



Přírodovědecká
fakulta
Faculty
of Science

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

Katedra Biologie ekosystémů

Bakalářská práce

Ekologické funkce rašelinišť a jejich monitoring

Vypracovala: Kristýna Zíková

Školitel: RNDr. Martin Hais CSc.

České Budějovice 2021

Zíková K., 2021: Ekologické funkce rašelinišť a jejich monitoring [Ecological functions of peatlands and their monitoring Bc. Thesis, in Czech] - 29 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá ekologickou funkcí rašelinišť a jejich monitoringem. Součástí této práce je projekt na monitoring rašelinišť na území Šumavy, pro vyhodnocení revitalizací rašelinišť, kde bude sledován teplotní režim, kdy při zamokření lokality dochází ke snížení povrchové teploty rašeliniště.

Klíčová slova

Rašeliniště, revitalizace rašelinišť, monitoring rašelinišť, teplotní režim rašelinišť

Annotation

This bachelor thesis deals with the ecological function of peatlands and their monitoring. Part of this work is a project for monitoring peatlands in Šumava in order to evaluate the revitalization of peatlands, where the temperature regime will be monitored, when the site becomes wet and the surface temperature of the peatland decreases.

Keywords

Peatlands, peatland revitalization, peatland monitoring, peatland temperature regime

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci 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 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

10. 4. 2021

.....
Kristýna Zíková

Poděkování

Ráda bych poděkovala především mému školiteli RNDr. Martinu Haisovi CSc., který mi byl oporou při vypracování práce a s ochotou mi pomohl se v této problematice zorientovat. Dále bych ráda poděkovala rodině, jež mne ve studiu podporovala a pomohla. V neposlední řadě bych ráda poděkovala i zaměstnavateli, který za mnou stál a umožnil mi studovat i během pracovní doby.

Obsah

1 Úvod	1
2 Vznik rašelinišť a historie jejich využívání	3
2.1 Vznik a historie	3
2.2 Využití	4
2.2.1 Využití v zemědělství	4
2.2.2 Využití jako palivo	5
2.2.3 Další využití	6
2.3 Odvodňování	6
3 Ochrana, obnova rašelinišť a jejich monitoring	7
3.1 Ochrana	7
3.2 Revitalizace	8
3.3 Monitoring	9
4 Šumavská rašeliniště	10
5 Ekologická funkce rašelinišť	11
5.1 Biodiverzita	11
5.2 Retence vody	12
6 Návrh projektu	13
6.1 Cíl projektu	14
6.2 Hypotéza	14
6.3 Experiment	14
6.3.1 Zájmové území	15
6.3.2 Metody a data	15
6.3.3 Výsledky	15
6.4 Harmonogram a rozpočet	16
6.5 Zpracování výsledků	17
6.6 Další možnost rozšíření	17
6.7 Závěr	17

1 Úvod

Úvodem do této práce je samotný popis rašelinišť a jejich vznik, co rašeliniště jsou a jaké máme typy, případně, kde je můžeme najít.

Rašeliniště čili blatiniště představují suchozemské ekosystémy, které se vyskytují na trvale nebo dlouhodobě zamokřených stanovištích. Jedná se o přirozeně se vyskytující bažinný biotop, který je trvale obýván podpovrchovou (minerotrofní rašeliniště) nebo dešťovou vodou (ombrotrofní rašeliniště), přičemž produkuje velké množství rostlinné biomasy v podobě rašeliny. Rašeliniště musíme vnímat jako komplex zahrnující trvalé napájení vodou, rašelinné ložisko a rostlinný pokryv. (Friedl a kol., 1991)

V tomto specifickém biotopu se neustále tvoří velké množství rostlinné biomasy, která je trvale zamokřená, a bez přístupu vzduchu se nedostatečně rozkládá. Hromadí se ve spodních vrstvách za vzniku rašeliny (a to až několikametrové vrstvy). (Jelínek, 1999)

Rašeliništěm se tedy rozumí bažina či mokřad, tedy trvale nebo dlouhodobě zamokřený biotop, ve kterém převažuje biotická primární produkce nad dekompozicí a v jejichž substrátu se hromadí odumřelá organická hmota. (Jeník a Soukupová, 1989)

Rašeliniště jsou ekosystémy, které jsou výsledkem postupného hromadění rostlinných zbytků na místech, kde místní podmínky inhibují rozkladnou aktivitu mikroorganismů, tj. oblasti nadměrné vlhkosti, nízkého pH, nedostatku kyslíku a nízkých teplot. (Moore, 1997)

Celosvětově rašeliniště pokrývají zhruba 3 % zemského povrchu a sehrávají rovněž velmi důležitou klimatickou roli. (Clymo, et. al., 1998) Z celkové plochy rašelinišť se přitom zhruba 80 % nachází v chladných oblastech s hojností srážek, zejména v Rusku, Kanadě a USA. Zbývající rašeliniště se nalézají v tropickém a subtropickém podnebném pásu, především v jihovýchodní Asii. (Josten, 2004)

Na rašeliniště je rovněž pohlíženo jako na cenné zásobárny vody (představují 10 % zásob sladké vody na planetě) a dále je jim přisuzován pozitivní vliv na mikroklima. Zároveň s tím se udává, že je v rašeliništích uložena zhruba 1/3 světových zásob uhlíku, jenž je vázán v půdě. (Osman, 2018)

Pro jeho vznik jsou nezbytné tři podmínky, mezi které patří (stálý) zdroj vody, ať už ve formě srážek či pozemních nebo podzemních vod. Další podmínkou pro vznik je druh podloží, jelikož ke vzniku rašeliniště je třeba podloží, jež nepropustí shromážděnou vodu.

Poslední hlavní podmínkou pro vznik je flóra, jejíž odumřelé části tvoří organické bahno, tedy rašelinu (případně slatinu). (Jeník a Soukupová, 1989)

Rašeliniště můžeme klasifikovat podle mnoha aspektů. Podle jejich zdroje vody, jejich vzniku, podle typu podloží, na kterém se vyskytují, podle pH přítomné vody, podle přítomných druhů flóry aj. Nejčastěji však literatury zmiňují dělení podle vzniku a druhového zastoupení rostlin, podle nichž rašeliniště dělíme na tři typy.

Prvním typem jsou slatiniště neboli slatě, tedy minerotrofní rašeliniště. Slatiniště vzniká díky podzemním minerálním přítokům vody, nebo využívá povrchovou živinami obohacenou vodu. (Jeník a Soukupová, 1989) Hloubka přítomné podpovrchové rašeliny tvoří centimetry až jeden metr. Přítomná voda má neutrální pH a bývá mineralizovaná. Bývá zde méně vody a jejím zdrojem, jak již bylo zmíněno, je podpovrchová na živiny bohatší voda, díky čemuž se pyšní větší druhovou pestrostí. Vznikají v teplejších oblastech, v nížinách a pahorkatinách. (Jelínek, 1999) Nejčastěji je však najdeme na březích řek a jezer, kde zaujímá velké plochy. Tento typ rašeliniště je celosvětově rozšířený. (Jeník a Soukupová, 1989) V našich krajinách jsou příkladem šumavské slatě. Převažující vegetací jsou zde ostřice a sítiny. (Jelínek, 1999)

Druhým typem jsou přechodná rašeliniště, jinak blata. Zde je voda přijímána srážkami nebo podzemními prameny, nejčastěji však jejich kombinací. (Jeník a Soukupová, 1989). Tento typ má tedy smíšený původ a dodávaná voda bývá chudší na živiny. (Jelínek, 1999) Přechodné rašeliniště můžeme hledat ve vlhčích krajinách střední Evropy. (Jeník a Soukupová, 1989). Mívají pestřejší druhové složení než vrchoviště, kombinují jak mechy rašeliničnické, tak i různé trávy. Příkladem v našich zeměpisných šířkách mohou být blata Třeboňské pánve. (Jelínek, 1999)

Posledním typem jsou vrchoviště, tedy ombrotrofní rašeliniště. U nich jsou zdrojem vody především srážky (tedy déšť a sníh). Často vznikají z původních slatinišť ve chvíli, kdy bahno naroste do takové výšky, že ztratí souvislost s jiným zdrojem vody, než jsou právě srážky. (Jeník a Soukupová, 1989) Díky tomu má přítomná voda kyselé pH, avšak kyselé pH bývá umocněno i kyselým podložím (žuly, ruly, svory). Podloží je nepropustné, hloubka přítomné biomasy může činit i několik metrů. V rámci vegetace převažují silně mechy rašeliničnické. Vznikají v chladných oblastech a ve vysokých nadmořských výškách. (Jelínek, 1999) Vrchoviště tedy nalezneme nejčastěji v severských zemích (nebo horách), kdy je ovzduší přesycené vlhkostí a díky nízkým teplotám nedochází k velkému výparu. Tento typ je téměř shodný na celé severní polokouli a můžeme se s ním setkat i u nás na Šumavě a

Krušných horách např. Rolavská rašeliniště (Jeník a Soukupová, 1989; Jelínek, 1999) Historicky na Šumavě převládala minerotrofní rašeliniště. Ta v průběhu času ztratila podzemní zdroj vody a jediným zdrojem vody se staly srážky. To přispělo k jejich přeměně na vrchoviště, která jsou dnes pro Šumavu charakteristická. Rašeliniště můžeme nalézt i na neobvyklých místech, jako jsou svahy a hřebeny vysokých hor (Jeník, Soukupová 1989).

2 Vznik rašelinišť a historie jejich využívání

2.1 Vznik a historie

Rašeliniště mají tu vlastnost, že je možné z nich vyčíst informace o nich samotných, krajíně i klimatu z blízké i daleké minulosti. Díky humolitu, který funguje jako konzervační nástroj, lze z rašeliniště pylovou analýzou, tedy díky metodám paleobotaniky, tyto informace vyčíst. Z výsledků těchto metod se čerpá pro další výzkum a závěry slouží i pro odborníky v lesnictví, geologii, archeologii apod. (Jankovská, 1989)

Tyto vývojově staré, pozoruhodné typy mokřadů vznikly v podstatě dvěma protichůdnými způsoby, a to buď zarůstáním vodních nádrží (jezer, rybníků), nebo naopak zamokřením původně suché půdy. (Čabart, 1960)

Naprostá většina zárodků ložisek rašeliny se vyvinula na vývěrech podzemní vody přibližně před 10 000 – 15 000 lety, tedy na počátku éry mladších čtvrtohor (holocénu). Zpočátku se rašeliniště vyvíjela jako slatiniště, na vrchoviště se část přeměnila až v průběhu holocénu, a to vlivem kolísajících klimatických podmínek. Důsledkem některých klimatických výkyvů docházelo ke zpětné přeměně na slatiniště. Kromě zmíněného střídání slatinných a vrchovištních fází mají klimatické výkyvy vliv na rychlost tvorby slatiny (slatinného humolitu). (Jankovská, 1989)

Rychlost akumulace rašeliny je závislá na vodním režimu, teplotě a dalších faktorech. Odhadovaná rychlost se pohybuje mezi 20 a 60 cm za 1000 let. (Walker, 1970)

Nejstarší sedimenty československých rašelinišť se uložily již na konci doby ledové v pozdním pleistocénu. Ve starším a středním dryasu, na sklonku doby ledové, začaly vznikat první uloženiny budoucích rašelinišť, vlivem eroze však nelze výsledky brát s naprostou přesností. Až v mladším dryasu byl vytvořen dobrý základ (někdy až 1m vrstvy sedimentu) pro dnešní rašeliniště, vegetace byla většinou mozaikou slatinných společenstev, které se dnes vyskytují vzácně – glaciální relikty. Rostlinná biomasa se však začala utvářet až s oteplením v průběhu prvního období holocénu, kdy docházelo k erozi jen ojediněle. Zvyšováním teplot pokračovalo a mělo za následek suchá léta. Konstantní zvýšení teplot vedlo k pestřejšímu

nárůstu vegetace a zarůstání jezírek, což mělo za následek zvyšování vrstvy sedimentu. Oteplování však pokračovalo a mělo za následek vystoupení dřevin, které způsobilo v sedimentu vrstvu, díky které odborníci rozlišují starší a mladší mechovou rašelínu. V nejmladším holocénu však dochází k ovlivnění rašelinišť člověkem – znatelný ústup lesních porostů ve prospěch zemědělských ploch. Samotná rašeliniště byla odvodňována a následně byla zasažena těžbou rašeliny. Častým problémem současných rašelinišť je jejich vysoušení a zanikání jako následek jejich těžby a odvodňování. Dalším problémem je naopak podmáčení ploch (louky apod.) z důvodu narušeného sedimentu, který propouští vodu do okolí. (Jankovská, 1989; Pošta, 2004)

2.2 Využití

Rašelina své využití nachází již dlouhá staletí jak v energetice jako kaustobiolit (fosilní palivo), tak i v zemědělství, a to při pěstování zemědělských plodin na odvodněných rašeliništích, dále jako stelivo pro dobytek či v zahradnictví při výrobě pěstebních substrátů a v lesnictví při zalesňování rašelinišť. Další využití rašeliny je v balneologii (v procesu lázeňské léčby) a ve farmacii. Pro své specifické vlastnosti byla rašelina, která je schopná vázat sirovodík a čpavek, využívána také při čištění odpadních vod. Využití našla rovněž v průmyslu stavebních hmot apod. (Dohnal, 1965)

V České republice se rašelina využívá nejčastěji pro výrobu kulturních rašelinných substrátů, stejně jako i v balneologii. V současné době působí na českém trhu dva výrobci rašelinných substrátů a to Rašelina a.s. a Argo CS a.s. Těžít rašelínu zde však může pouze Rašelina a.s. spolu s některými lázeňskými zařízeními. To, že si lázeňská zařízení sama zajišťují těžbu a zpracovávání rašeliny, lze považovat za velmi moderní trend. V Česku za tímto účelem využívají například rašeliniště Krásno-Čistá. V lázeňství je rašelina klasifikována jako peloid (rašelina, slatina nebo bahno, tj. látky, které v přírodě vznikly geologickými a biologickými pochody), přičemž peloidy jsou považovány za druhý hlavní přírodní léčebný prostředek balneologie. K léčebným účelům se peloidy využívají v rozmělněném stavu ve směsi s vodou, obvykle místně příslušnou přírodní minerální vodou. (Jandová, 2009)

2.2.1 Využití v zemědělství

Vzhledem k tomu, že rašelina zvládne zadržet obrovské množství vody, je přidávána rovněž do půdy. Z půdy bohaté na trvalý humus se vyplavuje podstatně méně živin než z půdy bez trvalého humusu. U lehkých půd zlepšuje jejich strukturu a zvyšuje schopnost poutat vodu a živiny. Samotná rašelina totiž neobsahuje prakticky žádné živiny a je mírně kyselá. Využívá

se v zahradnictví, a to zejména za účelem pěstování okrasných rostlin, jež potřebují kyselé, humózní půdy. Například pro rododendrony je tak nejvhodnější hrubá vláknitá rašelina, která je vzdušná, snadno přijímá vodu a dobře ji poutá a reakci má silně kyselou (pH = 3,5). (Dostálková, 1981)

Jelikož se ukázalo, že substráty z čisté rašeliny vykazují nejlepší výsledky při pěstování, lisováním se z ní vyrábějí například i rašelinové květináče, ideálně využitelné pro setí semen, rozsazování malých sazenic apod. (Puustjärvi, 2004)

V intenzivních zahradnických a květinářských provozech tak rašelinné substráty postupem času vytěsnilo veškeré další substráty, přičemž na rašelinné substráty je vázána většina produkce květin. Jak v Holandsku, tak i v Německu je na rašelinu a pěstební substráty napojen celý květinářský i školkařský sektor. Největším světovým výrobcem substrátů pro pěstební účely v zahradnictví a lesnictví je německá společnost Klasmann-Deilmann GmbH.

Výroba pěstebních substrátů je ovšem poměrně náročná. To je dáno zejména nutností zbavit rašelinu nadměrných kusů dřeva ze stromů, které kdysi na rašelinistích rostly a zůstaly zakonzervovány. Holanští obchodníci rašelinu pocházející ze severovýchodních států rozvázejí v podstatě po celém světě. Pro ilustraci, v roce 2018 Holandsko vyvezlo 1,185 milionů kilogramů rašeliny. (StatLine – Geoderensoorten naar land)

Důležité je tak v tomto kontextu zmínit rovněž environmentální otázky těžby rašeliny. V této oblasti se angažuje především Evropská asociace rašeliny a hnojiv – EPAGMA (European Peat and Growing Media Association), jež v rámci EU zaštiťuje jednotlivé výrobce substrátů a rašelinářské společnosti.

2.2.2 Využití jako palivo

Rašelinu lze spolu s uhlím, ropou a zemním plynem označit za fosilní paliva utvářející základ neobnovitelných zdrojů energie. Rašelina je v podstatě tvořena sedimenty organického původu, které vznikly za nedostatku atmosférického kyslíku z odumřelé rostlinné hmoty pod vodou. Je tak zároveň předchůdcem uhlí. Vznikla však při kratší době prouhelňování, nižším tlaku a teplotě zhruba mezi 150 a 200 °C. I když je tak možné rašelinu energeticky využívat, její význam je poměrně malý a její využití tak má zejména lokální charakter. Přesto však polovina objemu celosvětově vytěžené rašeliny má své využití právě jako palivo, a to buď za účelem vytápění domácností, nebo spalování v tepelných elektrárnách (za vzniku tepla a elektrické energie). Pro energetické účely se rašelina tradičně využívala zejména v Rusku, Německu, Irsku, Dánsku, Švédsku, Estonsku (kde je elektrárna na rašelinu) a Finsku. Pro

ilustraci, v Irsku dosáhlo využívání rašeliny jako energetického materiálu svého vrcholu v 60. letech minulého století, kdy rašelina poskytla 40 % celkového objemu elektřiny. V roce 1963 to bylo už jen 32 % a v roce 2016 už dokonce jen 8 %. (Breathnach, 2011)

2.2.3 Další využití

Rašelina se v minulosti využívala také jako stelivo pro dobytek. Již v Ottově slovníku naučném z roku 1909 se píše: „Rašelinné stelivo jest roztrhaná rašelina, která náležitě suchá podestýlá se ve stájích na místě slámy. Jest to pružné plstnaté pletivo rostlinné barvy světle až tmavě hnědé“. (Otto, 1909) Dnes hraje klíčovou roli například při výrobě dozrávající sladové whisky. Během sušení sladu se do ohně přidává rašelina, která například skotské whisce Passport zajišťuje jemný kouřový a rašelinový nádech. Svůj prostor však rašelina dlouhodobě má i v průmyslu, kde se využívá pro své dobré izolační vlastnosti. Například v Rusku jsou pokládány rašelinové desky a segmenty, které jsou schopné odolávat i kritickým teplotám od minus 60 do plus 100 °C. (Vasiljeva, Korjakins, 2017) Využití nachází také v akvaristice, kde jí někteří chovatelé připisují své úspěchy v odchovu náročných druhů ryb.

2.3 Odvodňování

Závěr této kapitoly je věnován odvodňování rašelinných ložisek, k němuž dochází již od 18. století, a to v důsledku toho, že se výskyt rašelinišť často neslučoval s lidskými aktivitami. (Lappalainen, 1996) Jak známo, pro fungování rašelinišť je ovšem trvale vysoká hladina vody naprosto klíčová. Ať už je odvodnění jakkoli silné, rašeliniště vždy poškozuje a celkově vede k degradaci ekosystému jako takového. V krajním případě může dokonce zapříčinit jeho úplný zánik. Z krajiny totiž nezmizí jen jedinečný biotop, ale i přirozená zásobárna vody zejména v obdobích sucha. Snížení hladiny vody je navíc následováno změnami ve vegetaci, diverzitě a ve složení mikrobiálního společenstva. Tím, že se provzdušní svrchní vrstvy rašeliny, dochází k jejímu rozkladu a z rašelinišť se stávají zdroje uhlíku uvolňujícího se do atmosféry.

V současnosti je pak odvodňování považováno za možnou příčinu častějšího rozvodňování řek. V této souvislosti platí, že změnu hydrologických poměrů rašeliniště lze po vyhloubení odvodňovacích kanálů predikovat jen velmi obtížně. Odvodňovací kanály jsou navíc nezdědkou příčinou změn chemismu půdního roztoku a odtékající vody, přičemž dochází také ke zvýšené erozi a odnosu organického materiálu. Při odtoku z drenážních kanálů do říčních toků a jezer dochází ke zvyšování mnoha prvků a živin, rozpuštění organického uhlíku a pH. Mění se ovšem také alkalita či tepelná vodivost a teplota.

Naopak přehrazení odvodňovacích kanálů může k obnově rašelinišť přispět stejně jako prosté upuštění od jejich údržby. Pro ilustraci, na Šumavě se s odvodňováním rašelinišť začalo již v předminulém století, přičemž nejsilnější zásahy se datují do období 70. a 80. let minulého století. Celkem zde byly v průběhu let odvodněny 2/3 ze zhruba 6000 ha. (TZ Správa NS Šumava, 2015) Hlavním důvodem odvodňování byla na jedné straně snaha zvýšit produkci dřeva z podmáčených lesních porostů (a to již od 14. století), na druhé straně pak údržba zemědělské půdy (kultivace půdy pro zemědělské účely). Odvodňovalo se však i za účelem těžby samotné rašeliny.

3 Ochrana, obnova rašelinišť a jejich monitoring

3.1 Ochrana

Ochrana rašelinišť je důležitá s ohledem na jejich význam v krajině. Jde totiž o důležitý hydrologický prvek, protože regulují povrchové odtoky. Umožňují také zásobit podzemní vody. Další jejich významný aspekt spočívá v biodiverzitě, tj. druhové pestrosti, vymezené jak s ohledem na jejich zeměpisnou polohu, tak geologickou a geomorfologickou rozmanitost. V rašeliništích jsou uchovávána semena rostlin a různé živočišné zbytky. Za pomoci metody pylové analýzy je možné sledovat proměny okolního rostlinného krytu, změny v životním prostředí okolní krajiny i to, jak se rozvíjí osídlení původního vodního ekosystému. Rašeliníky mají důležitou schopnost hromadění atmosférického uhlíku v organické podobě, což má za následek snížení množství škodlivého skleníkového plynu oxidu uhličitého v atmosféře. (Jóža, Vonička, 2004; Pivnicková; Walbridge, Navaratnan, 2006; Metzler, 2014)

Ve vztahu k výše uvedenému je zajištěna celosvětová ochrana rašelinišť. V České republice ji zajišťuje příslušná legislativa a také vybrané mezinárodní úmluvy, v praktické rovině se lze zmínit o krajinných programech Ministerstva životního prostředí a o vytvořených plánech péče. Sdružení Arnika se zaměřuje na ochranu mokřadů a vodních toků.

Za primární zákon ochraňující rašeliniště se považuje zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Podle tohoto zákona se rašeliniště považují za důležitý prvek v krajině, a z tohoto pohledu podléhají ochraně před možným poškozením a ničením. Obecně se totiž ochrana významných krajinných prvků považuje za základní nástroj obecné ochrany přírody a krajiny. K využívání rašelinišť může docházet jen do takové míry, aby se nenarušila jejich obnova a nebyly ohroženy nebo oslabeny jejich stabilizační funkce. (Vícha, 2010)

Dalšími národními právními předpisy zabezpečujícími ochranu rašelinišť je také zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní

prostředí (EIA – proces hodnocení pravděpodobných vlivů navrhovaných aktivit na životní prostředí), dále zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) či zákon č. 115/2000 Sb., o poskytování náhrad škod způsobených vybranými zvláště chráněnými živočichy. (Ministerstvo životního prostředí, 2020)

Z mezinárodních úmluv týkajících se ochrany rašelinišť lze zmínit NATURA 2000 a Ramsarskou úmluvu. K jejímu sjednání došlo organizací UNESCO v roce 1971 v Ramsaru. Platná je od roku 1975, přičemž k 4. 11. 2019 sdružovala celkem 171 smluvních stran. Touto úmluvou je vytvořen rámec k celosvětové ochraně a k racionálnímu využívání jednotlivých mokřadů. Odpovědným orgánem za výkon Ramsarské smlouvy je v České republice Ministerstvo životního prostředí. (Ramsarská úmluva o mokřadech, 2019) Česká republika je smluvní stranou této smlouvy od roku 1990. Smlouva se zaměřuje na výkon celosvětové ochrany všech druhů mokřadů (také rašelinišť), s ohledem na jejich významné ekologické funkce a hodnoty, které zastávají, tj. ekonomické, kulturní, vědecké a rekreační. (Vícha, 2010)

Důležitou funkci v ochraně rašelinišť má také soustava chráněných území evropského významu zvaná jako NATURA 2000. Zavedla termín přírodního stanoviště, což následně umožnilo ochránit právě rašeliniště. Obecně NATURA 2000 vede k zabezpečení ochrany různých druhů živočichů, rostlin a přírodních stanovišť považovaných z evropského významu za nejcennější. (Co je NATURA, 2000)

3.2 Revitalizace

V obecné rovině mohou být uplatněny dva typy revitalizace rašelinišť. Klíčovou je přitom obnova jejich hydrologického režimu, na kterou navazuje rekolonizace rašeliništními druhy. Aby bylo možno zajistit koloběh živin, obnovit původní procesy a zavést cílenou vegetaci, musí být revitalizován vodní režim. S tím souvisí i potřeba obnovení funkčního akrotelmu, což však prakticky trvá mnoho desítek let. (Kareksela et al., 2015)

Stoneman a Broos se ve své práci zmiňují o revitalizaci v těch částech rašelinišť, které jsou nejvíce odvodněné nebo nejvíce cenné. U nich se využívá metoda přehrazení melioračních kanálů. (Stoneman a Broos, 1997) Nicméně Price et al. (2003) ve své práci poukazují i na možnost využití přestavby terénu. (Price et al. 2003) Konkrétně mohou být podle Stonemana a Broose (1997) využity různé druhy hrázek, jako např. plastové, dřevěné (využití prken či dřevotřísek), kovové, vytvořené z rašelinové půdy či kombinované.

S touto metodou revitalizace se však pojí řada výhod i nevýhod. Dřevěné hráčky jsou poměrně rychle a jednoduše nainstalované a nejsou příliš drahé, nicméně nevýhodu lze

spatřovat v uhnívání na rozhraní vzduch/voda, půda. Výhodou plastových hrázek je naproti tomu jejich nepropustnost a odolnost vůči UV záření, jednoduchý je jejich transport. Kovové hrázky jsou odolné vůči tlaku, avšak jsou dražší. (Horn a Bastl, 2000)

Revitalizace rašelinišť má především zablokovat odvodňovací rýhy, což by mělo vést ke zvýšení hladiny podzemní vody, dále stabilizovat povrch rašeliniště a snížit ztráty vody povrchovým odtokem v síti odvodňovacích kanálů. (Laine et al., 2006) Podle Bufkové (2013) jde o metodu využívající koncept cílové hladiny vody. K zavodňování rašelinišť proto nedochází chaoticky, nýbrž se hladině podzemní vody navrátí její původní úroveň, tj. cílová hladina typická pro nenarušená rašeliniště. Cílová hladina vody má odlišnou úroveň u jednotlivých typů rašelinišť i pro jejich jednotlivé části. Nejvyšší často bývá na vrchovištích či u přechodových rašelinišť, zatímco nižší je v rašelinových smrčínách.

3.3 Monitoring

Monitoring stanovené lokality je důležitý pro vyhodnocení efektivity revitalizace rašelinišť, aby se mohly sledovat změny v hydrologických podmínkách a v možnostech uchycení rostlin. Po přibližně pěti letech se zpravidla dosahuje zapojeného koberce mechorostů (dominantní úlohu zde má *Sphagnum*), stabilizují se také vodní hladiny v blízkosti povrchu. (Quinty a Rochefort, 2003)

Dle Vélez-Martín et al. (2018) jsou veškeré revitalizační procesy realizované na mokřadech zpravidla dlouhodobě doprovázeny různými projekty monitoringu. Tyto projekty mají délku trvání nejméně jednoho roku. Při odběru vzorků a pořizování fotografií je zjišťována heterogenita vegetace a její časový vývoj. Vegetace se dle tohoto zdroje považuje za dobrý ukazatel, jaký podíl živin a vody půda obsahuje.

Za předmět monitoringu však nemusí být považována jenom vegetace. Monitorována může být také kvalita vody, podíl látek, jako např. dusík, uhlík, fosfor, hodnotit lze i množství látek, které se do půdy uvolňují, např. metan. Podle Drake et al. (2018) byla na středozápadě USA po dobu tří let sledována retence dusičnanů v revitalizovaných mokřadech, k čemu bylo využito vysokofrekvenčního senzoru. V českém prostředí, a to konkrétně na Šumavě se podle Bufkové (2010) provádí monitoring rašelinišť aktivně od roku 2005, přičemž jsou sledována zachovaná i narušená rašeliniště a hodnotí se stupeň jejich degradace. Monitoring je zahájen nejméně tři roky před realizací revitalizačních procesů, přičemž se s monitorováním pokračuje i po ukončení revitalizace, kdy je sledována kvalita i kvantita vod a změny probíhající ve vegetaci.

4 Šumavská rašeliniště

Na Šumavě představují nejběžnější typ mokřadů rašelinné a podmáčené smrčiny, jejichž charakteristickým znakem je bohaté mechové patro tvořené hlavně rašeliníky (Bufková, 2006).

Rašeliniště se nachází skoro na celém území Šumavy, ale jejich vzhled a celkové zastoupení je v různých částech pohoří jiné. Šumavská rašeliniště je možné dělit, a to na rašeliniště na území Čech a rašeliniště na území Německa, respektive na evropsky významné lokality (projekt Life for Mires). Na České straně je můžeme dále dělit do šesti větších celků, a to na Kochánovské pláně, Modravské slatě, Kvildské pláně, Slatě na Vydrším potoce, Knížecí pláně – Strážný a Hornovltavský luh (Bufková, 2006).

Na stavu šumavských rašelinišť se však negativně odráží klimatické změny. Jedná se o značný problém, protože tato rašeliniště jsou místem, kde se vyskytují vzácné rostlinné a živočišné druhy. Z krajiny se totiž i v důsledku staleté lidské činnosti voda postupně vytrácela, mokřady byly odvodňovány a proměňovány v obdělávanou půdu (Bufková, 2011). Ze snah o obnovu přirozeného vodního režimu krajiny vznikl projekt Life for Mires, který se snaží vrátit vodu do míst, kde dříve byla.

Tato revitalizace se děje způsobem přehrazování odvodňovacích kanálů a následným zasypáváním přírodními materiály. Zásadou daných opatření nebudou kanály nadále odvádět vodu a podzemní voda by se měla opět zvedat na úroveň, která je odpovídající pro rašeliniště v nepoškozeném stavu. K nejznámějším revitalizovaným oblastem je možné zařadit Cikánské slatě, Novohuťské močály v Luzenském údolí, Na Hučině nebo Soumarský most ve Vltavském luhu (projekt Life for Mires).

V souvislosti se vstupem České republiky do Evropské unie vyplynula povinnost se připojit ke směrnicím, které definuje NATURA 2000. Zde je směrnice o ochraně stanovišť (92/43/EHS) z čehož vychází jako předmět ochrany i evropsky významná lokalita Šumava (NATURA 2000). Vlivem odvodňování a těžby byly tyto lokality poškozovány a aktuálně je právě výše zmíněný projekt Life of Mires, jako jeden z mnoha, jehož cílem je regenerace mokřadních biotopů (projekt Life for Mires).

Dále je nutné znovu zmínit Ramsarskou úmluvu, tedy úmluvu o mokřadech mezinárodního významu a vytváří rámec pro celosvětovou ochranu a rozumné využívání všech typů mokřadů. Zde na seznamu mokřadů mezinárodního významu nalezneme pod označením RS 1 Šumavská rašeliniště (Ramsarská úmluva o mokřadech, 2019).

Souhrnem je tedy nutné zopakovat, že právě NATURA 2000 a Ramsarská úmluva jsou hlavní platné mezinárodní ochranné legislativy o které se opíráme.

5 Ekologická funkce rašelinišť

5.1 Biodiverzita

Mokřady mají pro krajinný ráz neuvěřitelný význam. Jejich ekologická funkce spočívá v poskytování vhodného biotopu pro velké množství živočišných a rostlinných druhů, které by v jiném prostředí nemohly existovat. Udržují a vylepšují tedy druhovou rozmanitost krajiny. (Žáček Z., 2017)

Je všeobecně známým faktem, že především lidskou činností ubývá počet specifických přirozených biotopů, a v souvislosti s tím i počet živočišných a rostlinných druhů. Toto rozpínavé lidské chování představuje vážný problém na globální úrovni. (Žáček Z., 2017)

Rašeliniště v minulosti ubývala především kvůli lidské činnosti. Člověk tyto biotopy využíval pro těžbu rašeliny, znehodnocoval ji lesními pracemi a lesní technikou, přeměňoval jejich stanoviště na zemědělskou půdu. Další vliv měly i vodohospodářské úpravy, díky kterým zanikla slepá ramena, která poskytovala zdroj okolním rašeliništím. (Allan M et. al., 2013)

Rašeliniště jsou ekosystémy s mimořádnou ochrannou hodnotou díky své kráse, biologické rozmanitosti, významu v globálních geochemických cyklech a paleo-environmentálním záznamům, které uchovávají ve svých sedimentech. Rašeliniště jsou nejrozšířenějším typem mokřadů na světě a představují 50–70 % světových mokřadů. (Chapman et. al., 2003)

Podrobné analýzy naznačují, že omezená těžba rašeliny může v některých případech skutečně zvýšit biologickou rozmanitost a může být dlouhodobě udržitelná. (Chapman et. al., 2003)

Rašeliniště se liší od ostatních biotopů omezenou druhovou rozmanitostí, ale vyznačují se vysokým výskytem jedinečných druhů, širokým spektrem morfologických forem a vysokou rozmanitostí typů ekosystémů v různých měřítcích, což odráží kombinaci geomorfologické rozmanitosti a klimatické zonace. (Pfadenhauer, J. et. al., 1993)

Jejich příspěvek k regionální biologické rozmanitosti je velmi důležitý jak tam, kde tvoří dominantní krajinnou pokrývku, tak i v případě, že jsou nejvzácnějšími stanovišti nebo jedinými mokřadními stanovišti dané lokality, například v suchém podnebí a horských

oblastech. V prvním případě poskytují stanoviště pro většinu druhů, v případě druhém se v nich nacházejí místně nebo regionálně vzácné druhy, včetně reliktních druhů a druhů na okraji jejich oblastí výskytu. (Minayeya, et. al., 2017)

Od poloviny 80. let bylo publikováno mnoho výzkumů o rozmanitosti rašelinových ekosystémů. Rašeliníště byla dokonce Ramsarskou úmluvou opakovaně zmiňována jako nejdůležitější druh mokřadů, jak kvůli podpoře biologické rozmanitosti, tak pro regulaci přírodních procesů. Rašeliníště byla vybrána jako zásadní téma pro CBD i pro Rámcovou úmluvu OSN o změně klimatu (UNFCCC). (Minayeya, et. al., 2017)

V mokřadní krajině žijí četné druhy, které jsou vázány přímo na mokřadní ekosystémy a jinde se nevyskytují a nemohly by žít. Lze říct, že tyto ekosystémy vytváří pro růst rostlin odlišné a výjimečné podmínky než ekosystémy terestrické. Mezi typické rašelinné rostliny, vyskytující se pouze v mokřadech můžeme zařadit: rašeliníky a ploníky, dále borůvky, brusinky, vlochyně, klikvy bahenní, vřesy obecné, suchopýry pochvaté, a i různé druhy masožravých rostlin (rosnatka okrouhlolistá, rosnatka dlouholistá, tučnice obecná a tučnice česká. (Žáček, 2017)

Co se týká fauny, i v tomto ohledu jsou rašeliníště důležitá. Vážou se k nim specifické druhy, které vyžadují trvale zamokřený biotop. Patří sem hmyz a jeho různá vývojová stadia (komáři, pakomáři, vážky, ovády, muchničky a někteří motýli, např. ohniváček). Z vyšších obratlovců zde nalezneme hlodavce (hraboši, myšky drobné), ptáky (kalous pustovka, chřástalové, bekasina otavní, čápi, volavky, čejky, cvrčilký aj.), obojživelníky a jejich vývojová stadia (čolci, mloci, blatnice skvrnitá). (Žáček, 2017)

5.2 Retence vody

Rašeliníště představují heterogenní substrát s fyzikálními vlastnostmi, které se liší v závislosti na botanických charakteristikách zdrojové vegetace organické hmoty, stupni rozkladu a obsahu anorganických prvků, což vše může ovlivnit její schopnost zadržovat vodu. (Campos JRR, et. al., 2011)

Dynamika vody v prostředí rašeliníšť je přímo ovlivněna rovnováhou mezi maticovými silami a kapilaritou, což jsou síly působící proti gravitaci. To znamená, že rašeliníště mají vysokou schopnost zadržovat vodu, chovají se jako „houba“ tím, že ukládají velké množství vody v období dešťů či z podzemních vod, a tuto vodu uvolňují postupně během dalších ročních období. (Campos, et. al., 2011)

Rašeliniště tedy představují přirozený výskyt vody v krajině. Rašeliníky disponují značnou retenční schopností, mokřadům připisujeme schopnost zachytit povrchově až 500 litrů/m² vody. Rašeliníky mají díky své tělní stavbě schopnost chovat se jako „houba“. V případě nadměrných srážek působí jako postranní nádrže vody, které mohou pojmout nadbytek vody z okolních toků. Jejich přirozený výskyt a ochrana tedy chrání i nás, rašeliniště totiž plní protipovodňovou funkci (Žáček, 2017).

Rašeliniště tedy plní funkci protipovodňovou, ale naopak nám mohou pomoci i s trendem vyššího sucha a nedostatku podzemní i vody a vysychání zemních vodních přirozených zdrojů. Z mokřadních ploch voda pozvolna prosakuje kapilárami do podzemí, čímž obohacuje množství spodní vody. Ta může být následně využívána jako zdroj pitné vody. Je tedy logické, že vyšší počet mokřadů v krajině ovlivňuje bohatost zdrojů pitné vody. (Brachtíková, 2013)

Další význam rašelinišť, který prospívá i člověku, je, že díky břehům a rostoucí vegetaci mají i protierozní funkci. (Žáček, 2017)

Dle hydrologických podmínek dělíme mokřady na dva základní druhy dle Brachtíkové (2013):

Minerogenní rašeliniště (slatiniště): Tento druh mokřadního biotopu je striktně vázán na podzemní a povrchovou vodu, která přináší většinu minerálních látek. Voda vzniklé slatiny má tedy vysoký podíl minerálních látek, ale menší schopnost zadržovat vodu, jelikož neobsahuje drtivě většinový podíl mechu rašeliníku.

Ombrogenní rašeliniště (vrchoviště): Tyto mokřady jsou vázány výhradně na zásobování vodou a živinami ze srážek. Jejich podloží totiž bývá nepropustné a podzemní vodu tedy nepropustí. Tato vrchoviště se vyznačují čoučkovitým tvarem na průřezu a schopností vytvářet ze srážek vlastní zásobu vody, jejíž hladina leží nad podzemní vodou v okolí. Nalézají se v oblastech s vysokými srážkovými úhrny během vegetační sezóny a jsou vázány na oblasti sníženého výparu, což podmiňuje růst rašeliníku, který dále zadržuje vodu a okyseluje okolní prostředí.

6 Návrh projektu

Rašeliniště představují ekosystémy, které se vyskytují na trvale zamokřených stanovištích. Jedná se o přirozeně se vyskytující mokřadní biotop, který trvale obsahuje podpovrchovou nebo dešťovou vodu, přičemž produkuje velké množství rostlinné hmoty v podobě rašeliny.

Je všeobecně známým faktem, že především lidskou činností ubývá počet specifických přirozených biotopů, a v souvislosti s tím i počet živočišných a rostlinných druhů. Toto rozpínavé lidské chování představuje vážný problém na globální úrovni. A týká se i námi probíraných mokřadních biotopů. Člověk tyto biotopy využíval pro těžbu rašeliny, znehodnocoval ji aktivním lesnickým managementem, přeměňoval jejich stanoviště na zemědělskou půdu. Další vliv měly i odvodňovací úpravy, díky kterým došlo k poklesu hladiny podzemní vody spojenou s degradací mokřadních ekosystémů.

Jejich příspěvek k regionální biologické rozmanitosti je velmi důležitý jak tam, kde tvoří dominantní krajinnou pokrývku, tak i v případě, že jsou nejvzácnějšími stanovišti nebo jedinými mokřadními stanovišti dané lokality, například v suchém podnebí a horských oblastech. V prvním případě poskytují stanoviště pro většinu druhů, v případě druhém se v nich nacházejí místně nebo regionálně vzácné druhy, včetně reliktních druhů a druhů na okraji jejich oblastí výskytu.

Rašeliniště mají vysokou schopnost zadržovat vodu, chovají se jako „houba“ tím, že ukládají velké množství vody v období dešťů či podzemních vod. Tím plní funkci nejen jako zásobárna vody a neustálý zdroj podzemních vod, ale i funkci protipovodňovou.

Jak vyplývá z rešerše, rašeliniště byla v historii odvodňována, především z důvodu produkce dřeva, těžby rašeliny a dalšího využití. To vedlo u velkého množství českých rašelinišť k jejich odvodnění, což mělo za následek pokles podzemní vody. Obnovou rašelinišť tedy rozumíme především zvýšení hladiny podzemní vody. Zde je možné využití sledování teplotního režimu, kdy při zamokření lokality dochází ke snížení povrchové teploty rašeliniště.

6.1 Cíl projektu

V rámci tohoto projektu navrhuji systematicky porovnat rozdíly teplot před a po revitalizaci a tím vyhodnotit úspěšnost revitalizace daného rašeliniště. Cílem tedy je porovnat teploty rašelinišť před a po revitalizaci.

6.2 Hypotéza

Zvýšením podzemní hladiny vody rašelinišť se sníží povrchová teplota rašeliniště.

6.3 Experiment

V rámci tohoto projektu navrhuji změřit teplotu před započítím revitalizace předem vybraných rašelinišť pomocí termovizní kamery a kontrolních ploch v přilehlém okolí těchto vybraných rašelinišť v různých lokalitách Šumavy.

Revitalizace budou probíhat pod vedením RNDr. Bufkovou. Po provedení revitalizace bude provedeno další měření na stejných plochách, ze kterého by bylo možné vyčíst výsledky.

6.3.1 Zájmové území

První část experimentu tedy bude výběr vhodných rašelinišť a referenčních ploch, na kterých bude následně provedeno měření teplot.

Pro tento projekt by bylo vybráno 5 referenčních rašelinišť na Šumavě, která budou pod vedením RNDr. Bufkové revitalizována v průběhu tohoto projektu, přičemž u těchto lokalit budou vybrány i referenční plochy v podobě luk, lesů apod. Z hlediska vybírání rašelinišť bude brán ohled na plošnou velikost a typ rašeliniště (menší vrchoviště), kde je pravděpodobná změna teplotního režimu vlivem změny hladiny podzemní vody v horizontu jednoho roku.

Referenční plochy budou sloužit k porovnání výsledků, kdy budeme vycházet z předpokladu, že zvýšením vodní hladiny podzemních vod dané lokality se sníží povrchová teplota rašeliniště a teplota vůči referenční ploše by se měla podstatně snížit.

6.3.2 Metody a data

Pro snížení nákladů bude provedeno měření ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity, která vlastní termovizní kameru Wiris PRO a je schopná měření teplot provést. Tato kamera má teplotní citlivost až 30 mK, rozlišení výsledného termogramu 1280 x 1024 px.

Mezi přípravné práce tohoto experimentu patří výpočet povrchových teplot ze surových dat, georeferencování snímků, porovnání teplot rašelinišť a referenčních ploch a následné statistické vyhodnocení výsledků, kde bude využita ANOVA, tedy analýza rozptylu. (portál Matematická biologie)

6.3.3 Výsledky

Následné zpracování dat, porovnání teplot rašelinišť a referenčních ploch vede k možnému zpracování výsledku experimentu a tedy vyhodnocení výsledků změn teplot před revitalizací a po revitalizaci, z čehož bude zřejmé, zda revitalizace daného rašeliniště byla účinná a zda se teplota rašeliniště vůči referenční ploše snížila.

Výsledky budou následně poskytnuty týmu RNDr. Bufkové a Jihočeské univerzitě, pro možnost detekce nezdařených revitalizací a možnost zjištění chyb a následné nápravy revitalizace. U rašelinišť, kde se teplota sníží, mohou výsledky pomoci při dalších projektech revitalizace, jež budou sloužit jako data revitalizovaných rašelinišť.

6.4 Harmonogram a rozpočet

IX. 2021	Vytipování rašelinišť
X. – V. 2021/2022	Průzkum stanovišť + průzkum terénu pro vytyčení kontrolních ploch
V. – VI. 2022	První část experimentu – první měření před revitalizací
V. – VI. 2023	Druhá část experimentu – druhé měření po revitalizaci rašelinišť
VI. – VII. 2023	Vyhodnocení výsledků, závěrečné výstupy

Věcné náklady	Specifikace	Náklady (tis. Kč)	Požadováno (tis. Kč)
Dlouhodobý hmotný majetek	Netebook, kancelářské potřeby	25.000	25.000
Doplňkové (režijní náklady)	Pronájem prostoru	(2.500,-Kč/12 měsíců)	55.000
Cestovní náklady		7.000	7.000
Celkem			87.000
Mzdové náklady	Specifikace	Úvazek	Požadováno
Pracovník (včetně 35% zákonných odvodů)	Vedení projektu	50%	425.000
Ostatní osobní náklady			300.000
Celkem požadováno na jeden rok			812.000

Položka materiál v sobě zahrnuje kancelářské potřeby, počítač pro vyhodnocení výsledků. Cestovní náklady zahrnují pohonné hmoty spotřebované při cestách na jednotlivé lokality.

Položka mzdové náklady v sobě zahrnuje náklady na pracovníka včetně zákonných odvodů ve výši 35%, který bude celý projekt vést (jedná se tedy především o vytyčení ploch, vyhodnocení výsledků, tvoření závěrečných výstupů)

Celkové náklady projektu jsou 812.000,-Kč.

6.5 Zpracování výsledků

Výsledky budou zpracovány a budou poskytnuty pro možnost detekování neúčinně revitalizovaných rašelinišť, kde bude možné detekovat chyby revitalizace, které umožní správné řešení při dalších revitalizacích ve kterékoliv lokalitě.

6.6 Další možnost rozšíření

Tato metoda se dá využít pro jakoukoliv lokalitu zaměřující se na revitalizaci rašelinišť či jiných revitalizacích, kde je cílem snížení teploty mikroklimatu. Tedy je možné porovnávat teploty před ozeleněním měst a po ozelenění. Teplota by se měla snížit po ozelenění měst a tím snížit teplotu mikroklimatu.

6.7 Závěr

Ráda bych vyzdvihla důležitost monitoringu, který je schopen kvantifikovat (ohodnotit) proběhlé změny na rašeliništi, ke kterým došlo během revitalizace, která by měla obnovit ekologické funkce rašeliniště, tedy od přírodního napajedla pro zvěř, přes protipovodňovou funkci až po ochlazování či oteplování okolního prostředí.

Literatura

Jeník, Soukupová 1989. Evropský význam československých rašelinišť. Rašeliniště a jejich racionální využívání.

Friedl, K., Maršáková, M., Petříčková, M., 1991. Chráněná území v České republice. Nakladatelství Informatorium, Praha. 274 stran.

Jelínek, F., 1999. Nedocené bohatství. Praha: Ministerstvo životního prostředí. 111 stran. ISBN 80-7212-113-8.

Spitzer, Bufková, 2008. Šumavská rašeliniště. Rašeliniště a jejich racionální využívání.

Minayeva, T., Bragg, O., Sirin, AA., 2017. Towards ecosystem-based restoration of peatland biodiversity. *Mires and Peat*. Volume 19, Issue 1, pp. 1-36.

Žáček, Z., 2017. Význam mokřadů pro biodiverzitu a vodní režim krajiny. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 64 stran.

Jankovská, 1989. Historie Československých rašelinišť v pozdním glaciálu a v době poledové. Rašeliniště a jejich racionální využívání.

Pošta, P., 2004. Rašeliniště v České republice. Z rodné hroudy, str. 104-105.

Allan, M., Roux, G.L., Sonke, J.E., 2013. Reconstructing historical atmospheric mercury deposition in Western Europe using: Mire peat bog cores, Belgium. *Science of the Total Environment*. Volume 442, Issue 1, pp. 290-301.

Chapman, S., Buttler, A., Francez, A.J., 2003. Exploitation of northern peatlands and biodiversity maintenance: a conflict between economy and ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Ecological Society of America. Volume 1, Issue 10, pp. 525-532.

Pfadenhauer, J., Schneekloth, H., Schneider, R., 1993. Mire distribution. *Heathwaite*. Volume 63, Issue 4, pp. 77-121.

Moore, D.P., 1997. Bog standards in Minnesota. *Nature*. Volume 386, Issue 4, p. 655-657.

Ingram, H.A.P., 1983. Hydrology. In: Gore, A.J.P., ed. *Ecosystems of the world 4 A, mires, swamp, bog, fen and moor*. Oxford, Elsevier. Pp. 67-158.

Campos, J.R.R., Silva, A.C., Fernandes, J.S.C., 2011. Water retention in a peatland with organic matter in different decomposition stages. *Soil Physics*. Volume 34, Issue 4, pp. 1217-1227.

Bachtíková, P., 2013. Vodní režim rašelinišť a jeho změny. UK v Praze, PrF. Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užitá geofyziky. 79 stran.

Dostálková, Alžběta. 1981. Rododendrony. 1. vyd. Praha: Academia. 155 s. ISBN chybí. s. 58.

Puustjärvi, V., 2004. Peat and its use in horticulture . Turveteollisuusliitto, Helsinki: The Association of Finnish Peat Industries. 160 pp. ISBN 951-95397-0-0.

StatLine. Goederensoorten naar land; minerale brandstoffen en chemie. [online]. Opendata.cbs.nl; 5. 11. 2020 [cit. 2020-11-19]. Dostupné z: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81268ned/table?dl=2378F>.

Clymo, Richard, Turunen, Jukka, Tolonen, Kimmo, 2013. Carbon Accumulation In Peatland. Oikos. 1998, 81, 368–388. ISSN 0030-1299. p. 368.; Rydin, Håkan, Jeglum, John. The Biology of Peatlands. 2th. ed. Oxford: Oxford University Press. 398 pp. ISBN 978-0-19-960300-8. p. 297.

Walker, Although, 1970. In Montanarella, Luca, Jones, Robert J. A., Hiederer, Roland. The distribution of peatland in Europe. Mires and Peat. 2006, 1(1), 1–11. ISSN 1819-754X. p. 1.

Harenda, Kamila M. et al. The Role of Peatlands and Their Carbon Storage Function in the Context of Climate Change. In ZIELINSKI, Tymon, SAGAN, Iwona, SUROSZ, Waldemar (eds.). Interdisciplinary Approaches for Sustainable Development Goals. 1th ed. Cham: Springer, 2018. pp. 169–187. ISBN 978-3-319-71787-6. p. 169

Joosten, Hans. The IMCG Global Peatland Database. [online]. Greifswaldmoor.de; 2004 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.greifswaldmoor.de/global-peatland-database-en.html>.

Osman, Khan Towhid. Management of Soil Problems. 1th. ed. Cham: Springer International Publishing, 2018. 474 pp. ISBN 978-3-319-75525-0. p. 152.

Čabart, Jan. Naučný slovník lesnický. Díl 3. R–Ž. 1. vyd. Praha: Československá akademie zemědělských věd, 1960. s. 1685–2638. ISBN chybí. s. 1697.

Dohnal, Zdenek. Československá rašeliniště a slatiniště. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1965. 332 s. ISBN chybí. s. 157.

Jandová, Dobroslava. Balneologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 404 s. ISBN 978-80-247-2820-9. s. 172.

Breathnach, Proinnsias. Engineering and Re-engineering Earth: Industrialized Harvesting of Ireland's Peatlands and its Aftermath. In BRUNN, Stanley D. (ed.) Engineering Earth: The Impacts of Megaengineering Projects. 1th. ed. London: Springer Science+Business Media B.V., 2011. pp. 429–446. ISBN 978-90-481-9919-8. p. 441.

Otto, Jan. Ottův slovník naučný: Illustrovaná encyklopædie obecných vědomostí – Díl 21. 1. vyd. Praha: Jan Otto, 1909. ISBN chybí. s. 314.

Vasiljeva, Tatjana, Korjakins, Aleksandrs. The Development of Peat and Wood-Based Thermal Insulation Material Production Technology. Construction Science. 2017, 20(1), 60–67. ISSN 1407-7329. p. 60.

Lappalainen, Eino. Global Peat Resources. 1th. ed. Jyskä: International Peat Society, 1996. 359 pp. ISBN 978-9529074877. p. 104.

TZ Správa NP Šumava. V národním parku Šumava začala revitalizace dalších potoků, rašelinišť a mokřadů. Železnorudský zpravodaj. 2015, roč. 14, s. 12.

Jóža, M., Vonička, P. Jizerskohorská rašeliniště. Liberec: Jizersko-ještědský horský spolek, 2004. ISBN 80-903252-3-8.

Pivničková, M. Ochrana rašelinných mokřadů. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. ISBN 80-86064-03-4.

Walbridge, R. M., Navaratnan, J. A. Phosphorus in boreal peatlands. In: Wieder, R. K., Vitt, D. H. (eds.). Boreal Peatland Ecosystems. Berlin: Springer, 2006, pp. 231-258. ISBN 978-3-540-31912-2.

Metzler, H. Revitalizace rašelinišť jako společenský úkol. In: Blohm, A. et al. Revitalizace rašelinišť v Krušných horách [online]. 2014, s. 14-17 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23680/documents/32418>.

Vícha, O. Rašelina jako objekt právních vztahů. In: Dny práva 2010 [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2010 [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: [https://www.law.muni.cz/sborniky/dny_prava_2010/files/prispevky/09_priroda/Vicha_Ondrej_\(4323\).pdf](https://www.law.muni.cz/sborniky/dny_prava_2010/files/prispevky/09_priroda/Vicha_Ondrej_(4323).pdf).

Platná legislativa. Ministerstvo životního prostředí [online]. 2020 [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/>.

Ramsarská úmluva o mokřadech. Ministerstvo životního prostředí [online]. 2019 [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/ramsarska_umluva_o_mokradech.

Co je NATURA 2000. Nature.cz [online]. 2020 [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <http://www.nature.cz/natura2000-design3/sub-text.php?id=2102&akce=&ssHledat=%29>.

Kareksela, Z., Haapalehto, T., Juutinen, R., Matilainen, R., Tahvanainen, T., Kotiaho, J. S. Fighting carbon loss of degraded peatlands by jump-starting ecosystem functioning with ecological restoration. *Science of The Total*, 2015, Vol. 537, pp. 268-276. ISSN 1879-1026.

Stoneman R., E., Brooks, S. (eds.). *Conserving bogs*. Edinburgh: The Stationery Office, 1997. ISBN 978-0-114958-36-7.

Price, J. S., Heathwaite, A. L., Baird, A, J. Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches. *Wetlands Ecology and Management*, 2003, Vol. 11, pp .65-83. ISSN 1572-9834.

Horn P., Bastl M. Successional changes of vegetation at the "Multerberské rašeliniště" peat bog in the Šumava Mts during the last 50 years. *Příroda*, 2000, Vol. 17, s. 109-118. ISSN 1211-3603.

Laine J., Laiho R., Minkkinen K., Vasander, H. *Forestry And Boreal Peatlands*. In: Wieder, R. K., Vitt, D. H. (eds.). *Boreal Peatland Ecosystems*. Berlin: Springer, 2006, pp. 331-358. ISBN 978-3-540-31912-2.

Bufková, I. Náprava narušeného vodního režimu rašelinišť v Národním parku Šumava. *Ochrana přírody*, 2013, č. 2, s. 17-19. ISSN 1210-258X.

Quinty, F., Rochefort, L. 2nd ed. *Peatland Restoration Guide*. Québec: Canadian Sphagnum Peat Moss Association, 2003. ISBN 0-9733016-0-0.

Vélez-Martín A., Luque C. J., Castellanos E. M., Davy A. J. Reference conditions for restoration of heterogeneous Mediterranean wetland are best defined by multiple, hydrologically diverse sites. *Restoration Ecology*, 2018, Vol. 26, Issue 1, pp. 145-155. ISSN 1526-100X.

Drake C. W., Jones C. S., Schilling K. E., Amado A. A., Weber L. J. Estimating nitratennitrogen retention in a large constructed wetland using high-frequency, continuous monitoring and hydrologic modeling. *Ecological Engineering*, 2018, Vol. 117, pp. 69-83. ISSN 0925-8574.

Bufková I., Mikulášková E., Stíbal E. Význam revitalizace odvodněných rašelinišť pro nápravu vodního režimu a zachování biodiverzity rašelinišť v šumavské krajině. Kašperské Hory: Správa NP a CHKO Šumava, 2010.

Bufková, I. Ochrana a výzkum šumavských mokřadů a rašelinišť. Šumava: zvláštní číslo, léto 2006, s. 10-11.

Bufková, I. Revitalizace šumavských rašelinišť aneb voda ztracená a vrácená. Šumava: zvláštní číslo k 20. výročí založení NP Šumava, 2011, s. 16-17.

Life for Mires. [online] [28. 2. 2021] Dostupné z: <http://life.npsumava.cz/o-projektu/zakladni-informace/>.

Portál Matematická biologie [online] [1.3.2021] Dostupné z: <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickyh-a-biologickyh-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--analyza-rozptylu-anova>.