměrně málo navštěvované, dnes naopak patří k jednomu z nejnavštěvovanějších míst Šumavy. Po druhé světové válce se v této oblasti nacházel vojenský prostor a pohraničí bylo střeženo vojáky. Po druhé světové válce byla několikrát navržena i likvidace blízké obce Prášily, ke které došlo jen částečně, a to zničením kostela a hřbitova. Nedaleko jezera se nachází také Stará jímka, bývalé ledovcové jezero, které postupem času zazemnilo (Svoboda, 2008).

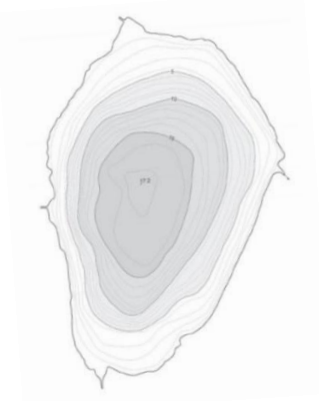
Obrázek 5: Letecký snímek Prášilského jezera

(foto převzato z Znachor)



Obrázek 6: Batymetrická mapa

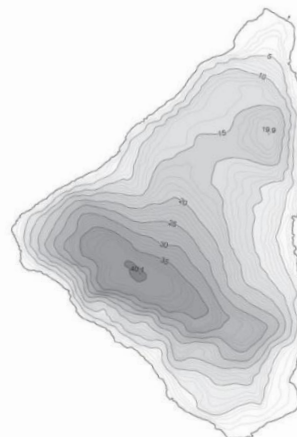
Prášilského jezera (foto převzato z Šobr a Janský, 2016)



4.2.3.4 Černé jezero

Černé jezero s rozlohou téměř 18,8 ha je největším, nejhlubším a zároveň nejnižše položeným jezerem Šumavy. Leží v nadmořské výšce 1007,5 m. n. m. na severovýchodních svazích Jezerní hory (Svoboda, 2008; Zelenková a Vrba, 2013; Šobr a Janský, 2016). S Čertovým jezerem tvoří Národní přírodní rezervaci Černé a Čertovo jezero, nacházející se v I. zóně Chráněné krajinné oblasti Šumava. Skalní podloží jezera je formováno převážně svory a rulou. Jedná se o jezero s malou průtočností. Na dně jezera je uložena až 17 m vysoká vrstva sedimentů tvořící půdu prospívající šídlatkám jezerním (glaciálním reliktnům těchto jezer). Na severozápadních svazích vznikla suťová pole a balvanité moře. Dříve byla voda jezera využívána pro plavení dřeva a lidé přečerpávali vodu z jezera pro hydroelektrárnu, fungující dodnes (Svoboda, 2008).

Obrázek 8: Letecký snímek Černého jezera (foto převzato z Znachor) **Obrázek 7: Batymetrická mapa Černého jezera** (foto převzato z Šobr a Janský, 2016)



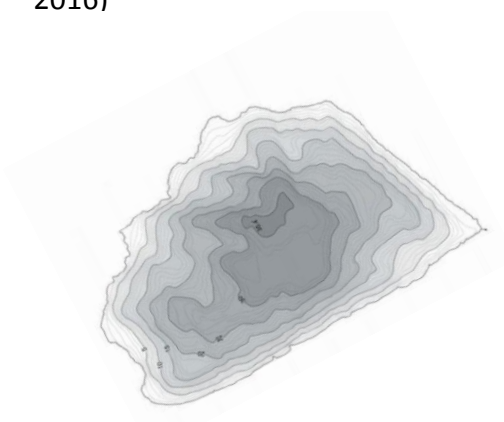
4.2.3.5 Čertovo jezero

Čertovo jezero o rozloze 10,7 ha, je jediné ze všech jezer ležících na šumavském rozvodí, jehož vody odtékají do povodí Dunaje (Zelenková a Vrba, 2013; Šobr a Janský, 2016). Leží v I. zóně Chráněné krajinné oblasti a společně s Černým jezerem tvoří Státní přírodní rezervaci Černé a Čertovo jezero. Nachází se na jihovýchodním svahu Jezerní hory ve výšce 1027,2 m. n. m. Skalní podloží jezera je tvořené svory, místy přecházejícími v pararuly. Dříve bylo jezero těžko přístupné, okolní svahy porůstaly pralesy a horské smíšené porosty nebo se vytvořily ostrůvky borové kleče. Po těžbě dřeva se ale ráz lesů změnil a dnes zde najdeme převážně různě staré smrkové porosty. Ve skalní stěně pramení dva, prozatím nepojmenované, jezerní přítoky. V období tání sněhu či prudkých příválů deště dochází ve skalní stěně k erozi půdy (Svoboda, 2008). Na dně jezera leží 1m vysoká vrstva sedimentů. Jedná se o jezero s nízkou průtočností, která má neblahý vliv na aciditu jezera. Černé jezero je uváděno jako nejkyselejší ze všech výše zmiňovaných jezer a tím je ovlivněn i život v něm. Během silné acidifikace došlo ke změně společenstev. Dnes v jezeře můžeme najít např. mikroskopické řasy a sinice, vláknité bakterie a prvoky (Svoboda, 2008; Zelenková a Vrba, 2013).

Obrázek 10: Letecký snímek Čertova jezera (foto převzato z Znachor)



Obrázek 9: Batymetrická mapa Černého jezera (foto převzato z Šobr a Janský, 2016)



Tabulka 2: Jezera v číslech. Převzato a upraveno z Šobr a Janský (2016); Zelenková a Vrba (2013)

| jezero | Plešné | Prášílské | Laka | Čertovo | Černé |
|----------------------------------|--------|-----------|--------|---------|---------|
| Nadmořská výška (m) | 1087,0 | 1079,0 | 1084,9 | 1027,2 | 1007,5 |
| Plocha jezera (m ²) | 72320 | 42044 | 25771 | 107409 | 187929 |
| Objem vody (m ³) | 553338 | 349920 | 48819 | 1859019 | 2924775 |
| Max. hloubka (m) | 17,7 | 17,2 | 3,5 | 35,4 | 40,1 |
| Plocha povodí (km ²) | 0,67 | 0,65 | 1,02 | 0,89 | 1,24 |
| Doba držení vody (dny) | 277 | 157 | 14 | 587 | 661 |
| Aktuální pH* | 5,4 | 5,3 | 6,2 | 4,8 | 5,0 |

*Typická letní hodnota

4.3 Stručná historie výzkumu jezer

Národní parky jsou lokality dlouhodobých výzkumů a Šumava se od ostatních nijak neliší (Europas wildes herz, 2013). O šumavská jezera jeví vědci zájem už více jak 100 let (Vrba et al., 2016). Hlavním důvodem je např. ochrana a sledování vzácných druhů daných lokalit. Výzkumná práce je také součástí profesionální péče o tato vzácná místa (Europas wildes herz, 2013).

O výzkum původu ledovcových jezer se poprvé pokusil prof. J. Partsch v letech 1880-1882 a později pak F. Bayberg, který Partschovy teorie potvrdil (Svoboda, 2008). V letech 1871-1872 probíhal jeden z prvních hydrobiologických výzkumů na všech šumavských jezerech, pod vedením A. Friče a B. Hellicha

11: Odběr zooplanktonu na Plešném jezeře (foto převzato z Hruška et. al., 2013).

(Zelenková a Vrba, 2013; Vrba et. al., 2003). Jednalo se tehdy o nejrozsáhlejší limnologickou studii zabývající se procesy povodí jezer, chemismu vody a života v jezerech. Byla nalezena řada planktonních korýšů a tím bylo možné



porovnat vzájemně vzorky nálezů z jednotlivých jezer (Svoboda, 2008). Jejich výsledky byly klíčové pro porovnání dat v období nastávající acidifikace (Kopáček, 2018). Další bádání zabývající se zooplanktonem jezer, probíhající v období 1892-1896, přineslo zprávy o úbytku některých planktonních živočichů (Svoboda, 2008). V 90. letech 19. stol. pak A. Frič společně s B. Hellichem a V. Vávrou postavili přenosnou zoologickou laboratoř na březích Černého jezera, která jim pomáhala v dalším terénním výzkumu, probíhající právě v oblasti Černého a Čertova jezera. Své výsledky publikovali v knize: *Výzkumy zvířeny ve vodách českých* (Zelenková, 2002; Zelenková a Vrba, 2013). Od r. 1896 pak Frič a Vávra prováděli komplexní ekologický výzkum, jehož součástí byl i zájem o rybí predaci a její vliv na zooplankton. První batymetrická měření provedli A. Frič a V. Vávra v letech 1893-1895. Jejich trojrozměrné modely jezer jsou dnes

vystavené v Národním muzeu v Praze (Svoboda, 2008). Jezera lákala i geografa P. Wagnera, který se jimi zabýval v r. 1896 (Vrba et al., 2003). Dr. V. Švampera poprvé prováděl systematický výzkum v letech 1903 - 1914. Původní výsledky aktualizoval a doplnil je o limnologická data a batymetrické mapy. Práci nakonec publikoval v *Rozpravách české Akademie císaře Františka Josefa* (Svoboda, 2008). První světová válka výzkum jezer zcela utlumila. Znovu započal až v druhé polovině 30. let 20. stol. a to především na Černém jezeře. Krátký výzkum prof. Šámala netrval příliš dlouho kvůli nastávající druhé světové válce, ale výsledky zaznamenali O. a M. Jírovci, kteří zkoumali chemismus vody před acidifikací (Vrba et al., 2003). Dohady, o zalednění Šumavy, nakonec utlumil geomorfolog Dr. A. Rathsburg. Svým výzkumem prokázal lokální a karové zalednění a vyvrátil tím Priehäuserovu teorii souvislé ledové vrstvy. Dlouho byly vedeny spory o vznik ledovcových jezer Šumavy. Potvrdilo se, že ledovce vznikly lokálním karovým zaledněním. Této problematice se věnoval jako první geomorfolog A. Rathsburg v letech 1928-1931 (Svoboda, 2008).

V období druhé světové války byl výzkum jezer minimální. Druhá polovina 50. let byla významná pro entomology, kteří intenzivně zkoumali vodní hmyz. Počátkem 60. let započal limnologický výzkum šumavských jezer pod vedením J. Hrbáčka, který zaznamenal počátek acidifikace a úbytek zooplanktonu (Vrba et al., 2003). V roce 1964 byl prováděn průzkum na Černém, Čertovu a Plešném jezeře při natáčení televizního pořadu „Zvědavá kamera“, při němž byla mj. zaznamenána největší průhlednost vody v Černém jezeře, a to cca 15m, naopak v Plešném jezeře byla zaznamenána nejmenší průhlednost vody (Hruška, 1979). J. Fott a J. Veselý se začali zabývat problematikou kyselých dešťů v 70. - 80. letech 20. stol, se kterou ubývání zooplanktonních druhů úzce souviselo (Zelenková a Vrba, 2013). Jejich výsledky zaznamenávají schopnost zotavení z kyselé depozice, pochopení biochemických cyklů prvků, uvědomit si problémy způsobené velkoplošnými lesními disturbancemi (Kopáček, 2018). E. Břízová se intenzivně věnovala v letech 1991-1996 palynologickému výzkumu. Zaznamenané výsledky mapují změny klimatu a vegetace od 3400 př. n. l. až po 1600 n. l. (Svoboda, 2008).

Současný výzkum probíhá i intenzivně od r. 1997 zejm. díky Hydrobiologickému ústavu AV ČR a Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. V jeho čele stojí J. Kopáček, J. Vrba a jsou v něm zapojeni i desítky dalších badatelů. (Svoboda, 2008; Zelenková, 2013). V r. 1999 byl zahájen geomorfologický výzkum Prášílského jezera (Mentlík, 2002). Nejintenzivnější výzkum probíhá na dvou jezerech, Černém a Plešném, kam byly instalovány klimatické a hydrologické stanice. Jejich záznamy měří množství živin a toxických prvků kolující mezi atmosférou, povodím jezerem (Kopáček a Vrba). Nejnovější studie týkající se vzniku jezer, zahájili v letech 1994-2003 B. Jánský, M. Šobr, J. Kocum a J. Česák, kteří mapovali jezera na české straně Šumavy (Svoboda, 2008). Od r. 2003 se připojila M. Čtvrtlíková výzkumem populací šídlatek v jezerech Černém a Plešném jezeře (Kopáček, 2018). Od r 2008 probíhá monitoring lesních ekosystémů, které se zotavují z kůrovcové kalamity a orkánu Kyril. Stejně tak probíhá monitoring teplotních, srážkových a větrných poměrů na Šumavě. K tomu nám slouží mezoklimatická a hydrologická stanice na Churáňově (Europas wildes herz, 2013).

V současnosti jsou jezera součástí studie LTER (Long –Term Ecological Research), která se zabývá globálními změnami (Zelenková a Vrba, 20013). V budoucnu by se měl výzkum provádět hlavně na Plešném jezeře, v jehož okolí roste přirozenou cestou nový les. Kopáček a Vrba předpokládají, že se jedná o místo dlouhodobého ekologického výzkumu, který by mohl odpovědět na otázky týkající se přirozené obnovy lesa a globálních změn (Kopáček a Vrba).

4.4 Biota jezer – zběžná charakteristika

4.4.1 Charakteristika společenstev

V oblasti šumavských jezer se můžeme setkat s několika druhy společenstev, o některých se níže zmíním. Lesní společenstva rozlišujeme na 3 základní stupně, které mezi sebou postupně přecházejí. Jedná se o květnaté bučiny, acidofilní bučiny a klimatické smrčiny. Ve všech stupních se nejčastěji vyskytují dřeviny jako jedle bělokorá (*Abies alba*), buk lesní (*Quercus robur*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), smrk ztepilý (*Picea abies*) (Svoboda, 2008).

Nižší vegetace samotných vod jezer zahrnuje společenstev více. V teplejších a mělčích jezerech jako je jezero Laka můžeme nalézt **společenstva ponořených rostlin**. Ačkoli se jezero Laka nachází ve vyšší nadmořské výšce oproti Velkému a Malému Javorskému jezeru v Bavorském lese, někteří zástupci se vyskytují i u nás, i když ne v tak hojném zastoupení. Nejčastěji to bývá síťina cibulkatá (*Juncus bulbosus*) a zblochan vzplývavý (*Glyceria fluitans*), vzácně můžeme narazit na bublinatku menší (*Utricularia minor*). Stulík žlutý (*Nuphar lutea*) se u nás nevyskytuje, avšak v Bavorsku ho nalezneme na obou Javorských jezerech. Významným společenstvem na dně Plešného a Černého jezera je **společenstvo šídlatek**, kterým se podrobně zabývám v následující kapitole: Vzácné, chráněné a ohrožené druhy. Na okrajích jezer, mělčinách a v okolí jezerních přítoků se **vyskytují společenstva ostřic a rašeliníků**. Typickými zástupci je znovu zmiňovaný zblochan vzplývavý (*Glyceria fluitans*). V nezpevněných substrátech narazíme na d'áblík bahenní (*Calla palustris*), velice dekorativní rostlinu patřící mezi přísně chráněné druhy naší flory. Dříve sbíraná vachta trojlístá (*Menyanthes trifoliata*) jako léčivka patří v dnešní době také k přísně chráněnému druhu naší flory a jinak tomu není ani u ohrožené mochny bahenní (*Potentilla palustris*) a blatnice bahenní (*Scheuchzeria palustris*) vyskytující se převážně v arktických oblastech. Dříve vyskytující se kapradiník bažinný (*Thelypteris palustris*), v lokalitách jezer nebyl dlouho zaznamenán. Dominantní druhy **společenstva vysokých ostřic**, podílející se na zarůstání vodní hladiny jsou především ostřice zobánkatá (*Carex rostrata*) a ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*), vzácně narazíme na ostřici plstnatou (*Carex tomentosa*), ostřici štíhlou (*Carex acuta*) nebo ostřici říznou (*Carex acuta*).

Posledním zmiňovaným společenstvem, je **společenstvo rašelinné**, které neustále zarůstá jezera v závislosti na charakteru jezerních vod. Pro přechodová rašeliniště jsou typické druhy jako rašelíník křivolistý (*Sphagnum fallax*) nebo rašelíník ostrolistý (*Sphagnum capillifolium*). Na písčitých podkladech narazíme na různé druhy játrovek jako je srpnatka fermežová (*Drepanocladus vernicosus*), srpnatka bezkruhá (*Drepanocladus exannulatus*) nebo vzácnější druhy jako rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*) a plavuňka zaplavovaná (*Lycopodiella inundata*), hrotnosemenka bílá (*Rhynchospora alba*) patří mezi silně ohrožené druhy tohoto společenstva. Rašeliniště vrcholovištního typu tvoří převážně rašelíníky. Nejčastěji potom rašelíník prostřední (*Sphagnum magellanicum*), rašelíník křivolistý (*Sphagnum fallax*), rašelíník bodlavý (*Sphagnum cuspidatum*) nebo rašelinné keříčky klivky bahenní (*Oxycoccus palustris*), kyhanky sivolisté (*Andromeda polifolia*) či vlochyně bahenní (*Vacinium uliginosum*) (Svoboda, 2008).

4.4.2 Flóra

Vegetace šumavských jezer je poměrně pestrá. Najdeme zde velké množství typicky šumavských rostlin včetně rostlin chráněných.

Jedněmi z nejsledovanějších druhů jsou šídlatka ostnovýtrusá (Plešné jezero) a šídlatka jezerní (Černé jezero), které najdeme v ČR pouze na těchto dvou stanovištích. Jedná se o prastaré plavuně rostoucí na dně jezer. Populace šídlatek je silně ohrožená díky acidifikaci, která jim neumožňuje se rozmnožovat (Čtvrtlíková, 2004, 2016a, 2016b). Více podrobností o šídlatkách je uvedeno v kapitole Vzácné, chráněné a ohrožené druhy. Dalším glaciálním reliktem stejně jako šídlatky je zevar úzkolistý. Jedná se o jednoděložnou rostlinu vyhledávající bažinatá až vodní stanoviště (Anonymus D, 2017). Dlouho se nepodařilo tento druh v jezerech najít, a tak byl prohlášen v České republice za vyhynulý. V roce 2005 byl ale znovu objeven v Plešném jezeře, předpokládá se, že přečkával nepříznivé období v podobě semenných bank. Tyto dva vzácné druhy nikde jinde v České republice nenajdeme, přirozenými stanovišti jim jsou skandinávská jezera, mající stejné prostředí jako jezera šumavská (Anonymus C, Akademie věd české republiky- informační tabule na Plešném jezeře, rok není psán).

Fytoplankton jednotlivých jezer se svou druhovou kompozicí podobá. Je v něm zastoupeno cca 22-25 druhů. Převažují pohyblivé formy řas, ale setkat se můžeme i se stádií nepohyblivými (Vrba, 2002). To, že je fytoplankton v některých jezerech hojně zastoupen, můžeme spatřit pouhým okem na Plešném jezeře (Vrba, 2003). Na jezerních stěnách se často objevují řasy *Gloeocapsopsis magma* a *Gleotheca rupestris* nebo některé druhy sinic, převážně *Cyanothece aeruginosa* nebo *Klebsormidium faecidum*. Dominantními řasami v jezeře Laka jsou *Batrachospermum vagum* a *Lamnea fluviatilis*. Spadlé dřevo v jezeře je domovem *Binuclearia tectorum* a oblast břehů ukrývá např. krásivky a sinice *Cyanothece aeruginosa*, časté jsou taktéž různé druhy obrněnek a zlativek (Anděra et al., 2003).

Obrázek 12: Sítina cibulkatá (*Juncus bulbosus*) (foto převzato z Ziarnek, 2013)



Karové stěny obklopující jezera jsou tvořeny převážně smrkovým porostem, kde dominuje smrk ztepilý (*Picea abies*) a v menším zastoupení i borovice kleč (*Pinus mugo*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*) (Jonášová, 2013). Na holinách vniklých vlivem kůrovce, můžeme spatřit břízu bělokorou (*Betula pendula*), vrbu palistou (*Salix appendiculata*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) nebo topol osika (*Populus tremula*), jehož počet se díky okusu značně zredukoval (Anděra et al., 2003; Jonášová, 2013).

Bylinné patro bylo velmi ovlivněno vznikem jezer. Proto není divu, že se na Šumavě setkáme s arktoalpínskými druhy jako např. sítinou trojklannou (*Juncus trifidus*), suchopýrkem trsnatým (*Trichophorum cespitosum*), suchopýrkem alpským (*Trichophorum alpinum*), ostřicí bažinnou (*Carex limosa*) aj. Taktéž je zde velké zastoupení bylin subalpínského typu, např: psineček skalní (*Agrostis rupestris*), hořec panonský (*Gentiana pannonica*), dřípatka horská (*Soldanella montana*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), podbělice alpská (*Homogyne alpina*), vrbovka nicí (*Epilobium nutans*), rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), sítina cibulkatá

(*Juncus bulbosus*), tuřice šedavá (*Carex canescens*), plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum*), papratka horská (*Athyrium distentifolium*) a mnoho dalších (Jonášová, 2013; Hofhanzlová, 2006; Anonymus A, B). Skalnatá stanoviště navíc porůstán silenka nadmutá (*Silene vulgaris*), metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*) a vranec jedlový (*Huperzia selago*). Plešné jezero je unikátním stanovištěm Čarovníku alpského (*Circaea alpina*), Kyčelnice devítilisté (*Cardamine enneaphyllos*) a Pryskeřníku omějolistého (*Ranunculus aconitifolius*), který se v ostatních jezerech nenachází. Podobně je na tom jezero Laka, kde roste Kakost lesní (*Geranium sylvaticum*), Koprniček bezobalný (*Ligusticum mutellina*), Oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*) a šťovík áranolistý (*Rumex arifolius*), na ostatních šumavských jezerech se s nimi neseťkáme (Svoboda, 2008). Naopak brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), papratka horská (*Athyrium distentifolium*), pernatce horský (*Lastrea limbosperma*) a bika lesní (*Luzula sylvatica*) se vyskytují u všech jezer (Anděra et al., 2003).

Vegetace ostrůvků jezera Laka je porostlá převážně ostřicí zobánkatou (*Carex rostrata*) a šedavou (*Carex canescens*) společně s rašeliníky. Často se nedaleko nich objeví sítina cibulkatá (*Juncus bulbosus*) nebo vzácnější druhy jako suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*), klikva bahenní (*Vaccinium oxycoccos*), kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*) nebo nenápadná orchidej měkkyně bahenní (*Malaxis paludosa*) (Zelenková, 2013). Jezerní přítok je lemován zlochanem vzplývavým (*Glyceria fluitans*). Bahnitý substrát vyhovuje také zábělníku bahennímu (*Potentilla palustris*), bublinatce menší (*Utricularia minor*) nebo ostřicí obecné (*Carex nigra*). Na své přichází i rašelinná vegetace na březích jezera nebo součástí plovoucích ostrůvků. Často můžeme spatřit violku bahenní (*Viola palustris*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*), suchopýrek trsnatý (*Trichophorum cespitosum*) aj. (Svoboda, 2008).

Utváření vhodných podmínek zapříčinilo i velkou početnost druhů mechorostů a lišejníků. V oblasti Černého a Plešného jezera se nachází okolo 350 druhů lišejníků, cca 460 druhů mechorostů a 150 druhů hub. Celkově je Šumava, co se týče početnosti druhů nejbohatším místem v celé České republice. Nejvýznamnější bryologické lokality na Šumavě jsou oblasti Plešného, Černého a Čertova jezera. Hojně zastoupená je např.

svojnice nadmutá (*Gymnocolea inflata*), polanka drobná (*Anastrophyllum minutum*), obrutka vykrojená (*Marsupella emarginata*), vršatka Taylorová (*Mylia taylorii*), hyčovka lámavá (*Dicranodontium denudatum*) aj. Můžeme si povšimnout mechorostů typických pro suťové pole jako např. štěrbovka skalní (*Andreaea rupestris*), dvouhrotec chvostnatý (*Dicarnum scoparium*), trávník Schreberův (*Pleurozium schreberi*), dvouhrotcovka lámavá (*Dicranodontium denudatum*). Na stěnách jezerního karu se taktéž rozrůstá játrovka křížovka alpská (*Lophozia sudetica*). Unikátním druhem mechů je lesklec sourubkovitý (*Plagiothecium neckeroideum*) a pruhovka vroubkovaná (*Rhabdoweisia crenulata*). Ani jeden z těchto dvou druhů se nenachází jinde v ČR (Anděra et al., 2003; Mikulášová, 2008). Některé najdeme dokonce i pod vodní hladinou, převážně to bývají různé druhy rašeliníků (Zelenková, 2013).

Vlivem znečištění a špatného lesního hospodaření se zmenšila i druhová pestrost lišejníků. Často je řadíme do kategorie chráněných druhů. Aktuální podmínky na Šumavě jim často zamezují přirozeně se rozšířit, ale setkáme se i s acidofilními druhy, kterým kyselé prostředí vyhovuje. I přesto, že již některé druhy vyhynuly, stále je pro lichenology Šumava atraktivní pro další výzkumy (Anděra a Zavřel, 2003). Často se jedná o druhy severské, jako příklad můžeme uvést krevnatec věterní (*Ophioparma ventosa*), paličkovec křehký (*Sphaerophorus fragilis*), šídlovec kůstkovitý (*Thamnolia vermicularis*), tak i o druhy teplomilnější jako např. ledviník pěkný (*Nephroma bellum*) (Zelenková, 2013). V původních klimatických lesích se často objevuje terčovka smrková (*Hypogymnia bitteri*) nebo terčovka pomoučená (*Hypogymnia farinacea*), paličkovec korálovitý (*Sphaerophorus globosus*), provazovka tlustovousá (*Usnea filipendula*) a mnoho dalších druhů typických pro tyto stanoviště. Jezerní kar porůstají taktéž lišejníky skal a kamenných moří. Dle Anděry se jedná o „lišejníkový ráj“, co se diverzity týče. Holá skála se stává extrémním, ale zároveň pro lišejníky ideálním stanovištěm. Vyskytují se zde druhy pupkovek jako např. pupkovka srstnatá (*Umbilicaria hirsuta*), pupkovka puchýřnatá (*Lasallia pustulata*), některé druhy terčovek jako např. terčovka smoločerná (*Parmelia stygia*), terčovka skalní (*Parmelia saxatilis*), druhy dutohlávek jako např. dutohlávka lesní (*Cladonia arbuscula*), dutohlávka sobí (*Cladonia rangiferina*) a mnoho dalších druhů (Anděra et al., 2003).

4.4.3 Fauna

Společně s přeměnou jezer v čase se měnil i výskyt živočišných druhů. Největší změnu zaznamenáváme za posledních několika desítek let, kdy došlo k silné acidifikaci jezer, se kterou souvisí redukce populací či dokonce vymizení některých druhů.

Pokud budeme sledovat živočichy žijící v jezerních vodách, došlo během několika let k velkým změnám a to díky silnému okyselení vodstva a půdy v okolí jezer. Tyto faktory měly negativní až fatální následek pro některé živočišné druhy (Vrba, 2003).

Acidifikace ovlivnila zastoupení drobných živočichů tvořící zooplankton, společenstvo drobných živočichů vznášející se ve vodním sloupci a dosahující délky okolo 1-2 mm (Zelenková, 2013). Příkladem mohou být drobní korýši, jako jsou perloočky a klanonožci (Hruška a Majer, 2009; Hruška, 2013). První hydrobiologický výzkum byl uskutečněn před 130 lety, kde byla popsána druhová diverzita zooplanktonu a negativní vliv okyselení

jezer. Nejbohatší nálezy obsahovala jezera Čertovo, Černé (na české straně) a Velké Javorské (na německé straně) naopak na tom byla jezera Plešné a Laka. Podle výsledků můžeme tvrdit, že druhová diverzita jezer se markantně snížila. Z jezer mizí nosatička severská (*Bosmina longispina*), hrbatka jezerní (*Holopedium gibberum*) nebo vznášivka horská (*Acanthodiaptomus denticornis*)

(Vrba, 2003). I přes negativní výsledky úbytku druhů zooplanktonu v jezerech, přišla pozitivní zpráva z jezera Laka, kde i přes silné okyselení přežila buchanka hlubinná (*Cyclops abyssorum*) s hrotnatkou jezerní (*Daphnia cucullata*) (Vrba, 2003). Díky snaze zotavení jezer dochází k návratu či namnožení některých druhů, které přečkaly nepříznivé podmínky v malých počtech, aby nevyhynuly. Jako příklad můžeme uvést skákavku rybníční (*Heterocope saliens*), Buchanku hlubinnou (*Cyclops abyssorum*),

Obrázek 13: Břichatka jezerní (*Ceriodaphnia quadrangula*) (foto převzato z Tapdiqova, 2018)



břichatku jezerní (*Ceriodaphnia. quadrangula*), hrotnatku průsvitnou (*Daphnia longispina*), jepici podvečrní (*L. vespertina*) či různé druhy pošvatek (Vrba, 2003). Velké množství perlooček a klanonožců je koncentrováno v litorálech jezer. Ze známých klanonožců mohu jmenovat buchanku černou (*Macrocylops fuscuc*), buchanku zoubkovanou (*Eucyclops serrulatus*) nebo buchanku obecnou (*Cyclops strenuus*) (Anděra et al., 2003).

Tabulka 3: Významní zástupci zooplanktonu šumavských jezer, kteří přežili acidifikaci. Převzato a upraveno z Vrba et al. (2003) a Fott et al.(2001)

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| Břichatka jezerní (<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>) | X | | | | X |
| Hrotnatka průsvitná (<i>Daphnia longispina</i>) | | | | | X |
| Velkoočka slatinná (<i>Polyphemus pediculus</i>) | | | | | X |
| Buchanka hlubinná (<i>Cyclops abyssorum</i>) | | | | X | |
| Skákavka rybniční (<i>Heterocope saliens</i>) | | | X | | |

Další, návštěvníkem vcelku opomíjenou skupinou, je vodní hmyz. V celoevropském měřítku jsou šumavská jezera velmi druhově bohatou lokalitou. Do nejvýznamnějších skupin vodního hmyzu řadíme jepice, vážky, pošvatky, ploštice, chrostíci, vodní brouky a dvoukřídlí hmyz. Veškerí zástupci Jednotlivých skupin jsou zaznamenány v tab. 1-7 (Soldán et al., 2012). Vodní hmyz je důležitou částí ekosystému a podílí se na samočištění jezerních vod a je součástí potravního řetězce (Anděra et al., 2003).

V šumavských jezerech můžeme nalézt v rámci celorepublikového měřítko cca 18% druhů jepic. Druhově nejbohatším místem je jezero Laka s 13 zástupci. Ačkoli jsou jepice citlivé na kyselé prostředí, v jezerech se jich nalézají poměrně dost. Nejvíce acidotolerantním druhem je *Leptophlebia vespertina* obývajícím všechna jezera stejně

jako jeden z nejpočetnějších druhů *Siphonurus lacustris*, *Habrophlebia lauta* a *Baetis alpinus* patří naopak k zástupcům citlivé na aciditu jezer. Vážky jsou skupinou, která nebyla ovlivněna tolik jako jiné biotopy. Typickým zástupcem ve všech jezerech je šídlo modré (*Aeshna cyanea*), naopak jedinou lokalitou šidélka malého (*Ischnura pumilio*) je jezero Laka. Mezi acidotolerantní organismy můžeme zařadit pošvatky. Jejich druhová pestrost v jezerech tvoří cca 32% celkového bohatství v České republice. Nejzajímavější lokalitou shledávám v jezeře Laka, které je ze všech našich jezer druhově nejbohatší (celkem 23). Nedávné výzkumy se zabývaly i vodními plošticemi, jejichž druhové bohatství tvoří neuvěřitelných 88% z celé Šumavy. Do běžných druhů můžeme zařadit např. bruslařku obecnou (*Gerris lacustris*) nebo *Gerris odontogaster* nacházející se ve všech pěti jezerech. Dalším známým a velice hojným druhem je klešťanka horská (*Glaenocorisa propinqua*). Většina druhů chrostíků obývá přítoky a odtoky jezer (celkem 32). Nejčastěji to bývá *Plectrocnemia conspersa*, chrostík chlupatý (*Chaetopteryx villosa*) nebo *Rhyacophila* spp. Snadno nalezneme i hojné *Oligotricha striata* nebo *Phryganea bipunctata*. Druhové bohatství vodních brouků jezer je srovnatelná s jezery oligotrofními. Jejich podrobný výzkum probíhal před cca deseti lety. Většina vodních brouků je odolná vůči kyselému prostředí, nebo jsou dokonce řazena mezi acidofilní organismy. Často se setkáme např. s *Hydroporus memnonius*, *Hydroporus tristis* nebo s velmi hojným potápníčkem bahenním (*Hydroporus palustris*). Poslední výše zmiňovanou skupinou je dvoukřídlý hmyz. Jejich výskyt převažuje zejména v zóně přítoků a odtoků jezer. Např. *Tanytarsus buchonius*, *Phaenopsectra flavipes* a *Chironomus* spp. obývají všechna šumavská jezera (Soldán et al., 2012). V Jezeře Laka můžeme v masách nalézt dravé larvy dvoukřídlého hmyzu- koreter, které nemají přirozeného predátora a tím se snižují i množství zooplanktonu v jezeře (Zelenková, 2013).

Tabulka 4: Nalezené druhy jepic v šumavských jezerech v letech 1897-2010. Převzato a upraveno z Soldán et al., (2012).

Legenda: Tabulka 4-10 zobrazuje výskyt jednotlivých druhů vodního hmyzu v šumavských jezerech (J), odtocích (O), přítocích (P). Poslední řádek zobrazuje celkový počet druhů v jednotlivých jezerech.

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| jepice horská (<i>Ameletus inopinatus</i> Eaton) | J, O | | J | J | P, J |
| <i>Siphonurus (Siphonurus) aestivalis</i> | | | | | J |
| <i>Siphonurus (Siphonurus) lacustris</i> | J | J | J | J | J |
| <i>Siphonurus (Siphurella) alternatus</i> | | | J | J | J |
| <i>Cloë</i> | J | | | | |
| jepice dvoukřídlá (<i>Cloeon dipterum</i>) | J | | | | J |
| <i>Baetis (Baetis) alpinus</i> | P | O | | | |
| <i>Baetis (Baetis) vernus</i> | | | | O | J, O |
| <i>Ecdyonurus cf. austriacus</i> | | O | | | |
| <i>Ecdyonurus silvaegabretae</i> | | | | | O |
| <i>Rhithrogena iridina</i> | | | | | P, O |
| <i>Rhithrogena loyolae</i> | | | | | O |
| <i>Leptophlebia marginata</i> | | | | | J, O |
| <i>Leptophlebia vespertina</i> | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, O |
| <i>Habrophlebia lauta</i> | O | | | | O |
| <i>Ephemerella mucronata</i> | | | | | O |
| | 7 | 4 | 4 | 5 | 13 |

Tabulka 5: Nalezené druhy vážek v šumavských jezerech v letech 1892-2010.

Převzato a upraveno z Soldán et al. (2012)

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| šídlatka páskovaná (<i>Lestes sponsa</i>) | | | | J | J |
| šidélko ruměnné <i>Pyrrhosoma nymphula nymphula</i> | J | J, O | J | J, O | J, O |
| šidélko kopovité (<i>Coenagrion hastulatum</i>) | | | J, O | | |
| šidélko kroužkované (<i>nallagma cyathigerum</i>) | | | | J | J |
| šidélko větší (<i>schnura elegans elegans</i>) | J | J | J | J | |
| šidélko malé (<i>Ischnura pumilio</i>) | | | J | | |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Ischnura sp.</i> | J | | | | |
| šídlo horské (<i>Aeshna caerulea</i>) | | | J | J | |
| šídlo modré (<i>Aeshna cyanea</i>) | J, O, P | J, O | J, P, O | J, O | J |
| šídlo velké (<i>Aeshna grandis</i>) | | | J | | |
| šídlo sítinové (<i>Aeshna juncea</i>) | | | J | J | J |
| <i>Aeshna subarctica elisabethae</i> | J | | J | | |
| šídlo zelené (<i>Aeshna viridis</i>) | | O | | | |
| lesklice zelenavá (<i>Somatochlora metallica metallica</i>) | J | J | | J, O | J, O |
| vážka čtyčskvrnná (<i>Libellula quadrimaculata</i>) | | | J | | |
| <i>Libellula sp.</i> | J | | | | |
| vážka černořitná (<i>Orthetrum cancellatum</i>) | | | J | | |
| vážka čárkovaná (<i>Leucorrhinia dubia</i>) | J | | | | |
| | 8 | 5 | 11 | 8 | 6 |

Tabulka 6: Nalezené druhy pošvatek v šumavských jezerech v letech 1892-2010.

Převzato a upraveno z Soldán et al. (2012)

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|----------------------------------|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Perla sp.</i> | | J? | | | |
| <i>Diura bicaudata</i> | O | O | | P | P, O |
| <i>Isoperla sp.</i> | | | | | O |
| <i>Chloroperla tripunctata</i> | | O | | | |
| <i>Siphonoperla torrentium</i> | | | | O | O |
| <i>Brachyptera seticornis</i> | | | | P | |
| <i>Amphinemura standfussi</i> | | O | | P | P |
| <i>Amphinemura sulcicollis</i> | | P, O | | | P, O |
| <i>Amphinemura sp.</i> | O | | O | | P, O |
| <i>Nemoura avicularis</i> | J, P | J, P | | | |
| <i>Nemoura cambrica</i> | P | | | | |
| <i>Nemoura cinerea</i> | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, P, O |
| <i>Nemoura marginata</i> | | | O | J | |
| <i>Nemoura sp.</i> | J | | | | |
| <i>Nemurella pictetii</i> | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, O | J, O |
| <i>Protonemura auberti</i> | J, O | J, P, O | J | J, P, O | J, P, O |
| <i>Protonemura cf. lateralis</i> | | | | | P |
| <i>Protonemura hrabei</i> | | | | J | |
| <i>Protonemura intricata</i> | P | | | | O |
| <i>Protonemura meyeri</i> | | O | | | P |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--------------------------------|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Protonemura montana</i> | | | P | J | |
| <i>Capnia vidua</i> | J?, P | P | | | P |
| <i>Leuctra alpina</i> | | | P | | P |
| <i>Leuctra aurita</i> | | | | J | P |
| <i>Leuctra autumnalis</i> | | | O | | P |
| <i>Leuctra braueri</i> | | O | | | O |
| <i>Leuctra digitata</i> | | | J, P | J, O | J, P, O |
| <i>Leuctra fusca</i> | | | | J | |
| <i>Leuctra hippopus</i> | P | | | | |
| <i>Leuctra inermis</i> | P | | | | O |
| <i>Leuctra nigra</i> | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, P | J, P, O |
| <i>Leuctra pseudocingulata</i> | P, O | P, O | | P | P |
| <i>Leuctra pseudosignifera</i> | P | | | | |
| <i>Leuctra pusilla</i> | J, P | | J | J | J, P, O |
| <i>Leuctra rauscheri</i> | P | | | | O |
| | 17 | 14 | 11 | 17 | 23 |

Tabulka 7: Nalezené druhy ploštic v šumavských jezerech v letech 1848–2011.

Převzato a upraveno z Soldán et al.(2012)

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|---|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Nepa cinerea Linnaeus</i> | | | | | J |
| klešťanka rašelinná (<i>Cymatia bonsdorffii</i>) | | | | | J |
| klešťanka horská (<i>Glaenocorisa propinqua</i>) | | | J, O | J, O | J |
| <i>Callicorixa praeusta praeusta</i> | J | J | J | J | J |
| <i>Corixa dentipes Thomson</i> | | | J | J | J |
| klešťanka velká (<i>Corixa punctata</i>) | | | | | J |
| <i>Hesperocorixa sahlbergi</i> | J | J | J | J | J |
| <i>Paracorixa concinna concinna</i> | J | | J | J | |
| <i>Sigara (Pseudovermicorixa) nigrolineata nigrolineata</i> | J | J, O | J, O | J | J |
| <i>Sigara (Retrocorixa) limitata limitata</i> | | | | | J |
| <i>Sigara (Retrocorixa) semistriata</i> | | | J | J | J |
| <i>Sigara (Subsigara) distincta</i> | J | J | J | J | J |
| <i>Sigara (Subsigara) falleni</i> | J | J | J | J | J |
| <i>Sigara (Subsigara) fossarum</i> | J | J | J | J | J |
| <i>Sigara (Vermicorixa) lateralis</i> | J | | J | J | J |
| <i>Micronecta sp.</i> | J | | | | |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| klešťanka rybníční (<i>Micronecta (Dichaetonecta) scholtzi</i>) | J | | | | |
| bodule obecná (<i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i>) | | | | | J |
| znakoplavka obecná (<i>Notonecta (Notonecta) glauca glauca</i>) | J | J, O | J | J, O | J |
| znakoplavka žlutá (<i>Notonecta lutea</i>) | | | | | J |
| znakoplavka horská (<i>Notonecta reuteri reuteri</i>) | J | | | | |
| <i>Notonecta viridis</i> | J | | | | |
| člunovka obecná (<i>Plea minutissima minutissima</i>) | | | J | J | |
| vodoměrka drobná (<i>Hydrometra gracilentata</i>) | | | J | | |
| hladinatka rybníční (<i>Microvelia (Microvelia) reticulata</i>) | | | J | J | J |
| hladinatka člunohřbetá (<i>Velia (Plesiovelia) caprai caprai</i>) | J, P, O | P, O | O | P, O | J, P, O |
| bruslačka rybníční (<i>Aquarius paludum paludum</i>) | J | | J | | J |
| <i>Gerris (Gerris) argentatus</i> | | | J | | |
| bruslačka obecná (<i>Gerris (Gerris) lacustris</i>) | | J | J, O | | J, O |
| bruslačka severská (<i>Gerris (Gerriselloides) lateralis</i>) | | | J | | |
| <i>Gerris (Gerris) odontogaster</i> | J | | J | J | |
| bruslaška rzišovitá (<i>Limnoporus rufoscutellatus</i>) | | | J | | |
| | 17 | 10 | 22 | 16 | 22 |

Tabulka 8: Nalezené druhy chrostíků v šumavských jezerech v letech 1890–2010.

Převzato a upraveno z Soldán et al.(2012)

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|---------------------------------|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Rhyacophila dorsalis</i> | (J) | P | | | |
| <i>Rhyacophila cf. dorsalis</i> | | O | O | O | P, O |
| <i>Rhyacophila glareosa</i> | | | | P, O | P |
| <i>Rhyacophila obliterata</i> | | O | | (J) | O |
| <i>Rhyacophila praemorsa</i> | | P | | P | P |
| <i>Ptilocolepus granulatus</i> | | P | | | P |
| <i>Philopotamus ludificatus</i> | | | | P | P |
| <i>Philopotamus montanus</i> | | | | (J), O | |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášilské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Wormaldia occipitalis</i> | | O | | | |
| <i>Cyrnus flavidus</i> | J | | J | | |
| <i>Cyrnus trimaculatus</i> | J | | | | |
| <i>Holocentropus dubius</i> | | | | | J |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i> | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, P | P, O |
| <i>Plectrocnemia geniculata</i> | P | P | | P | |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> | | J | J, (O) | | |
| <i>Agrypnia varia</i> | J | J | J | J | J |
| <i>Oligotricha striata</i> | | | J, (O) | J, O | J |
| <i>Phryganea bipunctata</i> | J | J | J | J, (O) | J |
| <i>Phryganea</i> sp. (larva) | | (O) | | | |
| <i>Apatania fimbriata</i> | | | | P | P |
| <i>Drusus annulatus</i> | | | | P | P |
| <i>Drusus chrysotus</i> | P | | | | |
| <i>Drusus discolor</i> | P | P | | P, O | P |
| <i>Limnephilus centralis</i> | J, P | J | J, O | J, P | |
| <i>Limnephilus coenosus</i> | J | P | P | | |
| <i>Limnephilus lunatus</i> | | | | J | |
| <i>Limnephilus nigriceps</i> | | | | | J |
| Chrostík kosníkový (<i>Limnephilus rhombicus</i>) | J | J, P | J, (O) | J, (O) | J, (O) |
| <i>Limnephilus</i> sp. (larvae) | J | | | | |
| <i>Rhadicoleptus alpestris alpestris</i> | P | P | | | |
| <i>Chaetopterygopsis maclachlani</i> | P | P | | (J) | P |
| chrostík chlupatý (<i>Chaetopteryx villosa</i>) | J, P | J, P, O | P | J, P, O | J, P, O |
| <i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> | | P | P | P | O |
| <i>Psilopteryx psorosabohemosaxonica</i> | P | P | | (J), P | P |
| <i>Acrophylox zerberus</i> | P | | | | P, O |
| <i>Allogamus uncatus</i> | | | | | P |
| <i>Halesus rubricollis</i> | | | | | P |
| <i>Halesus</i> sp. (larva) | | | | | O |
| <i>Hydatophylax infumatus</i> | | | | | P, O |
| <i>Melampophylax nepos nepos</i> | | O | | | |
| <i>Micropterna nycterobia</i> | | | P | | |
| <i>Parachiona picicornis</i> | | P | | P | P |
| <i>Sericostoma</i> sp. (larva) | | | | | O |
| <i>Odontocerum albicorne</i> | | | | | (J), O |
| <i>Molanna nigra</i> | J | J, (O) | | J, (O) | |
| <i>Molannodes tinctus</i> | | | J, (O) | | J |
| <i>Mystacides azurea</i> | J | J, (O) | | | |
| | 18 | 23 | 14 | 23 | 30 |

Tabulka 9: Nalezené druhy vodních brouků v šumavských jezerech v letech 1871–2011. Převzato a upraveno z Soldán et al. (2012)

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Gyrinus (Gyrinus) substriatus</i> | J, O | J | | J, O | |
| <i>Haliplus (Haliplus) sibiricus</i> | | | | | J |
| plavčík žlutoštitý (<i>Haliplus (Liaphlus) flavicollis</i>) | | | J | J | |
| <i>Noterus clavicornis</i> | | | | J | |
| <i>Noterus crassicornis</i> | | | J | J | |
| <i>Deronectes latus</i> | J, P, O | J, O | J, O | P, O | |
| <i>Deronectes platynotus platynotus</i> | O | O | | | O |
| <i>Graptodytes pictus</i> | | | | J, O | |
| <i>Hydroglyphus geminus</i> | | | J | J | J |
| <i>Hydroporus erythrocephalus</i> | | | J, P | | |
| <i>Hydroporus ferrugineus</i> | | P | P | P | P |
| <i>Hydroporus incognitus</i> | | | J | J | J |
| <i>Hydroporus memnonius</i> | J, P, O | J, P | P | | J, P |
| <i>Hydroporus nigrita</i> | | | | | J |
| potápníček bahenní (<i>Hydroporus palustris</i>) | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J, P, O | J |
| <i>Hydroporus planus</i> | | | | | J |
| <i>Hydroporus tristis</i> | | | J | J, O | J |
| <i>Hydroporus umbrosus</i> | | | J | | |
| <i>Hygrotus (Coelambus) impressopunctatus</i> | | J | | | |
| <i>Nebrioporus (Nebrioporus) assimilis</i> | | | | J, O | |
| <i>Oreodytes sanmarkii sanmarkii</i> | | | | O | |
| <i>Agabus (Acatodes) sturmii</i> | | | | O | J |
| <i>Agabus (Gaurodytes) affinis</i> | | | | | J |
| <i>Agabus (Gaurodytes) biguttatus</i> | | | | O | |
| potápník dvouskvrný (<i>Agabus (Gaurodytes) bipustulatus</i>) | J | | | J | J, P |
| <i>Agabus (Gaurodytes) guttatus guttatus</i> | J, P, O | J, P, O | P, O | J | J |
| <i>Agabus (Gaurodytes) melanarius</i> | J | P | P | | P |
| <i>Ilybius crassus</i> | | | | J | J |
| <i>Rhantus (Rhantus) exsoletus</i> | | | J | | J |
| <i>Rhantus (Rhantus) frontalis</i> | | | J | | |
| <i>Rhantus (Rhantus) suturalis</i> | | | | J | |
| <i>Laccophilus minutus</i> | | | J | | |
| potápník vroubený (<i>Dytiscus marginalis marginalis</i>) | | | | | J |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Helophorus (Rhopalohelophorus) flavipes</i> | | | J, O | J, O | |
| <i>Cercyon (Cercyon) quisquilius</i> | | O | | | |
| <i>Coelostoma orbiculare</i> | | | | | J |
| <i>Anacaena globulus</i> | | P | | J, P, O | |
| <i>Anacaena lutescens</i> | | J | J, O | J, O | J |
| <i>Berosus (Berosus) signaticollis</i> | | | J | | |
| <i>Enochrus (Lumetus) ochropterus</i> | | | | | J, O |
| <i>Hydrobius fuscipes</i> | | | J | J | |
| <i>Laccobius (Laccobius) minutus</i> | | | J | J | |
| <i>Hydraena (Hydraena) brittenl</i> | | | | | J |
| <i>Cyphon padi</i> | | | | J | J |
| <i>Cyphon punctipennis</i> | | | | J | |
| <i>Cyphon variabilis</i> | | | | J | J |
| <i>Elmis rioloides</i> | | | | | O |
| <i>Limnius perrisi perrisi</i> | | | | P | J, P, O |
| <i>Donacia obscura</i> | | | | | J |
| | 8 | 12 | 22 | 29 | 27 |

Tabulka 10: Nalezené druhy dvoukřídlého hmyzu v šumavských jezerech v letech 1897- 2010. Převzato a upraveno z Soldán et al. (2012)

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|---|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Procladius (Holotanypus) choreus</i> | J | J, O | J, O | J, O | J |
| <i>Apsectrotanypus trifascipennis</i> | | | | | O |
| <i>Macropelopia adaucta</i> | J | J | | | |
| <i>Macropelopia nebulosa</i> | | | O | | |
| <i>Macropelopia notata</i> | | | | J | |
| <i>Natarsia punctata</i> | | | O | | |
| <i>Ablabesmyia monilis</i> | J | J | | | |
| <i>Arctopelopia cf. Griseipennis</i> | | | | | J |
| <i>Conchapelopia melanops</i> | | | O | O | |
| <i>Conchapelopia cf. Intermedia</i> | | | | O | |
| <i>Nilotanypus dubius</i> | | | | | O |
| <i>Rheopelopia sp.</i> | | | | | O |
| <i>Thienemannimyia carnea</i> | | | O | | |
| <i>Trissopelopia sp.</i> | | | | O | O |
| <i>Zavrelimyia cf. Punctatissima</i> | | | J | | |
| <i>Zavrelimyia melanura</i> | | J | J | J | J |
| <i>Zavrelimyia cf. Nubila</i> | P | P | | | |
| <i>Zavrelimyia sp.</i> | | | J | | |
| <i>Diamesa tonsa group</i> | | | | | O |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášilské j. | j. Laka |
|---|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Diamesa sp.</i> | | | O | O | |
| <i>Potthastia longimanus</i> | | O | | | O |
| <i>Pseudodiamesa branickii</i> | | O | | O | O |
| <i>Prodiamesa olivacea</i> | J | O | O | J, O | J, O |
| <i>Brillia bifida</i> | | O | | | O |
| <i>Bryophaenocladus cf. Subvernalis</i> | | O | | | |
| <i>Cardiocladius capucinus</i> | | | | O | |
| <i>Chaetocladius dissipatus</i> | | J | | | |
| <i>Corynoneura lobata</i> | | P, O | P | | |
| <i>Corynoneura scutellata</i> | J | | J, P | J | J |
| <i>Corynoneura cf. Coronata</i> | | O | | | |
| <i>Cricotopus (Cricotopus) pulchripes</i> | | | | O | |
| <i>Cricotopus (Cricotopus) cf. Patens</i> | | O | | | O |
| <i>Eukiefferiella brevicar</i> | | P | | | O |
| <i>Eukiefferiella claripennis</i> | | | | | O |
| <i>Eukiefferiella devonica</i> | | | | | O |
| <i>Eukiefferiella fuldensis</i> | | O | | | O |
| <i>Eukiefferiella cf. Minor</i> | | | | | O |
| <i>Eukiefferiella pseudomontana</i> | | | | | O |
| <i>Eukiefferiella cf. Tirolensis</i> | | | | P | |
| <i>Eukiefferiella brehmi</i> | | | | | O |
| <i>Eukiefferiella similis</i> | | | | | O |
| <i>Georthocladus sp.</i> | | P | | | |
| <i>Heleniella sp.</i> | | | | | O |
| <i>Heterotanytarsus cf. Apicalis</i> | | O | | | |
| <i>Heterotrissocladus grimshawi</i> | J | J | O | | J, O |
| <i>Heterotrissocladus marcidus</i> | J, P | P, O | J, P | J | O |
| <i>Krenosmittia boreoalpina</i> | P | | | P | |
| <i>Krenosmittia sp.</i> | | O | | | O |
| <i>Limnophyes gurgicola</i> | | P, O | J, P | | |
| <i>Metriocnemus sp.</i> | | | | | O |
| <i>Nanocladus parvulus</i> | | | | | O |
| <i>Orthocladus (Symposiocladus) lignicola</i> | | O | | | |
| <i>Orthocladus sp.</i> | | | | | O |
| <i>Parachaetocladius sp.</i> | | O | | | |
| <i>Parakiefferiella bathophila</i> | J, P | | J, P | | J |
| <i>Paralimnophyes sp.</i> | | | | | O |
| <i>Paraphaenocladus pseudirritus</i> | | P | | | |
| <i>Paratrichocladus rufiventris</i> | | | | | O |
| <i>Paratrichocladus skirwithensis</i> | | | | | O |
| <i>Psectrocladius (Mesopsectrocladius) barbatipes</i> | | | | | J |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|--|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Psectrocladius (Psectrocladius) bisetus</i> | J | J | | J, O | J |
| <i>Psectrocladius (Psectrocladius) oligosetus</i> | | | J | | J |
| <i>Psectrocladius (Psectrocladius) psilopterus</i> | | O | | J | O |
| <i>Psectrocladius (Psectrocladius) sordidellus</i> | | J | J | | |
| <i>Psectrocladius (Psectrocladius)</i> | | | J, O | | |
| <i>Pseudorthocladius filiformis</i> | | P, O | | P | |
| <i>Pseudorthocladius sp.</i> | | P | | | |
| <i>Pseudosmittia sp.</i> | | O | | | |
| <i>Rheocricotopus (Rheocricotopus) effusus</i> | | | | | O |
| <i>Rheocricotopus (Rheocricotopus) fuscipes</i> | | | | | O |
| <i>Smittia sp.</i> | | O | | | |
| <i>Thienemannia sp.</i> | | | | | O |
| <i>Thienemanniella cf. Partita</i> | | O | | | O |
| <i>Thienemanniella clavicornis</i> | | | | | O |
| <i>Thienemanniella sp.</i> | | | | | O |
| <i>Tvetenia calvescens</i> | | O | | O | O |
| <i>Chironomus spp.</i> | J | J, O | J | J | J, O |
| <i>Chironomus pseudothummi</i> | | | | | O |
| <i>Cryptochironomus cf. Defectus</i> | J | | | | |
| <i>Dicrotendipes sp.</i> | | O | | | |
| <i>Endochironomus albipennis</i> | | J, O | | | O |
| <i>Glyptotendipes (Glyptotendipes) cf. cauliginellus</i> | J | | | | |
| <i>Glyptotendipes (Glyptotendipes) paripes</i> | | J, O | | J | |
| <i>Glyptotendipes sp.</i> | J | | | J | |
| <i>Kiefferulus tendipediformis</i> | J | | | | |
| <i>Microtendipes pedellus</i> | J | | | J | |
| <i>Phaenopsectra flavipes</i> | J | J | J, O | J, O | J |
| <i>Phaenopsectra cf. Punctipes</i> | | J | | | |
| <i>Polypedilum (Polypedilum) albicorne</i> | | | O | | O |
| <i>Polypedilum (Polypedilum) laetum</i> | | | | | O |
| <i>Polypedilum (Polypedilum) cf. Pedestre</i> | | | | O | O |
| <i>Polypedilum (Uresipedilum) cf. Convictum</i> | | | | | O |
| <i>Polypedilum (Tripodura) scalaenum</i> | | | | | O |
| <i>Sergentia cf. Coracina</i> | | J, O | | | |

| Zástupce | Černé j. | Čertovo j. | Plešné j. | Prášílské j. | j. Laka |
|------------------------------------|----------|------------|-----------|--------------|---------|
| <i>Stictochironomus sp.</i> | | | | O | |
| <i>Micropsectra atrofasciata</i> | P | P | | P, O | |
| <i>Micropsectra fusca</i> | | | P | | |
| <i>Paratanytarsus penicillatus</i> | | | | | J |
| <i>Stempellinella brevis</i> | J | O | | | J, O |
| <i>Tanytarsus buchonius</i> | J | J, O | J, P | J, P | J |
| <i>Tanytarsus debilis</i> | | | | L | |
| <i>Tanytarsus curticornis</i> | | O | | | |
| <i>Tanytarsus signatus</i> | J | J | | | |
| <i>Tanytarsus lestagei</i> | | | | | J |
| | 22 | 46 | 24 | 30 | 57 |

Dříve běžně žijící druh ryb v těchto jezerech byl pstruh potoční (*Salmo trutta morpha fario*), jediný původní druh přirozeně žijící v Černém jezeře a jezeře Laka. Díky náročnosti na podmínky nebyl v jezerech příliš hojně zastoupen. Tehdy velké množství zooplanktonu dalo pravděpodobně podnět hydrobiologu Fričovi k vysazení pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) a sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) v roce 1871. Nedostatek věrohodných zdrojů nám však nedává 100%-ní jistotu, že k tomu opravdu došlo. Siven se dokázal v jezerech dobře přizpůsobit podmínkám, díky jeho konkurenceschopnosti se domníváme, že právě siven byl jeden z faktorů ovlivňující vyhynutí pstruha a úbytku velkých perlooček. Ačkoli pstruh se od 60. let v jezerech neobjevoval, chemismus vod se změnil natolik, že i siven v těchto podmínkách v 70. letech vymřel (Vrba, 2003; Hruška, 2009). Hlavní příčinou úhynu ryb byla vysoká koncentrace toxického Al, který devastoval rybám epitel žaber a zabraňoval výměně dýchacích plynů a druhou příčinou bylo nedostatečné množství potravy (Hruška, 2013; Vrba, 2003). Bude trvat ještě několik desetiletí, než se chemismus vod změní natolik, aby umožnil rybám obývat vody šumavských jezer. První návrat pstruha se očekává na jezeře Laka, kde bylo spatřeno několik jedinců v Jezerním potoce. Je už jen otázka času, kdy se do jezera Laka dostanou (Hruška a Majer, 2009; Hruška, 2013). Díky lokalizaci jezer v I. zóně NP není možné uměle ryby vysadit a proto musíme počkat, zda se do jezer ryby dostanou přirozenou cestou (Hruška, 2013).

Horské smřčiny na jezerních stěnách jsou domovem některých druhů motýlů. Hojně se vyskytuje mřovitý motýl osenice mramorovaná (*Xestia speciosa*) nebo

adélka borůvková (*Nematopogon caesista*). Z denních motýlů je častý okáč rudopásný (*Erebia euryale*) (Anděra et al., 2003). V oblasti Plechého bylo nalezeno v roce 2009 126 druhů terestrických brouků. Výzkumníci našli známé brouky, z nichž můžeme jmenovat např. Kousatce korového (*Rhagium inquisitor*), drabčíka smrkového (*Quedius plagiatus*), tesaříka šedohnědého (*Tetropium fuscum*), střevlíčka černého (*Pterostichus niger*) nebo roháčka *Ceruchus chrysomeloides* (Boháč a Matějka, 2010).

4.4.4 Vzácné, chráněné a ohrožené druhy

Šumavská jezera jsou domovem několika vzácných, chráněných či ohrožených druhů rostlin a živočichů. Na stěnách karů najdeme některé vzácné druhy bezobratlých např. slídačka *Acantholysa norvegica*, střevlíkovitého brouka *Trechus alpicola*, střevlíčky *Nebria castanea*, *Amora erratica*, *Anthophagus alpestris*, *Bryoporus rufus*, střevlík nepravidelný (*Carabus irregularis*), *Oxypoda brachyptera* a *Quedius subunicolor* či lesního měkkýše *Iphigena badia*. (Boháč a Matějka, 2010; Vočadlova, 2006-2007). V jezerních vodách nalezneme taktéž velké množství ojedinělých druhů vodního hmyzu. Jepice *Harbrophleiba lauta* a *Ephemerella mucronata* jsou velmi vzácné, většinou byla nalezena jen jedna larva těchto druhů. Stejně vzácnou jepici *Siphonurus aestivalis* máme v jezeře Laka, ve kterém se nachází i vzácná ploštice klešťanka rašelinná (*Cymatia bonndorffii*). Ojedinělý výskyt na Plešném jezeře má bruslačka severská (*Gerris lateralis*). Černé a Plešné jezero je jedinou lokalitou v České republice, kde můžeme spatřit chrostíka *Drusus chrysotus* a *Acrophylax zerberus* (navíc patří k ohroženým druhům). Stejně vzácný výskyt kriticky ohroženého vodního brouka na Plešném jezeře je *Nebrioporus assimilis*, který se v jiné lokalitě na území České republiky nenachází, dříve byl považován za vyhynulý. Kriticky ohrožený druh je např. *Aeshna caerulea* (pouze v Plešném a Prášílském jezeře), *Aeshna subartica* (poze Černé a Plešné jezero) nebo *Molanna nigra* (v Černém, Čertovu a v Prášílském jezeře) (Soldán et al., 2012). Součástí lesních biotopů jsou i velcí obratlovci, se kterými se setkáme jen zřídka. Nejznámější druhy jsou tetřev *Tetrao urogallus*, sýc rousný (*Aegolius funereus*), datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*) a známý rys ostrovid (*Lynx lynx*) (Vočadlova, 2006-2007).

Vegetace šumavských jezer a jejich pobřeží je oproti jiným místům poměrně chudá a to díky jejich vzniku ledovcovou činností. Na Šumavě se setkáme s množstvím glaciálních reliktních druhů jako např. dvou druhů šídlatek, vrba palistá, zevar úzkolistý (dříve považován za vyhynulý), bolinka černohnědá (*Camarops tubulina*), ohňovec ohraničený (*Phellinus nigrolimitatus*). Na Šumavě se nachází i ojedinělé druhy mechorostů např. kyčovka drsnou, rozžínka ostrá, šterbovka tlustožeberná (*Andreaea crassinervia*) nebo druhy vázané pouze na některá jezera. V karu Černého a Plešného jezera se nachází lesklec sourubkovitý (*Plagiothecium neckeroideum*) a skřičovec vláskovitý je spojován s jezerem Plešným. Další ohroženou skupinou jsou epifytické lišejníky- nebezpečí představuje znečištěné ovzduší. Pouze na Šumavě spatříme vousatce pučivého (*Alectoria sarmentosa*), větvíčnicka článkovaného (*Evernia divaricata*), důlkatce prostranného (*Lobaria amplissima*) nebo glaciální reliktní terčovku prstencovitou (*Arctoparmelia centrifuga*). Pouze vzácně nalezneme *Mymenelia lacustris*, *Rhizocarpon lavatura* nebo *Staurothele elegans* (Svoboda, 2008).

Šídlatky, živoucí fosilie šumavských jezer

Šídlatky jsou prastaré plavuně rostoucí u nás již od doby ledové (před 10 tisíci lety), které patří mezi silně ohrožené druhy naší flory (Čtvrtlíková, 2004). Tyto živoucí

fosilie obývají dno acidifikovaných karových jezer Šumavy (Černé jezero, Plešné jezero). V České republice se setkáme pouze se dvěma druhy šídlatek a to se šídlatkou jezerní (*Isoëtes lacustris*) a šídlatkou ostnovýtrusou (*Isoëtes echinospora*). Každému druhu

Obrázek 14: Šídlatka jezerní (*Isoëtes lacustris*) na dně Černého jezera (foto převzato z Čtvrtlíková)



vyhovují jiné podmínky a tím je přizpůsobena i jejich druhová fenologie³. Pro šídlatku jezerní jsou nejideálnější podmínky v hloubce 2-5m přičemž šídlatka ostnovýtrusá se nejčastěji objevuje v hloubce 1-2m. Díky silnému okyselení jezer se šídlatky nemohly několik desítek let rozmnožovat. Je otázkou, zda zotavování jezer pomůže k zachování a následnému rozmnožení těchto fosilních druhů (Čtvrtlíková 2016a, 2016b; Procházka, 2000).

Šídlatky jsou vytrvalé byliny v našem případě zcela ponořené pod vodní hladinou, které nesou celoročně listy. Setrvání listů se u obou druhů výrazně liší. (Čtvrtlíková, 2004, 2016b). Rostlinka je tvořena šídlovitým typem listů uspořádaných do šroubovice a hustým kořenovým systémem (došlo u ní k metamorfóze stonku). Důležitou adaptací pro přežití šídlatek v oligotrofních vodách je CAM metabolismus, při kterém dochází k neustálému příjmu CO₂. Rostlina je schopná přijímat CO₂ z okolního prostředí i v noci a pomocí difuze jej navázat na kyselinu jablečnou, díky které se dočasně uloží do vakuol a poslouží při Calvinově cyklu v probíhající v denní fázi fotosyntézy (Čtvrtlíková, 2016a). Výtrusnice šídlatek se vyvíjí na rozšířené bázi listu a výtrusy se z nich uvolňují až po jejich odumření (Čtvrtlíková, 2004) Reprodukční strategie obou druhů se také liší. Jde převážně o teplotní rozdíly, období a délka klíčení. Šídlatka ostnovýtrusá klíčí v období léta cca 3 měsíce, je to dáno hlavně hloubkou stanoviště ve kterém se nachází. Klíčení spor se spouští tehdy, pokud okolní voda dosahuje 12°C. U šídlatky jezerní je to trochu jiné. Klíčení probíhá nejméně 1 rok, makrogametogity musí přečkat zimu, v čemž jim pomáhá hloubka (až 5 m) ve které se nacházejí. U tohoto druhu je nutná teplota 8°C aby začaly spory klíčit (Čtvrtlíková, 2016b).

Poprvé šídlatku objevil Ignaz Friedrich Tausch již v letech 1819. Jednalo se o šídlatku jezerní (*Isoëtes lacustris*), kterou našel v Černém jezeře. Tento objev však zveřejnil až po 3 letech. Během několika desetiletí vědci podávali mylné informace o výskytu šídlatek, často docházelo k záměně druhů. O přesném výzkumu šídlatek v šumavských jezerech se můžete dočíst v Procházkově (2000) článku, kde jsou sepsány stěžejní informace o výzkumu. V období mezi lety 1990-1999 proběhlo podrobné

³ fenologie se zabývá studiem časového průběhu periodicky se opakujících životních projevů rostlin a živočichů v závislosti na podmínkách vnějšího prostředí

sledování populací šídlatek, ve kterých se zjistila absence dospělých jedinců, tím pádem nedocházelo ani jejich rozmnožování. Další stěžejní situace nastala v roce 1997, kdy se při natáčení pohádky Jezerní královna poškodilo cca 100 těchto ohrožených jedinců. Tímto byl odstartován výzkum využívající šetrné metody zabývající se zejména ontogenezí a reprodukcí těchto u nás ojedinělých druhů. Výzkum probíhal, jak v laboratorních podmínkách, kde byly zapotřebí zjistit rozmnožovací schopnosti v ideálních podmínkách, tak i v jezerech, kde byla roku 2003 potvrzena reprodukční schopnost šumavských šídlatek i v přirozených podmínkách (Čtvrtlíková, 2004).

Obrázek 15: Šídatka ostnovýtrusá (*Isoetes echinospora*) v Plešném jezeře (foto převzato z Čtvrtlíková, 2016)



Podle výzkumů, které probíhaly v posledních několika letech, můžeme říci přibližný odhad jedinců na dně jezer. V Plešném jezeře se nachází okolo 1000 jedinců v hloubce 0,5-1m uspořádaných do jedné větší kolonie a asi deseti malých. Černé jezero je na šídatky bohatší. V hloubce 2,5-3,5 m roste okolo 2-3 tisíc jedinců uspořádaných taktéž do kolonií, ale různě velkých (Procházka, 2000). Nepříjemná situace nastala na podzim 2013-2015, kdy kachny divoké spásly cca 70% šídlatek, a tím výrazně zredukovaly jejich populaci. Nabízí se otázka, zda populaci šídlatek chránit před divokými kachnami např. pomocí sítí nebo nechat vše bez zásahu člověkem a sledovat přirozenou činnost přírody (Čtvrtlíková, 2016b).

4.5 Acidifikace jezer, její důvody a důsledky

Kyselá dešť od 50. let 20. století zapříčinily změnu chemismu v půdě, která ovlivnila další život lesa i jezerních vod. Acidifikace měla vliv na celé šumavské lesní ekosystémy, kdy se během několika desítek let postupně měnily podmínky, ve kterých rostly smrkové monokultury.

4.5.1 Změny ve vodách jezer – acidifikace a změna společenstev

Na Šumavě taje led se sněhem až na přelomu dubna a května. Zahřátá voda na jezerní hladině se začne vlivem slunečního záření odpařovat a tím ochladí okolní prostředí. Jedná se o proces, který udržuje téměř stálou teplotu vody jezer. V hlubokých jezerech dochází k rozdělení vody do tří vrstev. První svrchní vrstvu nazýváme epilimnion, jedná se o jezerní hladinu úzce komunikující s ovzduším a masu vody pod hladinou. Na jaře je silná cca 2 m a v létě se pomalu zesiluje. Teplota vody je závislá na nadmořské výšce, ročním období a na množství slunečních paprsků dopadající na vodní hladinu. Maximálně dosahuje teplot okolo 22°C. Druhá spodní vrstva (hypolimnion) se nachází na samotném dnu jezera. Teplota vody u dna kolísá minimálně, a to v rozmezí 3,9°C – 4°C. Poslední vrstva se nachází uprostřed mezi dvěma předešlými vrstvami a nazýváme jí metalimnion, někdy také skočná vrstva. Skočná z důvodu razantního „skoku“ teploty vody, ke kterému v ní dochází o 10°C i více. U mělkých jezer se tato vrstva nevytváří (Svoboda, 2008).

Zóny v jezerech jsou důležité pro osídlení živočichy nebo rostlinami. Horní vrstva (trofogeni) je důležitá díky tvorbě organické hmoty. Oblast využívají řasy a rostliny, které čerpají uhlík z oxidu uhličitého a hydrogenuhličitanu, který je důležitý při fotosyntéze. Stejně důležitý je i oxid uhličitý, zastoupený v jezerech v malém množství, světlo, které se nedostane do hlubších vrstev jezera a kyslík. Ve spodních vrstvách jezera se nachází zóna (trofologická) bohatá na živiny. Šumavská jezera jsou chudá na živiny, a proto je řadíme mezi oligotrofní jezera. Výjimku tvoří jezero Plešné, patřící díky větší koncentraci živin do jezer mezotrofních (Svoboda, 2008).

Těžba hornin a sklářská výroba v 16.- 18. století, se negativně podepsala na čistotě ovzduší. Doposud čisté jezerní vody, které obývaly jen druhy, které přežily

drsné podmínky, se postupem času znečistily (Svoboda, 2008). Do poloviny 40. let 20. stol. bylo množství síry a dusíku v atmosféře celkem stabilní. Zvrat započal po druhé světové válce, kdy se množství těchto látek v ovzduší rapidně zvýšilo. Nejintenzivnější nárůst okyselení byl zaznamenán v 80. letech 20. stol., které ovlivnilo přirozený ekosystém okolí jezer, ale i celé České republiky (Vrba et al., 2016; Vrba, 2002; Vrba et al., 2003). Hlavní příčina se nacházela v oblasti tzv. Černého trojúhelníka, což byla pomyslná hranice České republiky, Polska a Německa. Jednalo se tehdy o největší producenty oxidu siřičitého na světě. Na situaci jako jeden z prvních upozornil článek stockholského deníku Dagens Nyheter napsaný vědcem Svantem Odénem, zmiňující právě problematiku kyselých dešťů a jejich důsledky. Ačkoli Švédsko nepatřilo k zemím produkující nadměrné množství oxidu siřičitého, přesto došlo k acidifikaci skandinávských jezer a to v důsledku kyselých dešťů putující převážně z oblasti Velké Británie, Polska a Německa (Hruška a Kopáček, 2009). Rozvoj autodopravy a s tím související spalování fosilních paliv, hromadění biologického odpadu (stájových hnojiv), ekologické katastrofy jako např. katastrofa jaderné elektrárny Černobyl a neméně významné spalování uhlí se podíleli na zvýšení koncentrace oxidu siřičitého a oxidů dusíku. Také došlo k porušení ozonové vrstvy a na naši planetu začalo dopadat nebezpečné UV záření. Veškeré výše zmiňované faktory negativně ovlivnily naše životní prostředí (Svoboda, 2008).

Oxid siřičitý i oxidy dusíku mají na naší planetě své přirozené zdroje. SO_2 vzniká např. při sopečné činnosti či při rozkladu odumřelé biomasy a NO_x je produktem mikrobiálních pochodů v půdě nebo se do atmosféry dostane díky lesním požárům. Kyseliny obsažené v kyselých deštích vznikly původně lidskou činností. Oxid siřičitý (SO_2) a oxid dusíku (NO_x), který člověk produkuje např. spalováním fosilních paliv, vstupuje do chemických a fotochemických reakcí, jejichž výsledkem je vznik kyseliny sírové (H_2SO_4) a kyseliny dusičné (HNO_3). Alarmující je fakt, že se emise síry (v 80. letech) navýšily až na 80 milionu tun na světě za rok. Hodnoty se téměř rovnaly přírodním emisím a podle výpočtů vycházelo na Evropu 10x více emisí síry než by tomu mělo ve skutečnosti být. Stejně šokující byly hodnoty dusíku (NO_x), který vzniká oxidací vzdušného N_2 při vysokých teplotách, kde došlo navýšení emisí z původních 3% na téměř 60%. To vše spalováním a používáním mobilních automobilů. Pro představu, při

běžném spalování uhlí vzniká 2-4g NO_x-N/kg paliva oproti tomu při jízdě automobilem vzniká 10-25g NO_x-N/ kg paliva. Kyselina se na zem dostává v podobě mokré depozice tj. kyselých dešťů nebo v podobě depozice suché, kdy na sobě rostliny zachytí plyny a aerosoly z atmosféry. Suchá depozice je důležitým faktorem ovlivňující kyselost lesních porostů (Hruška a Kopáček, 2009). Vysoká acidita zasáhla i jezerní vody, kde došlo k úbytku některých druhů nebo dokonce k jejich vyhynutí (Vrba et. al., 2003; Zelenková, 2013).

Nejvíce acidifikace ovlivnila lišejníky, některé druhy hub a jehličnaté stromy (smrk, jedle). Nejcitlivější jsou uměle vysázené smrkové monokultury, které v 60. letech začaly ve velkém odumírat (Svoboda, 2008). Bylo to způsobené převážně vysokou koncentrací SO₂, která v kontaktu s asimilačními orgány způsobila poškození chlorofylu a následné uschnutí jehlic. Ačkoli se koncentrace SO₂ drží v limitu stanoveným Evropskou komisí, dochází stále k defoliaci tj. „*ztráta jehlic či listů oproti ideálnímu stavu plného olistění a je mírou zdravotního stavu stromů* (Hruška, Oulehle et al., 2009 141 s.)“. Kyselé srážky vyplavují bazické kationty (Ca, Mg, K, Na), což jsou důležité živiny rostlin, a taktéž se podílejí na neutralizaci půd. V posledních desítek let, se bazické kationty téměř vyčerpaly, a proto je neutralizace půdy nedostatečná (Hruška, Oulehle et al., 2009). Stromy zareagovaly na větší koncentraci bazických kationtů u povrchu půdy tím, že kořenový systém posunuly směrem vzhůru. Citlivost vůči suchu a mrazu se ale zvýšila (Hruška, Oulehle et al., 2009) a proto byly oslabené stromy čím dál častěji napadeny kůrovcem nebo je porušil vítr. Polomy pak byly likvidovány a tím vznikly rozsáhlé holiny, kde bude přirozená obnova lesa trvat poměrně dlouho (Svoboda, 2008).

Na kyselost jezer reagovaly i vodní organismy. Vysoká koncentrace SO₂ v ovzduší zvyšovala také jejich koncentraci jezerních vod a zároveň docházelo ke snižování hydrogenuhličitanů HCO₃⁻. Reakce v jezerech zapříčinily snižování pH, postupně docházelo k neutralizačním procesům, kdy došlo k vytěsnění bazických kationtů v půdě vodíkovými ionty. Klesání pH vody začalo tehdy, kdy půda už neměla možnost neutralizovat kyselinu sírovou z atmosféry (Hruška, Majer et al., 2009). Při zvýšené kyselosti vod došlo k zvýšení koncentrace hliníku, který je pro organismy

v kyselém prostředí vysoce toxický. Výše zmiňovaný nárůst SO_2 ovlivnil zvýšení pH potočných vod a tím postupně docházelo k jeho uvolnění z podloží a půd. Hliník v normálním prostředí není nijak nebezpečný, koneckonců v přírodě se s ním běžně setkáme (Vrba et al., 2002).

Pokud pH vody v jezerech klesne pod hodnotu více jak 5, stane se pro organismy prostředí vysoce toxické a nízké pH narušuje koloběh fosforu (Vrba et al., 2002). Rozpustný Al (váže na sebe organické látky), se změní na hydroxo-, fluoro-, síranohlinité kationty, které jsou pro organismy toxické, především Al^{3+} a Al-OH , zhoršující koloběh fosforu (P). Nejzávažnější situace však může nastat tehdy, pokud je pH vody 5 a výš, kdy se vytvoří hydroxid (Al-OH) a tím že na sebe váže P, ztíží tudíž jeho dostupnost organismům (Vrba et al., 2002; Kopáček, Vrba). Koncentrace hliníku (Al^{3+}) je v jezerech rozdílná. V období největší acidifikace obsahovala voda jezer cca 1 mg/l hliníku, nejméně pak jezero Laka. Koncentrace hliníku je pravděpodobně jeden z nejdůležitějších faktorů, ovlivňující přežití zooplanktonu. Pro život v jezerech je důležitou živinou fosfor. Při jeho nedostatku (organická forma fosforu) dochází pro planktonní organismy k stresové situaci. Nejvíce fosforu se uvolňuje na jezeře Plešném, což je dáno jeho převážně žulovým podložím. Důkazem nám může být nazelenalá vodní hladina, jejíž barva je způsobená velkým množstvím fytoplanktonu. Ačkoli se zdá, že se v Plešném jezeře nachází velké množství fosforu, není tomu tak. Velký přísun hliníku společně s nárůstem biomasy způsobují zvýšení pH a alkalitů. To je jeden z důvodů, kdy schopnost hliníku vázat PO_4^{3-} způsobuje, že je zde fosfor nedostatkovou živinou pro organismy (Vrba et al., 2002).

Acidifikace postihla nejvíce jezera s malým přítokem vody a s její pomalou výměnou. Ze všech silně acidifikovaných jezer na tom jsou šumavská jezera nejhůře (Svoboda, 2008). Černé jezero, Čertovo a Plešné jezero se řadí mezi nejvíce acidifikovaná jezera na české straně Šumavy. Koncentrace síranových aniontů zůstává i přes snížení množství kyselých dešťů stále vysoká (Vrba et al., 2002).

Po roce 80. byla snaha o snížení emisí SO_2 , tím postupně docházelo i ke snižování kyselosti jezer a jejich pomalému zotavení. Koncentrace síranových aniontů zůstává i přes snížení množství kyselých dešťů stále vysoká (Vrba et al., 2002; Vrba et

al., 2016). Během 90. let se stav ovzduší zlepšil a hodnoty koncentrace síry se snížily na úroveň 50. let 20. stol. a i nadále se snižují (Vrba et al, 2003). Jezera jsou stále podrobována několikaletému souvislému výzkumu, týkajícímu se také problematiky kyselých dešťů a jejich dopadu na okolní přírodu, kterou je nutné chránit (Kopáček, 2018).

4.5.2 Souvislost kůrovcových kalamit

Pokud les neobsahuje zelené dospělé smrky, stává se pro člověka neatraktivní. „*Horské smrčiny, které rostou ve vlhkém a chladném prostředí se neobnovují kontinuálně.*“ Pro jejich rozmnožování jsou důležité vhodné a stálé teplotní a vlhkostní podmínky trvající minimálně dva po sobě jdoucí roky. Při splnění těchto podmínek je možné vysemenění až desetitisíce nových semenáčků na jeden ha. Díky drsným horským podmínkám, ale k této situaci dochází pouze nepravidelně (Jonášová, 2013).

Nejčastěji smrčiny odumírají v důsledku polomů způsobených větrem a gradací lýkožrouta smrkového (Jonášová, 2013).

Lýkožrout smrkový je představován jako „škůdce“ smrkových lesních ekosystémů, který se dokáže během krátké doby poměrně rychle namnožit, ale k tomu jsou důležité vhodné potravní a klimatické podmínky. Po pravdě se ale o „škůdce“ nejedná, protože každý druh je nedílnou součástí ekosystémů (Doležal, 2013; Kindlmann et al., 2013). Lýkožrout smrkový patří do čeledi nosatcovitých (Curculionidae) a na našem území se běžně setkáme s pěti druhy lýkožrouta (Doležal, 2013).

Jeho životní cyklus začíná vyhlodání snubních komůrek samečkem, ke kterému přiletí samičky. Dojde k páření a kladení vajíček, ze kterých se cca po 6-18 dnech vylíhnou larvy. Celkový proces vývoje až do dospělců trvá 6-10 týdnů. Ve vyšších nadmořských výškách má lýkožrout pouze jednu generaci ročně, výjimkou je období příznivých podmínek, kdy se mohou objevit i generace dvě. „*Lýkožrout smrkový může zimovat jako larva, kukla nebo dospělec, v závislosti na průběhu letního nebo podzimního počasí.*“ V období konce letních měsíců dochází ke zkrácení délky dne a díky poklesům teplot se lýkožrout dostává do imaginální diapaúzy. Toto stádium trvá

přibližně do konce prosince a nastává fáze klidová trvající přibližně do poloviny února (Doležal, 2013).

Lýkožrout napadá pouze oslabené stromy, protože zdravý strom se brání svými ochrannými mechanismy např. pryskyřicí, která kůrovce zahubí. Pokud bude les obsahovat pouze stromy stejného stáří, je velká pravděpodobnost, že po jejich dospělosti vypukne náhlé přemnožení kůrovce, který reaguje na oslabení stromů jejich napadením. Situace však netrvá dlouhou dobu. Jedinci po čase nemají dostatek potravy a následně dochází k jejich rapidnímu úhynu (Kindlmann et al, 2013).

Napadení stromů probíhá obvykle v kůrovcových ohniscích a to díky malé schopnosti migrace. Další nepříjemným faktorem gradace jsou extrémní klimatické podmínky, které vedou k jeho namnožení. Smrky v polomech způsobených vichřicí se nemohou bránit produkcí pryskyřice a jsou tudíž náchylné k napadení. Tím jak dochází k namnožení, lýkožrouta snadno napadá i stromy, které by se mohly ještě ubránit. Tento problém na Šumavě vznikl po vichřici Kyrill v r. 2007 (Kindlmann et al, 2013). Některé dospělé smrky v ohnisku nejsou nijak porušené a došlo k jejich adaptaci, která dala podnět k jejich rozmnožení (Jonášová, 2001). V této situaci je nejdůležitější tlející mrtvé dřevo, které v horských oblastech tvoří „substát“ pro nové semenáčky. Ten je chrání před vysokými trávami, dodává jim potřebné živiny a vyrovnává nepříznivé teplotní rozdíly (Jonášová, 2013). Protože se semenáčky uchytí pouze na ztrouchnivěném dřevě, je nutné do přirozené obnovy lesa nezasahovat lidskou činností. Ta vede sice k namnožení třtiny chloupkaté, ale ne v nijak ohrožujícím množství. Dle Magdy Jonášové, Karla Pracha a Karla Špitzera, měl tudíž lýkožrout smrkový v I. zónách NP Šumava pozitivní vliv (Jonášová et al., 2001). Pomohl s přirozenou obnovou lesa, kde spatříme věkovou různorodost jednotlivých stromů. Můžeme hovořit o tom, že právě kůrovec celý proces obnovy urychlil. Správa NP Šumava se snaží do II. zón zasahovat, často kácí i zdravé stromy a malé množství stromů které na holinách zůstalo, podlehne silnému větru. To má ale negativní dopad na zdejší les. Až z 80% se ničí nálety semenáčků a tím dochází redukci zmlazení lesa, příkladem tomu může být oblast Trojmezského pralesa, kde se rozsáhlé holiny neustále zvětšují (Jonášová et al., 2001).

Díky lokalizaci jezer v I. zóně NP Šumava bylo možné stromy napadené kůrovcem nechat bez zásahu člověka. Veřejnost se k ponechání napadených stromů v lese staví spíše negativně. Opak je ale pravdou. I když kůrovec způsobí nevzhledné části lesa svým okusem, jeho narušení pomůže obnově horských smrčín a také udržení biodiverzity. Přirozená obnova lesa je velice zdařilá a dá se říci i rychlá (Kopáček, 2018; Jonášová, 2013). Původní druhy přežijí a zároveň se často objevují i vzácné či chráněné. Během posledních 15 let, kdy gradace proběhla, bylo nalezeno celkem 24 taxonomických skupin vázaných na mrtvé dřevo, kam řadíme rostliny, živočichy a houby (Jonášová, 2013). Odumření stromů na Plešném jezeře představuje sice zvýšení teploty o 0,6°C a snížení množství vody vracející se zpět do atmosféry, ale došlo také k zvýšené vlhkosti a odtoku vody z povodí jezer. Pokud necháme odumřelé stromy zetlít, kyselost půdy se sníží a to díky uhlíku a fosforu z jejich trouchu (Kopáček, 2018).

Cyklické gradace lýkožrouta jsou v ekosystému zcela přirozené. „Kůrovcová gradace často nastává po bohatém semenném roce,“ kdy dojde k přípravě porostu na její znovuobnovu (Jonášová, 2013; Kindlmann et al., 2013). Nepříznivé klimatické podmínky ovlivní je další přežití a zredukuje jejich počet. K tomu došlo na Šumavě v roce 2011-2012. I když je medializován převážně názor o nutnosti či vhodnosti odstranění odumřelých stromů z lesa, jedná se o ekologický nesmysl (Kindlmann et al., 2013). Zásahy do přirozené obnovy lesních ekosystémů mají spíše negativní dopad. Odumřelé stromy se vytěží a tím vznikají rozsáhlé holiny. Tím se nevytvoří vhodný substrát z odumřelého dřeva a zmlazení proběhne tudíž jen minimálně. To ale vyřeší člověk, podporující výsadbu nových smrků, čímž se vytvoří les méně-generační a svou technikou pomůže k narušení půdního povrchu a následné eroze. Výsledkem je tedy lidská činnost, která gradaci lýkožrouta spíše podpoří (Jonášová, 2013). Smyslem NP by mělo jít především o zachování přirozené krajiny a proto by se lidé měli těmto zásahům vyvarovat. Jedině tak nám může být krása této oblasti zachována (Kindlmann et al., 2013). Přibližně 1-10 % stromů bylo schopno přežít i ve stresových situacích kam řadíme klimatické, půdní a emisní změny a zároveň odolaly i napadení kůrovcem. Situaci přirozené obnovy lesa můžeme spatřit např. v NP Bavorský les, kde dochází k jeho rychlé obnově. Přirozený výskyt lýkožrouta v lesních ekosystémech představuje

selekční faktor, a proto bychom ho neměli chápat jako škůdce (Jonášová et al., 2001). O tom, že zmiňované informace jsou pravdivé, nás mohou přesvědčit pracovníci z Lesnické fakulty České zemědělské univerzity, kteří při výzkumné práci zjistili rychlou přirozenou obnovu lesa i ve vyšších nadmořských výškách. Přirozená obnova je důležitá pro zachování struktury lesa a zároveň nenarušit jejich půdu (Kopáček, 2018). Tento způsob obnovy lesních ekosystémů je navíc velmi výhodný. Již po 20 letech dochází k nárůstu nového porostu se zvýšenou biodiverzitou a není finančně náročný (Jonášová, 2013).

S narušením lesních ekosystémů se nesetkáme jen Na Šumavě, ale postihují celou Evropu a Severní Ameriku. Dáno to může být stylem lesnického postupu a technologií a velkou roli hrají taktéž změny klimatu. Většina stromů si hůře zvyká na sušší a teplejší podmínky. Výjimkou tomu je smrk, který je velmi přizpůsobivý a po napadení kůrovcem přežije alespoň malé procento dospělých stromů. Přírodní disturbance je přirozený jev a my bychom ho měli akceptovat a nezasahovat do přírodních procesů, o kterých ví příroda sama nejlépe, proč se dějí (Jonášová, 2013).

4.6 Zotavování jezer

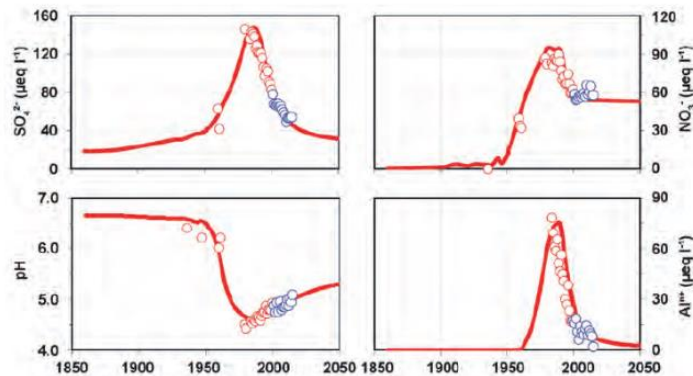
Všechna jezera negativně postihla acidifikace, která se podepsala na životě v jezerech i mimo ně. Vlivem vysokého pH vody došlo

k vyhynutí spousty vodních živočichů včetně ryb (Kopáček, 2018; Zelenková a Vrba, 2013). Jezerní ekosystémy velice rychle zareagovaly na zlepšení stavu atmosféry po r. 1980.

Odsiřování průmyslových emisí, snížení průmyslové a zemědělské výroby (redukce stavů skotu) se výrazně podílelo na atmosférické depozici síry a dusíku (Vrba, 2003; Vrba et al., 2004). Pokles síranů, dusičnanů, hliníku a snižování acidity v jezerních vodách byl klíčový pro biologické oživení jezer (Vrba et al., 2004).

Oproti atmosféře se vody a půdy zotavují pomaleji a biologické zotavení je proces ještě dlouhodobější (Vrba et al., 2003). Podle aktuálních výsledků rozvoj planktonní biomasy závisí na množství fosforu a hliníku v jezerech (Vrba et al., 2001). První signál o oživení byl zaznamenán návratem perloočky břichatky jezerní (*Ceriodaphnia quadrangula*) v r. 1997. Hojně nalezená byla v litorálu i pelagiálu Černého jezera. Litorál Plešného jezera obývala taktéž hojně, avšak v pelagiálu jsme ji spatřili jen vzácně (Vrba et al., 2004). Větší množství huminových látek a početnost řas ovlivnila průhlednost jezer (Zelenková a Vrba, 2013). V letech 1994-1998 byl zaznamenán nárůst fytoplanktonu v Plešném jezeře a také návrat vznášivky *Heterocope saliens* nalézané v r. 2000 po celou sezónu (Vrba et al., 2001). Nárůstu biomasy podpořil početnost vířníků, která se zvýšila dokonce stonásobně oproti 90. létům 20. stol. (Zelenková, 2013). Rok 2003 byl významný nálezem vířníka *Keratella serrulata* (Vrba et al., 2004). Další významní drobní organismy potvrzující pomalé biologické oživení jsou vířníci, *Microcodon clavus*, *Polyarthra remata*, *Synchaeta oblonga*, vodní korýši *Daphnia longispina* nebo buchanka *Cyclops abyssorum* (Vrba et al., 2002). Stejně významnou skupinou je vodní

Obrázek 16: Změny vodního chemismu Černého jezera. (foto převzato z Vrba et al., 2016)



hmyz, který své počty i nadále zvyšuje. Významnými zástupci jsou larvy chrostíků *Molanna nigra*, larvy šídla sítinného (*Aeschna juncea*), střechatky obecné (*Sialis lutaria*), jepice horská (*Ameletus inopinatus*) nebo jepice jezerní (*Siphonurus lacustris*) (Zelenková a Vrba, 2013).

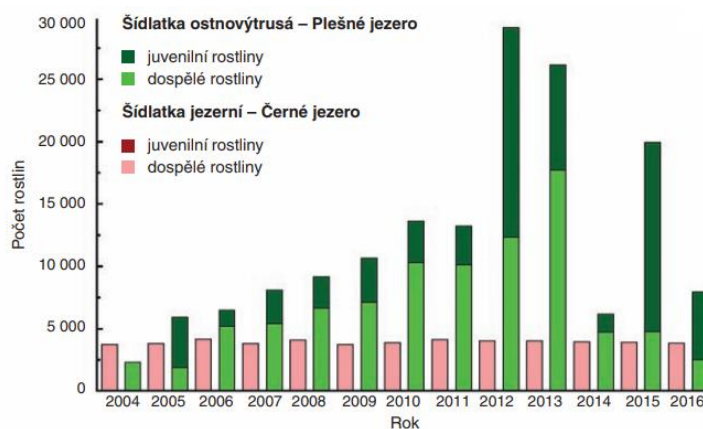
Tabulka 11: Početnost zooplanktonu šumavských jezer měřená v září roku 1999 a 2003. Převzato a upraveno z Vrba et al. (2004). Legenda: hodnoty jsou uváděné v ind. l⁻¹, + uvádí, početnost zooplanktonu <0,1 ind. l⁻¹, zvýrazněné hodnoty ukazují nárůst početnosti zooplanktonu v jednotlivých jezerech nebo jejich novou lokalizaci

| | Černé j. | | Čertovo j. | | Plešné j. | | Prášílské j. | | j. Laka | |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|
| | 1999 | 2003 | 1999 | 2003 | 1999 | 2003 | 1999 | 2003 | 1999 | 2003 |
| <i>Brachionus sericus</i> | - | 1,6 | - | - | 0,6 | 0,6 | - | 0,2 | | + |
| <i>Collotheca pelagica</i> | 0,3 | + | 0,1 | - | 4,9 | 13,5 | + | 0,2 | | - |
| <i>Keratella serrulata</i> | + | 0,2 | 0,5 | 1,9 | 11,5 | 3,5 | + | 1,2 | | 0,9 |
| <i>Keratella testudo</i> | - | - | - | - | - | - | | - | | 1,5 |
| <i>Keratella ticinensis</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,9 | 15 |
| <i>Microcodon clavus</i> | 0,1 | 0,3 | 6,1 | - | + | 0,1 | + | - | 7,4 | + |
| <i>Polyarthra remata</i> | 377 | 19,1 | 47,1 | 12,4 | - | - | 574 | 216 | 170 | 4450 |
| <i>Synchaeta oblonga</i> | + | + | - | - | 1,9 | 1,4 | + | 0,1 | | - |
| <i>Synchaeta pectinata</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,7 | 59,7 |
| <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> | 0,1 | 1,1 | - | - | - | - | - | + | | + |
| <i>Daphnia longispina</i> | - | - | - | - | - | - | 1,3 | 9,7 | | - |
| <i>Acanthocyclops vernalis</i> | - | - | + | 0,1 | 0,1 | 0,1 | - | - | 0,2 | 0,1 |
| <i>Cyclops abyssorum</i> | - | - | - | - | - | - | 5,3 | 10,4 | | - |
| <i>Heterocope saliens</i> | - | - | | - | + | 0,5 | - | - | | - |

Chemismus

jezerních vod se změnil natolik, že nastartoval obnovu populace šídlatek. Vysoká acidita jim zabraňovala se přirozeně rozmnožovat. V r. 2000 však bylo zaznamenáno rozmnožení šídlatky ostnovýtrusé v Plešném

Obrázek 17: Nárůst populace šídlatky ostnovýtrusé v Plešném jezeře. Převzato z Čtvrtlíková (2016)



jezeře a v r. 2006 jejich prudký rozvoj. Zimní úhyn mladých rostlinek šídlatky jezerní stále brzdí jejich reprodukci a tak můžeme doufat, že jejich početnost časem vzroste (Čtvrtlíková, 2016).

Pokud budeme uvažovat o možnosti návratu ryb, bude se jednat ještě o dlouhodobější proces. Nejideálnější podmínky jsou aktuálně na jezeře Laka, kde bychom mohli předpokládat vhodné životní podmínky pro jejich přežívání již ve 20. letech. Nejhůře na tom je jezero Černé se svojí nejvyšší aciditou (Kopáček, 2018). Ačkoli je zotavování jezer na dobré cestě, návrat všech původních druhů, není příliš reálný. Současné lokality výskytu jednotlivých druhů a způsob šíření jsou důvody, proč návrat všech původních druhů není moc pravděpodobný (Vrba, 2003).

Proces zotavování horských ekosystémů v jezerních oblastech narušila kůrovcová gradace v roce 2004-2008. Tehdy došlo k obrovské redukci smrkových porostů až z 90%. Veřejnost se k této skutečnosti stavěla poněkud skepticky. Obávala se radikálních změn teplot a množství srážek. Obavy se ale nenaplnily. Naopak došlo ke zvýšení půdní vlhkosti, specifického odtoku vody z povodí a snížení atmosférické transpirace. Také se zlepšila kvalita půd, kde téměř nedochází k erozi. Ponechané padlé smrky v povodí zrychlily zotavení půdy. Díky biomase došlo k uvolnění bazických kationtů z kůry a jehličí a tím ke snížení pH tamějším půd. Bezzásahovost měla pozitivní vliv i na zmlazení stromového patra, díky zachování půdního horizontu obsahujícího nová semena stromů. Taktéž se podpořil růst invazivních rostlin jako např. jeřabin,

které díky velikosti kořenů odebírají živiny z hloubky, kam se smrk svým kořenovým systémem těžko dostává. Půdní vlhkost, pH a saturace půd byly klíčové pro obnovu stromového patra, která probíhá vcelku rychle (Kopáček, 2018). Přirozená obnova lesních ekosystémů je i nadále nejasná. Pokud bude mít člověk potřebu zalesňovat holiny umělými smrkovými monokulturami, je téměř jisté, že smrkové porosty se neobnoví, ba naopak budou slábnout (Hruška, Oulehle et al., 2009).

Šumava během posledního půl století prošla nelehkou etapou svého vývoje. Lidská činnost ovlivnila přirozené podmínky pro fungování zdejších ekosystémů. Dopad kyselých dešťů na zdejší přírodu dělá ze Šumavy unikátní lokalitu, díky které je možné sledovat ekologicko- ekonomické otázky ve vztahu ke kyselým dešťům (Vrba, 2003).

4.7 Proč je třeba šumavská jezera chránit

Šumava společně s Bavorským lesem tvoří tzv. srdce Evropy. Jedná se o unikátní krajinu, která si zachovala svůj přirozený ráz díky své nepřístupnosti a je proto potřeba ji chránit. Šumava představuje zbytek středoevropského prostoru, který se zde nacházel. V roce 1963 vznikla Chráněná krajinná oblast Šumava a o něco později v roce 1991 Národní park Šumava. Díky zonaci NP nedochází na některých místech k porušení krajiny lidskou činností a je velmi pravděpodobné, že si svou přirozenost a divokost zachová. Krásná šumavská příroda patří do významných celoevropských biosférických rezervací v rámci programu UNESCO (Svoboda, 2008; Kopáček, 2018).

Pouze na 1% území Evropy se nachází neovlivněná příroda a Šumava je její součástí. Příroda nám sama pomáhá v obhospodařování horské krajiny a je jen na nás, zda se z ní inspirujeme. Dnešní člověk plný stresu, klid vidí právě v přírodě a Šumava mu může být vhodným útočištěm. Stejně tak důležité je naučit další generace úctě k přírodě a zamyslet se nad jejími nevratnými ztrátami (Šantůčková et al., 2010). Lidé často obdivují nádherné scenérie, které příroda vytvořila, a jsou udivení jejími zákony řídící celý svět (Anonymus E, 2000). Člověk je pouze dalším druhem obývajícím tuhle planetu a měl by si uvědomit své místo.

Oblast šumavských jezer obývá mnoho druhů, které jsou součástí zdejších ekosystémů. Pokud dojde k jejich vyhynutí, dojde také ke změně samotných ekosystémů. Díky aciditě došlo sice během několika desítek let k obrovským změnám jak ve společenstvech (redukci některých druhů) tak v chemismu okolí, ale úspěšný proces oživení navrácí v současnosti život do jezer zpět. Jedno z nejméně ovlivněných jezer lidskou činností je Plešné jezero. V jeho okolí lýkožroutový žír poškodil až 500 let staré stromy; les se zde v současné době obnovuje. V těchto evropsky významných lokalitách taktéž probíhá řada výzkumných bádání, umožňující pochopení přírodních procesů v těchto vzácných lokalitách (Kopáček, 2018; Svoboda, 2008). Kyselé deště narušily původní chemismus jezer a půd, avšak přirozený proces znovuobnovení vytvořil z těchto oblastí jedinečné vědecké lokality. Vědecká bádání pomohla zodpovědět otázky týkající se schopností zotavení jezer, biochemickými cykly, přirozené obnovy lesních ekosystémů a rizika lesních disturbancí (Kopáček, 2018). I

když víme, že životnost jezer není nekonečná, což nám ukazuje postupné zazemňování jezera Laka, měli bychom udělat vše proto, aby tyto přírodní skvosty byly co nejméně ovlivněné lidmi a zachovaly si tak svou přirozenost i pro další generace.

5 Diskuze

Ačkoliv se jedná o rešeršní typ bakalářské práce a nemohu porovnávat vlastní výsledky s cizími, zaměřím se v diskuzi na to, jak téma podat žákům, pro jakou věkovou skupinu jsou jednotlivé kapitoly vhodné a v jakých předmětech je nejlépe téma vyučovat nebo alespoň zmínit. Nezapomenu ani na vyučující, kteří by měli mít přehled o dané problematice, pokud jí chtějí žákům sdělit. Zaměřím se na konkrétní poznatky, které shledávám jako stěžejní pro výuku. Žáci se často ptají, s tím by měl vyučující počítat a uzpůsobit tomu i svou výuku.

Pokud se zamyslím nad způsobem předání informací žákům, nabízí se v zásadě dvě možnosti. První z nich je klasický způsob výuky, kde vyučující podává fakta nebo se vybízí projektové vyučování, které se mi jeví jako lepší varianta. Témata v obou případech by byla stejná s tím rozdílem, že u projektového vyučování je více možností pro samostatnou činnost žáků a využití svých vědomostí v praxi. Pozitivum shledávám i ve vzájemné komunikaci a spolupráci ve skupině.

Prvotním tématem bych volila kapitolu **Vznik a vývoj jezer**. Pojednává o základních informacích týkající se stáří Šumavy a jejího vzniku. Pohyby litosférických desek ovlivnili nejen vznik Šumavy ale i ostatních pohoří světa. Další významnou etapou pro vývoj Země bylo období dob ledových a meziledových, které významně ovlivnily změny teplot. Nepředstavujme si souvislou vrstvu sněhu bez vegetace. Průměrné teploty dosahovaly sice pod bod mrazu, ale již se v nižších polohách objevovala vegetace. S postupným oteplováním se postupně začala formovat krajina do dnešní podoby. Voda z ledovců vyplnila jezerní pánve a vznikla tak ledovcová jezera. Kapitolu bychom mohli zařadit jak do výuky přírodopisu, kde spadá podle RVP do vzdělávací oblasti NEŽIVÁ PŘÍRODA (základními tématy jsou vznik země, geologické procesy, vývoj a stavba ČR) nebo je možné o tématu hovořit v rámci zeměpisu v oblasti ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (v tématu naše prostředí). Kapitolu bych volila jako úvodní, tudíž bych nevolila badatelské úlohy.

Pro žáky více uchopitelnou kapitolu je téma **Fauna a flora**, kde se nabízí její pestřejší využití.

Žáci by si měli uvědomit, vzácnost některých druhů v těchto lokalitách a porovnat je např. v celoevropském měřítku. Protože je kapitola obsáhlá na jednotlivé zástupce, je nutné vybrat ty nejdůležitější. Bezpochyby bych zmínila z flory oba dva druhy šídlatek, obecně bych hovořila o řasách a sinicích (zopakovala některé zástupce, které se žáci učili). Co se týče vyšších rostlin, zařadila bych jejich „poznávačku“. Zopakovala jehličnany a některé listnaté stromy z těchto stanovišť. U fauny bych se zaměřila především na planktonní organismy a hmyz. Vhodné by bylo vypracování pracovních listů, ze kterých by mohli žáci čerpat. V neposlední řadě je důležité zmínit, že během posledních několika desítek let došlo k velkým změnám, co se života v jezerech týče. Nabízí se otázka na žáky, proč tomu tak bylo? Proč vyhynuly některé druhy? Kam se poděli pstruzi? Je to pro přírodu dobře? Může za tuto situaci člověk? Nastala podobná situace i jinde v ČR nebo v Evropě? Diskuze by nám odhalila některé problémy, způsobené člověkem. Ne vše co člověk dělá je pro přírodu správné a neubližuje jí. Dostáváme se k další důležité kapitole pro pochopení nastalých změn. **Acidifikace a kůrovcová gradace**, z mého pohledu nejsložitější téma. Nemyslím si, že je nutné na úrovni ZŠ znát chemické procesy, ke kterým docházelo. Důležitější je zaměřit se na důvody, které k acidifikaci vedli a neposlední řadě se zmínit o kyselých deštích a jaké riziko pro přírodu představují. 80. léta 20. stol. představují stěžejní období pro rozvoj acidifikace. Proč? S rozvojem průmyslu a autodopravy se do ovzduší dostávalo více oxidu siřičitého a oxidů dusíku. Ačkoli se v přírodě běžně vyskytují, v nadbytečném množství naší planetě škodí. Vytváří se z nich kyseliny, které dopadají v podobě kyselých dešťů na zem a tu tím okyselují. Negativně působí na většinu organismů a někteří jejich zásahy dokonce nepřežijí. Příkladem je např. oslabení smrkových porostů a jejich následné napadení lýkožroutem smrkovým. Nabízí se i další diskuze s žáky, zda je kůrvec pro les opravdu takový „škůdce“ jako o něm hovoří veřejnost. Předpokládám, že většina názorů bude „pro“ a úkolem učitele je vysvětlit proč tomu tak není. I přesto, že některé lokality na Šumavě nevypadají vábně díky polomům, hrají velmi důležitou roli v rozvoji lesa. Stejně tak mnozí nevědí, že podobná situace již nastala. Je důležité si taktéž uvědomit jakou úlohu má les hospodářský a les NP. I přes střety názorů se vědci shodují na faktu, že bezzásahovost je jediná cesta udržení přirozeného lesa. Proč? Přirozený les je mnohem odolnější vůči přírodním vlivům,

zvyšuje se jeho diverzita a postupně se navrací některé druhy organismů. Výše zmiňovaná témata jsou sice specifická pro lokalitu šumavských jezer, kde jsou změny velmi razantní. Ve skutečnosti je ovlivněný celý svět. Prolíná se jak v předmětech přírodopisu (ekologie- organismy a prostředí), chemie (dopad průmyslu na přírodu), tak i zeměpisu (životní prostředí). V projektovém vyučování by byla možnost pokusů bezzásahovosti nebo měření pH. Škola sice nemá k dispozici les, ale je možné ho navštívit a vidět rozdílné druhy živočichů v místech kam člověk má a nemá přístup, popř. si udělat koutek na školní zahradě a daná místa porovnávat. Je to jen pouhý nástřel činností pro pochopení zmiňované problematiky. Čím více prostoru pro praktické úkoly, tím lépe.

Nastala nějaká změna, a co nám přinese **ochrana** těchto lokalit? S poklesem škodlivin v atmosféře se pomalu zotavují i jezerní vody. Opět se navrací doposud vyhynulé vodní druhy, zaznamenán je i nárůst vodního hmyzu a vhodné podmínky již umožňují rozmnožení šídlatky ostnovýtrusé. Lesní ekosystémy se budou vzpamatovávat z kůrovcové gradace poměrně déle. Již dnes víme, že padlé stromy zrychlily zotavení půdy a zlepšila se tak její kvalita. Daří se taktéž uchytit novým semenáčkům. Šumava se stává velmi vzácnou lokalitou, co se druhové diverzity týče, tak i její vypořádání s aciditou. Její přirozenost je obdivuhodná jak pro laiky, tak i pro vědce.

Co se týče věkové kategorie žáků, volila bych převážně deváté ročníky. Hlavním důvodem je, že již prošly vzdělávací okruhy, o kterých se zde bavíme, a budou si moci informace lépe utřídit. Často se stává, že po absolvování přijímacích zkoušek na SŠ, se zvyšuje absence a projekt by mohl sloužit jako menší motivace. Abych nezapomněla na vyučující, jejich přípravu bych volila prostudováním práce a dohledáním informací, u kterých si i po přečtení nejsou zcela jistí. Zaměřila bych se na kapitoly, viz výše v diskuzi, a každopádně měla práci ve výuce při sobě, a pokud bude možné, využívala interaktivní tabule. Některá čísla, zástupce nebo letopočty bych si raději vyhledávala v textu.

Každá třída je jiná a proto je důležité v hodině improvizovat. Některý ročník bude zajímat např. okyselení a některý více biotu. Proto by měl každý vyučující

přizpůsobit, do jaké hloubky bude u jednotlivých témat zacházet a brát v potaz zájem a individualitu žáků. Je možné téma rozdělit do několika předmětů nebo se o nich bavit vždy v souvislosti s určitou problematikou, nemyslím, že je to ale správné. Volila bych téma jako celek v rámci přírodopisu nebo jej vyučovala jako projekt.

Jsem spíše zastáncem výuky, kde si žáci své vědomosti osvojují v praxi a nejsou pouze posluchači. Tato výuka je podle mého názoru daleko efektivnější a zároveň člověka nutí se nad tématem více zamýšlet. Víím, že časově je velmi náročná a téma šumavských jezer je pouze okrajové, stálo by ale za to se o něm zmínit. Je malá pravděpodobnost, že zcela změní postoj jedinců k přírodě. Důležité je, že se nad problematikou zamyslí, zapřemýšlí nad vážností situace a nepřímo mohou ovlivnit i názory svých rodičů. Proto by bylo ideální zorganizovat školní výlet přímo do zájmového území. Např. k Prášílskému jezeru, které je relativně dostupné autobusem a pěšky.

6 Závěr

Cílem práce bylo vytvořit příručku pro učitele na téma Glaciální jezera Šumavy. Shrnout základní informace o původu a vzniku jezer, o jejich proměnách v průběhu let, o jejich acidifikaci a souvislostech acidifikace a „kúrovcových kalamit“ a v neposlední řadě i o významných druzích těchto lokalit.

Na základě prostudované literatury mohu tvrdit, že Šumava od druhé poloviny 20. století prošla velkými změnami, co se týče chemismu a s tím související život v jezerech a jejich okolí. Vliv člověka a postupná modernizace zapříčinili zvýšení koncentrace oxidu siřičitého oxidu dusíku v atmosféře. Vlivem chemických reakcí v atmosféře vzniknou z těchto sloučenin kyseliny, které se na zem dostanou v podobě kyselých dešťů. Neutralizační proces půdy díky bazickým kationtům není nekonečný a v těchto lokalitách byly jejich zásoby téměř vyčerpány. Tento faktor odstartoval postupné okyselení půd i jezerních vod. Ne všechny organismy jsou ale schopné snášet kyselé prostředí, a tak došlo ke změnám biodiverzity těchto lokalit. Smrkové monokultury se vlivem acidifikace oslabily a byly tím náchylnější k napadení kúrovcem, na Šumavě velmi diskutované téma. Na problematiku kúrovcového žíru se nahlíží s různých úhlů pohledu. Podle odborné literatury a vědeckých poznatků je obnovu lesa důležité neodstraňovat napadené stromy, které slouží jako „substrát,“ novým semenáčkům. O tom, že se ubíráme správnou cestou, nás přesvědčují výsledky výzkumu z Lesnické fakulty České zemědělské univerzity. Acidifikace ovlivnila i jezerní ekosystémy. V 70. letech došlo k úplnému vyhynutí ryb v jezerech a snížení početnosti některých druhů.

Aktuální stav jezer sice není stejný jako před acidifikací, ale o tom že k postupnému znovuoživení dochází, nás přesvědčují zvýšení počtu populací a návrat některých druhů. Přirozený proces obnovy bude trvat dlouho a je nutné do něho nezasahovat. Pokud bude mít člověk tendenci odstraňovat z lesů v I. zónách padlé stromy, je velmi pravděpodobné, že přirozená obnova lesů vůbec neproběhne. Pokud chceme zachovat divoký ráz Šumavy, je nutné si tento fakt uvědomit.

7 Seznam použité literatury a elektronických zdrojů

Anděra M. a Zavřel P. za kolektiv, 2003: ŠUMAVA-příroda, historie, život. Praha, Baset, 800 s.

Anonymus, 2008-2018: Ledovcová jezera., [online]. [cit. 3. 3. 2018] Vimperk: Národní park Šumava. dostupné z: <http://www.npsumava.cz/cz/1285/sekce/ledovcova-jezera>.

Anonymus A: Národní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero. [online]. Dostupné z: http://www.cittadella.cz/europarc/index.php%3Fp%3Dindex%26site%3DNPR_cerne_a_certovo_jezero_cz#top

Anonymus B: Flóra a vegetace. [online]. Dostupné z: http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=flora&site=NP_sumava_cz

Anonymus C: - informační tabule na Plešném jezeře. Akademie věd české republiky.

Anonymus D: 26. 11. 2017: *Zevar úzkolistý- Wikipedia: Otevřená encyklopedie:* [online]. Dostupné z https://cs.wikipedia.org/wiki/Zevar_%C3%BAzkolist%C3%BD

Anonymus E: Šumavská jezera v roce 2000

Babůrek J., Petroldová J., Verner K., Jiříčka J., 2006: Průvodce geologií Šumavy. Vimperk: Východočeská tiskárna, 118 s.

Boháč J., Matějka K., 2010: Sledování epigeických brouků na výškovém transektu na Plechém (Šumava) v roce 2009. Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012 *Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě* v roce 2009. Praha, 1-19.

Čtvrtlíková M., 2004: Soudobý výzkum šídlatek *Isoëtes* na Šumavě, AKTUALITY ŠUMAVSKÉHO VÝZKUMU II: Sborník z konference. Vimperk: Správa NP Šumava, *Katedra botaniky PŘF, Olomouc, S. 124-128.*

Čtvrtlíková M., 2016a: Životní strategie šídlatek prověřená stovkami milionů let. *Živa* 3: 110-112.

Čtvrtlíková M., 2016b: Šídlatky na dně šumavských jezer. *Živa* 4: 165-167.

Doležal P., 2013: Jak se žije v lese (smrkovém)- kapitoly ze života lýkožrouta smrkového, *Živa* 5: 229-230.

Europas wildes herz, 2013: Jsou výzkum a přeshraniční spolupráce nadějí, nebo nechtěným břemenem NP Šumava?, *Živa* 5: 92-94.

Fott J., Kohout L., Pražáková M., 2001: Zooplankton šumavských jezer: 130 let změn a perspektivy dalšího vývoje: *AKTUALITY ŠUMAVSKÉHO VÝZKUMU*: 58-59s.

Hofhanzlová E., 2006: Hořec panonský- alpský rodák symbolem Šumavy. *Živa* 4: 155-157.

Housarová M., Mentlík P., 2004: Srovnání vybraných morfometrických charakteristik některých glaciálně podmíněných forem reliéfu oblasti Šumavy a Bavorského lesa. Plzeň: *Miscellanea geographica* 10.

Hruška V., 1979: Šumavská jezera a některé kapitoly z jejich výzkumu, *Živa* 4: 124-126.

Hruška J. a Kopáček J., 2009: Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy I. Emise a depozice okyselujících sloučenin, *Živa* 2: 93-96.

Hruška J., Oulehle F., Krám P., Skořepová I., 2009: Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy II. Vliv depozic síry a dusíku na půdy a lesy, *Živa* 3: 141-144.

Hruška J., Majer V., Krám P., Oulehle F., Kopáček J., Vrba J., Fottová D.: 2009: Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy III. Okyselení potoků jezer, *Živa* 4: 189-192.

Hruška J., Oulehle F., Chuman T., Kopáček J., Vrba J., Čtvrtlíková M., Majer V., 2013: 30 let výzkumu šumavských jezer. Regenerace z okyselení a vliv gradace lýkožrouta. *Živa* 5: 224-229.

Jonášová M., Prach K., Spitzer K., 2001: Horské smrčiny napodruhé (a ochrana přírody na Šumavě), *Živa* 2: 63-64.

Jonášová M. E., 2013: Přírodní disturbance- klíčový faktor obnovy horských smrčín, *Živa* 5: 216-219.

Kindlmann P., Matějka K., Doležal P., 2013: Co je za přemnožování (gradací) lýkožrouta smrkového na Šumavě, *Živa* 5: 231-233.

Kopáček J., 2018: Vody i lesy Šumavy se zotavují, *Vesmír* 1: 52-54.

Matějka K., 2004-2011: Vývoj počasí na Šumavě. [online]. Dostupné z: <https://www.infodatasys.cz/sumava/klima.htm>

Mentlík P., 2002: Příspěvek ke geomorfologii okolí Prášílského jezera (povodí Jezerního potoka). *Silva Gabreta*, 8: 19-42.

Mikulášová E., 2008: Diverzita a ekologie šumavských mechorostů. *Živa* 6: 249-252.

Petroldová J., Verner K., Nývlt D., Babůrek J., 2004-2005: Geologický vývoj Šumavy, Geopark Stožec.

Procházka F., 2000: Šumavské šídlatky - mýty a skutečnost. *Silva Gabreta* 5, 83-92.

Soldán T., Bojková J., Vrba J., Bitušík P., Chvojka P., Papáček M., Peltanová J., Sychra J., Tátošová J., 2012: Aquatic insects of the Bohemian Forest glacial lakes: Diversity, long-term changes, and influence of acidification. *Silva Gabreta*, 18(3): 123-283.

Staněk J. a Bednařík J., 1998: Meteorologická stanice Churáňov. *Silva Gabreta* 2, 377-384.

Svoboda I., 2008: Šumavská ledovcová jezera, kary, strže a vodopády. Praha: DAS media, 175 s.

Šantůčková H. et al., 2010: Co vyprávějí šumavské smrčiny - průvodce lesními ekosystémy Šumavy. České Budějovice: Typodesign s.r.o., 153s.

Šobor M., Janský B., 2016: The morphometric parameters of glacial lakes in the Bohemia Forest. *Silva Gabreta*, 22: 31-61.

Vočadlova K., 2006-2007: Skrytá tajemství Černého jezera. *Geografické rozhledy* 2: 24-25.

Vrba J., Fott J., Kopáček J., Nedbalová L. a Nedoma J., 2001: Dlouhodobý limnologický výzkum šumavských jezer a jejich současný stav. *AKTUALITY ŠUMAVSKÉHO VÝZKUMU*. Srní 2. – 4. dubna 2001. str. 56 – 57.

Vrba J., Kopáček J., Fott J., 2002: Šumavská ledovcová jezera na přelomu tisíciletí, *Živa* 6: 265-268.

Vrba J., Fott J., Kopáček J., Soldán T., Veselý J., 2003: Sto třicet let výzkumu šumavských jezer: *Živa* 1: 25-29.

Vrba J., Fott J., Kohout L., Kopáček J., 2004: Současné zotavování acidifikovaných jezer na Šumavě, *AKTUALITY ŠUMAVSKÉHO VÝZKUMU II*. Srní 4. – 7. října 2004. str. 99 – 103.

Vrba J., Kopáček J., Čtvrtlíková M., Znachor P., 2016: Brief history of long- term ecological research into aquatic ecosystems and their catchments in the Czech Republic, Part II.: Glacial Lakes. Biology Center CAS, v.v.i., Institute of Hydrobiology, České Budějovice, 32s.

Zelenková E., 2002: Šumavská jezera v roce 2000. *Ministerstvo životního prostředí [online] dostupné z:* <https://www.mzp.cz/ris/ais-ris-info-copy.nsf/6d13b004071d0140c12569e700154acb/a3c0710c022bf16dc1256bed004dad7e?OpenDocument>

Zelenková E., Vrba J., 2013: Šumavská ledovcová jezera. Vimperk: Akcent, 40s.

8 Zdroje obrázků

Čtvrtlíková M., 2018 Šídlatky jezerní na dně Černého jezera. Dlouhodobý ekologický výzkum ve fotografii [online]. 2016 [2018-12-18]. Dostupné z: <http://www.lter-ve-fotografii.wz.cz/podvodni.html>

Čtvrtlíková M., 2016b: Šídlatky na dně šumavských jezer. *Živa* 4: 165-167.

Hruška J. et al., 2013: 30 let výzkumu šumavských jezer. Regenerace z okyselení a vliv gradace lýkožrouta. *Živa* 5: 224-229.

Šobor M., Janský B., 2016: The morphometric parameters of glacial lakes in the Bohemia Forest. *Silva Gabreta*, 22: 31-61.

Tapdiqova K., 2013 Daphnia-longispina. *Commons.wikimedia.org* [online]. [2018-12-18]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daphnia-longispina1e.jpg>

Vrba J., Kopáček J., Čtvrtlíková M., Znachor P., 2016: Brief history of long-term ecological research into aquatic ecosystems and their catchments in the Czech Republic, Part II.: Glacial Lakes. Biology Center CAS, v.v.i., Institute of Hydrobiology, České Budějovice, 32s.

Ziarnek K., 2013: Juncus bulbosus. *Commons.wikimedia.org* [online]. [2018-12-18]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Juncus_bulbosus_kz1.JPG

Znachor P., 2016: Plešné jezero na Šumavě. Dlouhodobý ekologický výzkum ve fotografii [online]. 2016 [2018-12-18]. Dostupné z: <http://www.lter-ve-fotografii.wz.cz/letecke.html>

Znachor P., 2016: Prášílské jezero na Šumavě.. Dlouhodobý ekologický výzkum ve fotografii [online]. 2016 [2018-12-18]. Dostupné z: <http://www.lter-ve-fotografii.wz.cz/letecke.html>

Znachor P., 2016: Jezero Laka na Šumavě.. Dlouhodobý ekologický výzkum ve fotografii [online]. 2016 [2018-12-18]. Dostupné z: <http://www.lter-ve-fotografii.wz.cz/letecke.html>

Znachor P.,2016: Čertovo jezero na Šumavě. Dlouhodobý ekologický výzkum ve fotografii [online]. 2016 [2018-12-18]. Dostupné z: <http://www.lter-ve-fotografii.wz.cz/letecke.html>

Znachor P.,2016: Černé jezero na Šumavě. Dlouhodobý ekologický výzkum ve fotografii [online]. 2016 [2018-12-18]. Dostupné z: <http://www.lter-ve-fotografii.wz.cz/letecke.html>

9 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Letecký snímek Plešného jezera | 12 |
| Obrázek 2: Batymetrická mapa Plešného jezera | 12 |
| Obrázek 3: Letecký snímek jezera Laka..... | 13 |
| Obrázek 4: Batymetrická mapa jezera Laka | 13 |
| Obrázek 5: Letecký snímek Prášílského jezera..... | 14 |
| Obrázek 6: Batymetrická mapa Prášílského jezera | 14 |
| Obrázek 7: Letecký snímek Černého jezera | 15 |
| Obrázek 8: Batymetrická mapa Černého jezera | 15 |
| Obrázek 9: Letecký snímek Čertova jezera | 16 |
| Obrázek 10: Batymetrická mapa Černého jezera | 16 |
| Obrázek 11: Odběr zooplanktonu na Plešném jezeře. | 17 |
| Obrázek 12: Sítina cibulkatá (<i>Juncus bulbosus</i>) | 22 |
| Obrázek 13: Břichatka jezerní (<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>)..... | 25 |
| Obrázek 14: Šídlatka jezerní (<i>Isoëtes lacustris</i>) na dně Černého jezera | 39 |
| Obrázek 15: Šídlatka ostnovýtrusá (<i>Isoëtes echinospora</i>) v Plešném jezeře | 41 |
| Obrázek 16: Změny vodního chemismu Černého jezera | 50 |
| Obrázek 17: Nárůst populace šídlatky ostnovýtrusé v Plešném jezeře..... | 52 |

10 Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Některá NEJ z meteorologické stanice Churáňov..... | 7 |
| Tabulka 2: Jezera v číslech | 16 |
| Tabulka 3: Významní zástupci zooplanktonu šumavských jezer, kteří přežili acidifikaci | 26 |
| Tabulka 4: Nalezené druhy jepic v šumavských jezerech v letech 1897-2010. | 28 |
| Tabulka 5: Nalezené druhy vážek v šumavských jezerech v letech 1892-2010..... | 28 |
| Tabulka 6: Nalezené druhy pošvatek v šumavských jezerech v letech 1892-2010 | 29 |
| Tabulka 7: Nalezené druhy ploštic v šumavských jezerech v letech 1848–2011 | 30 |
| Tabulka 8: Nalezené druhy chrostíků v šumavských jezerech v letech 1890–2010 | 31 |
| Tabulka 9: Nalezené druhy vodních brouků v šumavských jezerech v letech 1871–2011 | 33 |
| Tabulka 10: Nalezené druhy dvoukřídleho hmyzu v šumavských jezerech v letech 1897- 2010..... | 34 |
| Tabulka 11: Početnost zooplanktonu šumavských jezer měřená v září roku 1999 a 2003 | 51 |