

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Ekosystémové služby mokřadů v krajině

Bakalářská práce

Autor práce: Brynychová Kateřina

Vedoucí práce: Ing. Miloslav Petrtýl, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Ekosystémové služby mokřadů v krajině" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. M. Petrtýlovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Mé poděkování patří také mým blízkým za podporu a užitečné názory.

Ekosystémové služby mokřadů v krajině

Souhrn

Cílem této práce je seznámit se a pochopit důležitost ekosystémových služeb, které mokřady plní v krajině. Pouze důkladné pochopení a docenění ekologických funkcí mokřadů v krajině může vést k udržitelnému hospodaření a zajištění ochrany mokřadů. Ekologické funkce mokřadů jsou závislé na přirozených procesech (fyzikálních, chemických a biologických), které se v mokřadech odehrávají. Z nich plynou pro člověka přínosy označované jako ekosystémové služby, jejichž hodnotu si stanovuje člověk.

Mokřad je jedinečný biotop, který tvoří přechod mezi suchozemským a vodním ekosystémem. Vyznačuje se specifickým výskytem organismů, jejichž existence vyžaduje ke své prosperitě trvalý účinek povrchové vody nebo alespoň velmi vysoké hladiny podzemní vody.

V práci je zaměřena pozornost na funkci mokřadů v hydrologickém režimu krajiny, při hromadění živin, produkci biomasy, stabilizaci břehů, ochraně proti erozi, krajnotvorné činnosti vodních toků a na jejich úlohu při tlumení průběhu povodní, v disipaci energie a stabilizaci mikroklimatu. Je zde zmíněn i kulturní a historický význam mokřadů. Mokřady jako domov mnoha druhů flóry i fauny obohacují významným způsobem biodiverzitu české krajiny.

Všechny přirozené mokřadní lokality v České republice jsou v současné době nějakým způsobem ovlivněny lidskou činností. Z velké většiny jsou poškozené, především v důsledku intenzivní zemědělské činnosti. Z těchto důvodů by mělo docházet k integraci mokřadů do zemědělské krajiny.

O významu mokřadů na jedné straně a jejich vážném ohrožení na straně druhé svědčí i mezinárodní úmluva na ochranu mokřadů, tzv. Ramsarská úmluva. Nejvýznamnější mokřady České republiky jsou zapsány v seznamu mokřadů mezinárodního významu podle Ramsarské konvence.

Klíčová slova: mokřad, Ramsarská konvence, obnova, ochrana, rašeliniště

Ecosystem services of wetlands in the landscape

Summary

The aim of this thesis is to get to know and understand the importance of eco-system services which wetlands provide in the country. Only thorough understanding and evaluation of ecological functions of wetlands in the country can lead to the sustainable management and securing of wetland protection. Ecological functions of wetlands depend on the natural processes (physical, chemical, and biological) which take place in them. The processes taking place in wetlands provide benefits to people; these are called eco-system services, whose values are determined by a man.

Wetland is a unique biotype which is formed on the border between a land and a water ecosystem. It is characteristic of a special organism habitat whose existence requires a continuous influence of surface water for their prosperity, or at least very high levels of subsurface waters.

The thesis focuses on the function of wetlands in the hydrological regime of the country, on collecting of nutrients, biomass production, water-banks stabilization, erosion protection, landscape formation by water flows, and their role in flood suppression, energy dissipation, and microclimate stabilization.

All natural wetland areas in the Czech Republic are currently more or less affected by human activity. By majority they are damaged mainly due to intensive agricultural efforts. For these reasons wetlands should start getting integrated in the agricultural landscape.

The significance of wetlands on the one hand and their serious exposure to damage on the other hand is reflected also in the international agreement on the protection of wetlands, the Ramsar Convention. The most important wetlands of the Czech Republic are listed in the Register of Wetlands of International Significance according to the Ramsar Convention.

Keywords: wetland, Ramsar convention, recovery, protection, peat-bog

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce.....	8
3. Literární rešerše.....	9
3.1 Mokřady – vymezení pojmu	9
3.1.1 Klasifikace mokřadů.....	10
3.2 Ekosystémové služby mokřadů.....	12
3.2.1 Stabilizace mikroklimatu.....	13
3.2.2 Hromadění živin a produkce biomasy.....	15
3.2.3 Retenční kapacita mokřadů a tlumení průběhu povodní	18
3.2.4 Stabilizace břehů, ochrana proti erozi a krajínovorná činnost vodních toků	21
3.2.5 Mokřady jako biotopy specifických společenstev rostlin a živočichů	24
3.2.6 Kulturní a historický význam mokřadů	25
3.3 Obnova mokřadů	27
3.3.1 Vliv lidské činnosti na stav mokřadů	29
3.4 Ramsarská úmluva	32
3.4.1 Kritéria pro výběr mokřadů mezinárodního významu	32
3.4.2 Mokřady mezinárodního významu v ČR a mokřady ostatní (nadregionální, regionální a lokální).....	34
3.5 Legislativní ochrana mokřadů.....	36
3.5.1 Evropské programy	37
3.5.2 Národní programy	37
4. Závěr	38
5. Seznam literatury.....	39

1. Úvod

Ekologie mokřadů se rozvíjí od padesátých let minulého století. Impulzem ke vzniku oboru byl Mezinárodní biologický program (IBP), který probíhal od konce šedesátých let. Obor ekologie mokřadů se vyvíjel v souvislosti s řešením otázek produkce sladkovodních ekosystémů.

Mokřady dnes patří k nejhroženějším a zároveň i ekologicky nejcennějším ekosystémům na světě. Poslední desetiletí jsou ve znamení výrazných klimatických změn, které ovlivnily naši přírodu. Tyto změny se projevují především nárůstem průměrných celoročních teplot za výrazného srážkového deficitu a sníženou schopností retence vody. Mokřady jsou schopny kompenzovat nejen dopady extrémního sucha, ale i přívalových dešťů, tedy extrémní výkyvy počasí spojované s klimatickými změnami.

V minulosti byly mokřady často považovány za neúrodné a nevyužité plochy. Jejich ekologické funkce nebyly v povědomí společnosti a člověk je nedokázal docenit. Tento léty ustálený postoj člověka k mokřadům se v důsledku aktuálních klimatických změn mění a stále častěji by se měly realizovat projekty na jejich ochranu a obnovu.

2. Cíl práce

Cílem práce je tvorba literární rešerše se zaměřením na ekosystémové služby mokřadů v krajině.

3. Literární řešerše

3.1 Mokřady – vymezení pojmu

Stále zamokřená území s vysokou hladinou spodní vody nebo s bohatými vývěry pramenů jsou součástí naší krajiny od nepaměti. Čeština nemá ve své slovní zásobě odpovídající výraz ekvivalentní anglickému wetlands. České slovo mokřady mu odpovídá jen přibližně. Náš jazyk začal brzy rozlišovat rozmanitý a měnící se charakter těchto vlhkých a zamokřených lokalit. Pojem mokřad může být vymezen nejrůznějšími způsoby. Všechny definice však mají tři základní znaky. Přítomná voda sahá až k povrchu půdy nebo alespoň do kořenové oblasti. Mokřadní půdy mají jedinečné vlastnosti, které je odlišují od ostatních půd a vytvářejí podmínky pro rozvoj typické vegetace, která musí být adaptovaná k zaplavení (Kender, 2000).

Pojmem mokřad označujeme území, v němž hladina vody dosahuje úrovně terénu a nad terén, aniž utváří větší volnou vodní plochu s hloubkou přes 0,6 m (to už by byl případ nádrže). Typická je pro ně členitost prostředí a nejednoznačná hranice mezi vodou a souší. Vynikají rozmanitostí života, díky které se dají srovnávat s deštnými pralesy (Karlík a Hlavatá, 2007).

Mokřady České republiky zaujímají plošně malé, ale svým významem nenahraditelné přírodní bohatství. Jsou důležité pro udržení ekologické stability krajiny jako biotopy zvyšující heterogenitu, a tedy i biodiverzitu prostředí. Mnohdy jde o poslední pozůstatky přírodních prvků v kulturní krajině. Mokřady jako přírodní rezervoáry stojaté vody plní i důležitou retenční funkci. Jsou to vodní útvary přechodné povahy mezi terestrickými a vodními ekosystémy. Vodní hladina zpravidla leží blízko povrchu půdy nebo je to území mělce zaplavené. Mokřady se vyskytují v nivách řek a potoků, v pobřežních zónách rybníků a jezer, v oblastech špatně odvodňovaných pramenišť nebo srážkově bohatých horských poloh. Flóra a fauna mokřadů obohacuje jedinečným způsobem biodiverzitu české krajiny. Mokřady vznikly v místech, kde je komplikovaný odtok vody, např. v rovinách s malým sklonem, v polárních a subpolárních oblastech, kde dlouhodobě zmrzlá půda (permafrost) neumožňuje vsakování vody, nebo v bezodtokých územích s vysokým výparem, kde jsou slané močály (např. Salinas Grandes v Argentině). V severní Evropě a Rusku v místech, kde bývaly lesy, se po jejich vykácení nebo po požárech tajgy zvýšila hladina podzemní vody. Dnes se v těchto

místech nachází velký počet bažin. Na území Ruska zaujímají mokřady přes dvanáct procent plochy státu (Němec a Hladný, 2006).

Mokřady vylučují rostlinné druhy, které se nemohou adaptovat na půdu saturovanou vodou. Jejich vlastnosti je dělají jedinečnými mezi hlavními skupinami ekosystémů na Zemi. Dostatek vody je důležitý pro většinu forem biologické produktivity a mokřadní rostliny jsou přizpůsobeny k využívání této zásoby vody při překonávání pravidelného nedostatku základních chemických prvků, jako je kyslík. Z tohoto důvodu mokřady patří mezi nejvíce biologicky produktivní ekosystémy na planetě. Jako takové jsou často obývány porosty rostlin a jsou domovem mnoha živočichů včetně savců, ptáků, plazů, obojživelníků a ryb, které nejsou běžné v jiných ekosystémech. Kromě toho, že mokřady mají vyšší míru biologické aktivity než většina ekosystémů, mohou také transformovat mnoho běžných znečišťujících látek vyskytujících se v odpadních vodách na neškodné vedlejší produkty nebo základní živiny, které mohou být použity pro další biologickou produktivitu (Kadlec and Wallace, 2009).

3.1.1 Klasifikace mokřadů

Je zřejmé, jak je důležité mít mokřadní lokality rozděleny do určitých jasně vymezených skupin – kategorií. Komplexní rozdělení mokřadů (viz Tab. 1.) bylo vypracováno pro databanku Ramsarské úmluvy. Tato klasifikace je platná pro celosvětovou evidenci mokřadů a všechny typy mokřadů v ČR jsou v Tab. 1 obsaženy (Chytil a kol., 1999).

Typy mokřadů v ČR: 1 – pramen, prameniště
2 – tok, úsek toku
3 – nivní jezero, mrtvé rameno, tůň
4 – lužní les, olšina nebo jiné mokřadní lesy
5 – zaplavovaná nebo mokrá louka
6 – jiné vodní a bažinné biotopy
7 – rákosina, ostřicová louka
8 – rašeliniště a slatiniště
9 – horské jezero
10 – slanisko
11 – kanál, stoka, příkop
12 – průmyslová odkalovací nádrž
13 – rybník, klauzura
14 – soustava rybníků
15 – údolní nádrž
16 – lom, šterkovna, pískovna (Chytil a kol., 1999).

úroveň 1	úroveň 2	úroveň 3	typ mokřadu v ČR	
mořské a pobřežní	mořské	mořské mělčiny mořská dna korálové útesy skalnatá pobřeží písečná a štěrková pobřeží		
	estuarinní	zátoky, ústí řek přílivové bažinaté mělčiny přílivové slané bažiny mangrovové a přílivové lesy		
	laguny	pobřežní brakické laguny pobřežní sladkovodní laguny		
vnitrozemské	říční	delty řek neperiodické řeky periodické řeky, toky nivní mokřady, mrtvá ramena, tůně	2 3	
	jezerní	trvalá sladkovodní jezera sezonní sladkovodní jezera trvalé saliny, brakická jezera sezonní slaná jezera	9	
	bažinné a mokřadní		trvalé sladkovodní bažiny, rákosiny	7
			sezonní sladkovodní bažiny brakické bažiny, slaniska	10
			sezonní slané bažiny rašeliniště a slatiniště	8
			alpínské a tundrové mokřady mokřady s křovinami lužní lesy a jiné mokřadní lesy	4
oázy, prameniště	1			
geotermální	geotermální mokřady			
kulturní krajina		rybníky, soustavy rybníků	13, 14	
		průmyslové a odkalovací nádrže	12	
		kanály, strouhy, příkopy	11	
		sezonně záplavová území, louky	5	
		jiné vodní biotopy	6	
rezervoáry, přehrady, jezy, hráze	15			
šterkoviště, umělé nádrže, pískovny	16			

Tab. 1. Komplexní rozdělení mokřadů včetně typů mokřadů v ČR (Chytil a kol., 1999)

3.2 Ekosystémové služby mokřadů

Služby ekologických systémů a přírodní kapitálové zásoby, které je produkují, jsou zásadní pro fungování systému podpory života na Zemi. Přispívají k lidskému blahobytu, a to přímo i nepřímo, a proto představují součást celkové ekonomické hodnoty naší planety. Protože ekosystémové služby nejsou plně zachyceny v komerčních trzích nebo adekvátně kvantifikovány z hlediska srovnatelného s ekonomickými službami a výrobním kapitálem, je jim často dáována příliš malá váha v politických rozhodnutích. Toto zanedbání může v konečném důsledku ohrozit udržitelnost člověka v biosféře (Costanza et al., 1997).

Vztah mezi biodiverzitou a fungováním ekosystémů byl historicky ústředním zájmem ekologů. Směr a základní mechanismy tohoto vztahu byly tématem pokračujícího sporu, který byl komplikován různými typy druhů živočichů, společenstev a mírou diverzity. Biodiverzita je variabilita živých organismů na Zemi, zahrnuje rozmanitost druhů i diverzitu ekosystémů. Existuje biodiverzita celosvětová, evropská, česká, ale i biodiverzita na úrovni konkrétních lokalit. Lidskou činností způsobujeme degradaci ekosystémů a životního prostředí, ohrožení populací mnoha druhů a úbytek nenahraditelných přírodních zdrojů, což vše znamená snižování biodiverzity v celosvětovém měřítku. Za posledních sto let byl úbytek biologické rozmanitosti tak dramatický, že byl uznán za globální změnu. To vyvolalo řadu otázek včetně možnosti, že by fungování ekosystémů na Zemi mohlo být ohroženo právě ztrátou biodiverzity. Stále pokračující snižování biodiverzity vyústí v pokles přírodního bohatství a ohrozí poskytování ekosystémových služeb, které naše společnost využívá (Costanza et al., 2007).

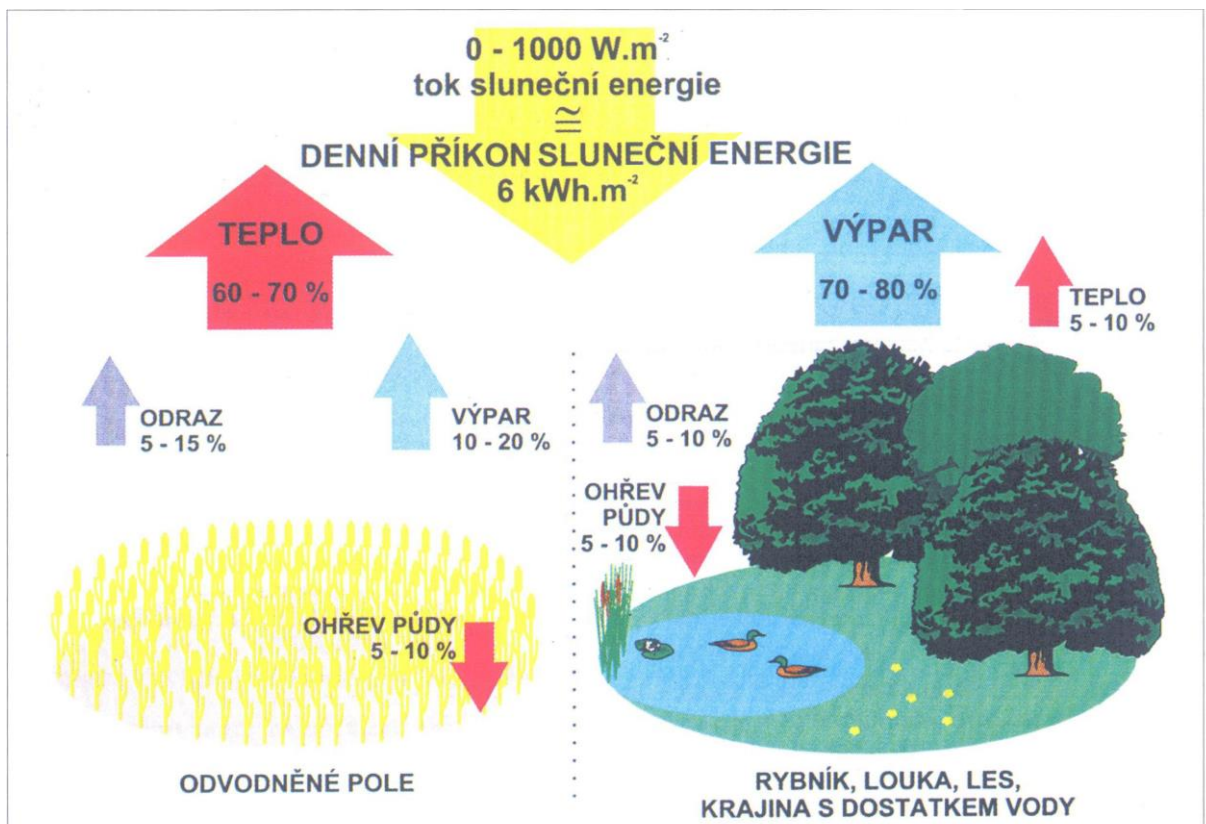
Mokřady jsou nezbytnou součástí našeho globálního ekosystému a plní mnoho důležitých funkcí. Jsou označovány za „ledviny krajiny“ a „biologické supermarkety“ (Ming et al., 2007).

Ekologické funkce mokřadů je možno klasifikovat na úrovni globální, ekosystémové, populační a druhové. Mezi nejdůležitější funkce mokřadů patří funkce hydrologické, biologické, biogeochemické a společenské. Hydrologické funkce zahrnují retenci povodňových vln, doplňování zásob podzemní vody, zdroj pitné vody, kladný vliv na kvalitu povrchové vody a zavlažování. Do biologických funkcí patří produkce základních potravin (rýže, ryby, bezobratlí, řasy), produkce dřeva a bobulovin, např. brusinky a borůvky, zajištění břehové stability působením kořenů a oddenků rostlin, eliminace erozních vlivů a stabilizace mikroklimatu. Do biogeochemických funkcí bylo zařazeno zadržování a hromadění živin a

sedimentů ze záplav, zadržování erozních splachů ze zemědělských ploch a čištění odpadních vod. Funkce společenská zahrnuje rekreaci, lov, výzkum a vzdělávání společnosti, vznik míst pro výskyt chráněných a ohrožených rostlinných a živočišných druhů, těžbu šterku, písku a rašeliny, zdroj energie, kulturní a historický význam (Vymazal, 2008).

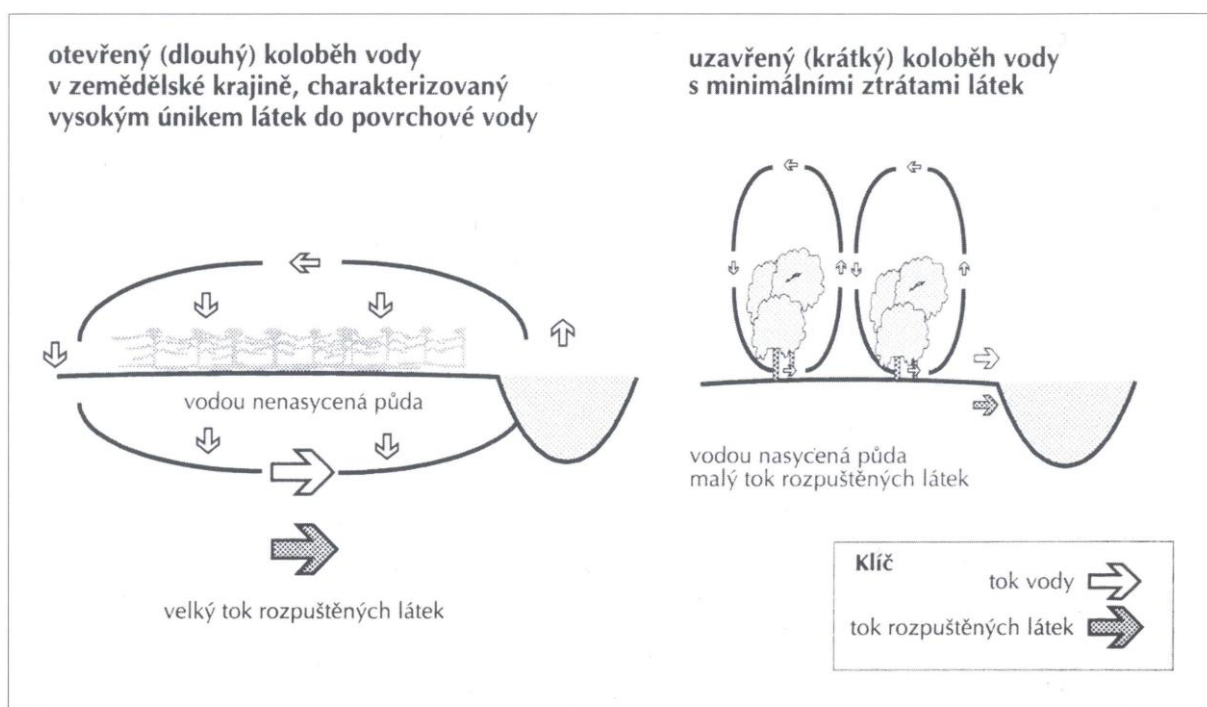
3.2.1 Stabilizace mikroklimatu

Téměř veškerá sluneční energie, která dopadne na mokřady, se spotřebuje na evapotranspiraci, to je výpar vody z půdy (evaporace) a na vodu, která je vydávána rostlinami (transpirace), jen nepatrná část (1 %) je využívána fotosyntézou. V České republice během letního dne dopadne na jeden metr čtvereční až 25 MJ a maximální tok záření je až 1000 W na metr čtvereční, což představuje 1000 MW na jeden kilometr čtvereční. Na 100 ha zemědělské půdy dopadne v letním dnu energie, která se dá srovnat s produkcí největších elektrárenských bloků. Co se stane s touto energií, je odvislé od toho, zda je, nebo není přítomna voda, což zobrazuje Obr. 1 (Pokorný a kol., 1996).



Obr. 1 Toky energie v ekosystémech a evapotranspirace (Kender, 2000)

Pokud je vegetace dobře zásobena vodou, pak aktivně klimatizuje. Během poklesu teploty nad ránem vodní pára na povrchu vegetace kondenzuje do kapek. Nahromaděná energie se přitom uvolní v podobě tepla a snižuje se tak ranní chlad. Při kondenzaci vodní páry klesá atmosférický tlak, který se vyrovnává prouděním vzduchu z okolí. Pokud vzduch obsahuje dostatečné množství vodní páry, dochází i k vypadávání srážek. V tomto případě vegetace funguje jako tzv. biotická pumpa. Tyto procesy společně podporují malý vodní cyklus (viz Obr. 2), tzn. recyklaci vody nad pevninskými regiony. V případě nepřítomnosti vody se rozsáhlé odvodněné plochy polí a měst naopak v létě přehřívají, od nich ohřátý vzduch odnáší vodní páru vysoko do atmosféry a voda se zpět už nevrací. Nad krajinou se udržuje vysoký tlak, který brání přísunu vlhkého vzduchu. Tak nastává období extrémního sucha (Čížková a Pokorný, 2015).



Obr. 2 Tok vody a látek v otevřeném a uzavřeném koloběhu (Kender, 2000)

Každá rostlina má jinou schopnost transpirace. Například sukulenty a xerofyty, které jsou přizpůsobeny k životu za nedostatku vody, mají nízkou transpiraci. Naopak mokřadní rostliny dokážou transpirací převádět vysoké množství vody. Listnaté stromy mají vyšší schopnost transpirace než stromy jehličnaté (Pokorný a Lhotský, 2006).

Celkové množství energie, které je vázáno evapotranspirací, můžeme jednoduše spočítat, pokud známe množství odpařené vody. Skupenské teplo vody je 2,5 MJ na kg odpařené vody. Během letního dne činí výpar z mokřadu průměrně 5 litrů vody z jednoho metru čtverečního, na odpaření pěti litrů vody je potřeba 12,5 MJ sluneční energie. Tato energie je povolna uvolněna na chladných místech v důsledku kondenzace. Jde o výborný způsob vyrovnávání teplot v čase a v prostoru. Množství energie 12,5 MJ představuje cca 3,5 kWh nebo teplo vzniklé při spálení cca 0,75 kg běžného uhlí. Pokud není přítomna voda, tak se veškerá sluneční energie, která dopadá na Zem, mění v teplo a nepřiměřeně se přehřívá okolí, půda i vzduch. V důsledku odvodnění 100 ha, což je velikostně průměrný zemědělský hon půdy, se každý den nad ním (nad dozrávajícím obilím, nad strništěm) uvolní energie milionkrát větší než z jednoho metru čtverečního, to představuje energii několika GWh a ta se dá srovnat s tou, která by vznikla dokonalým pálením cca 750 tun běžného uhlí. Samozřejmě jsou tyto výpočty přibližné. Řádově jsou ovšem správné a potvrzují, jak podstatným způsobem mokřady, tedy vegetace dostatečně zásobená vodou, usměrňuje a rozptyluje dopadající sluneční energii. Rozumí se, že odvodněním velkých území se zvyšují teplotní rozdíly mezi dnem a nocí i rozdíly v teplotě mezi jednotlivými místy. To je dokázáno v malém i velkém měřítku. Odvodněním rozsáhlých oblastí se mění charakter počasí, distribuce srážek, směr a především síla větrů. Odvodněním mokřadů nastávají důležité změny v rozdělování sluneční energie, většina se jí rovnou mění v teplo a vzniklé teplotní rozdíly se vyrovnávají větrem, turbulencí směrem vzhůru spojenou s přesunem škodlivin do horních vrstev atmosféry. V sedmdesátých a osmdesátých letech bylo v České republice odvodněno 600 000 ha zemědělské půdy a během programu rekultivací další tisíce hektarů nezemědělské půdy, především nivy toků, prameniště a další mokřady byly přeměněny na zemědělskou půdu. Byl to velký zásah do energetické bilance krajiny a čísla zde uvedená jen naznačují velikost energetických změn (Pokorný a kol., 1996).

3.2.2 Hromadění živin a produkce biomasy

Jak již víme, tak v mokřadech se většina sluneční energie přeměňuje prostřednictvím výdeje vody rostlinami a půdou (evapotranspirací). Fotosyntézou vázaná energie do chemických vazeb ATP představuje pouze nepatrnou část z celkového množství sluneční energie, která dopadá v průběhu roku na porost. Jen tato energie je využívána pro tvorbu biomasy. V průběhu jednoho roku jsou schopny fotosyntetizující organismy vytvořit zhruba

1 kg sušiny na metr čtvereční. Toto množství obsahuje přibližně 18 MJ (5 kWh) vázané sluneční energie, a to je méně než 0,5 procenta sluneční energie, která dopadne za rok na metr čtvereční. V případě pravidelné sklizně a za dostatku živin může být produkce biomasy dvakrát až třikrát větší. V přirozených mokřadech s výjimkou lužního lesa je však roční produkce biomasy obvykle menší než 1 kg na metr čtvereční (Kender, 2000).

Toto platí s jistou výhradou. Většina zveřejněných odborných studií řeší stanovení nadzemní biomasy, které se dá dobře provést a je poměrně přesné. Biomasa podzemní, kterou tvoří kořeny, oddenky a zásobní orgány, se určuje mnohem obtížněji a je také méně přesná, ale její množství např. u porostů rákosin je srovnatelné s biomasou nadzemní. Produkované množství biomasy na určitou plochu (zpravidla metr čtvereční nebo hektar) je podstatné pro stanovení limitů využití biomasy např. jako zdroje suroviny nebo paliva, zároveň je to i měřítko schopnosti mokřadů akumulovat v sobě látky. Produkce biomasy stanovuje množství látek, které je možné s biomasou sklízet, recyklovat a kompostovat. Rozhoduje i o množství kontaminujících složek, které lze z ekosystému sklizní odstranit (Kender, 2000).

Je nutné si uvědomit, že mokřady mají schopnost zadržet škodlivé látky ve svém zamokřeném půdním prostředí. Těžké kovy, živiny a jiné znečišťující látky se v mokřadních půdách akumulují mnohem více než v samotných rostlinách. Určující pro množství uhlíku a dalších látek je celkové množství vytvořené biomasy, které se v porostu nahromadí. Čistá produkce mokřadu je podstatná pro posouzení jeho funkce, to znamená, jaký je přírůstek biomasy za rok. Dojdeme k závěru, že celková hrubá produkce rašeliniště je nízká, ale protože rozkladné procesy probíhají pozvolna, je čistá produkce poměrně vysoká a dochází k hromadění látek v rašeliništi. Opakem jsou eutrofní rybníky, kdy celková hrubá produkce je vysoká, ale rozkladné procesy jsou rychlé, a tak se v těchto rybnících shromažďuje málo biomasy a akumulace látek je tady nízká. U lužního lesa se setkáváme s mimořádnou schopností vázat živiny. Uvádí se množství pro jeden hektar za rok 265 kg Ca, 224 kg N, 24 kg Mg a 18 kg P (Kender, 2000).

V mokřadní půdě prosycené vodou se hromadí kořenová biomasa i opad nadzemních částí a je pro ni charakteristický vyšší obsah organických látek. Tato půda je chudá na kyslík a převládá v ní akumulace organických látek nad jejich rozkladem. Proto jsou místa odvodněných mokřadů a nivní půdy úrodné. Organické látky v půdě zvyšují schopnost půdy vázat vodu (Pokorný a Lhotský, 2006).

V organických látkách je pestrý mikrobiální život. V živých organismech i v odumřelých částech jsou vázány živiny a alkalické kovy, jen nepatrná část je v rozpustné formě ve vodě. V případě půd, které jsou trvale zaplavené vodou, dochází k mnohem

menšímu uvolňování rozpuštěných látek než v půdách, které jsou periodicky zaplavovány a vysoušeny. Jelikož střídání extrémů urychluje mineralizační proces a živiny, které se uvolňují, nemohou být odpovídající rychlostí opět vázány procesem fotosyntézy, jsou vyplavovány ve vysokých množstvích do vodních toků a nádrží. Rozklad organických látek je spojen s poklesem pH, jelikož při mineralizaci dochází k oxidaci siřníků a amonného dusíku a vytvářejí se kyseliny síry a dusíku. Pokles pH má za následek uvolňování těžkých kovů do půdního roztoku. Když pH dosahuje vyšších hodnot, tak jsou těžké kovy vázány v půdě, a pro rostliny a živočichy jsou tudíž nedostupné (Pokorný a kol., 1996).

Naše zemědělství dlouhodobě využívá živiny obsažené v organických látkách mokřadních půd. Ze zemědělské krajiny se ztrácí každý rok 1 tuna rozpuštěných látek, především vápník, hořčík, draslík, sodík a uhličitany. Únik těchto látek z polí je spojen s acidifikací, dále se zvýšenou úživností povrchových vod (eutrofizací), a s tím je spojen i problém zhoršení kvality vody. Vysoký obsah těchto látek v povrchových vodách způsobuje rozvoj vodních květů, problémy při úpravě pitné vody a případné onemocnění způsobené toxiny, které uvolňují sinice a anaerobní sedimenty. Z vodohospodářského pohledu znamená nadbytek živin znečištění, ale z dlouhodobého hlediska přicházíme o nenahraditelné látky, které se ztrácejí ze zemědělské půdy. Tyto látky odcházejí nenávratně do moře (Pokorný a kol., 1996).

Stále podmáčené půdy shromažďují uhlík a další látky. Tyto půdy obsahují 10 až 20 procent organického uhlíku. Odvodněním těchto půd a navozením mineralizace organických látek nastává uvolňování oxidu uhličitého do atmosféry, mohou se uvolňovat i stopy metanu a oxidů dusíku. Přímým měřením nelze stanovit úniky jednotlivých plynů a zjistit tak podíl odvodněných mokřadů na zatížení atmosféry. Předpoklad o množství uvolněného oxidu uhličitého však máme. Při rozložení 100 gramů organického uhlíku na jeden metr čtvereční a při jeho oxidaci na oxid uhličitý dochází k uvolnění tuny uhlíku na jeden hektar za rok. Dokládáme tím názor, že zatížení atmosféry oxidem uhličitým, který se uvolňuje ze zemědělských půd, hraje významnou roli. Množství je srovnatelné s uvolněným oxidem uhličitým vzniklým při spalování fosilních paliv (Pokorný a kol., 1996).

Shrnutí základních funkcí mokřadů z hlediska koloběhu látek:

1. Nad rozkladem organických látek převládá v mokřadních půdách hromadění organického uhlíku. V mokřadech se tedy uhlík shromažďuje a tím dochází ke snižování jeho obsahu v atmosféře. V důsledku odvodňování mokřadů dochází ke

zrychlení mineralizace, a naopak oxid uhličitý se po oxidaci organických látek do atmosféry uvolňuje.

2. V mokřadech probíhá uvolňování některých plyných látek. Jejich únik do atmosféry by znamenal zesílení skleníkového efektu nebo reakci s ozonem, ale v mokřadech, kde funguje vzrostlá vegetace, vstupují plyny do chemických reakcí s jinými zde přítomnými látkami nebo je využívají jiné organismy. Například metan, tzv. bahenní plyn uvolněný v lužním lese nebo rákosině, je využit bakteriemi, které se nacházejí na povrchu listů.
3. Tím, že jsou mokřady schopny vázat živiny, umožňují tak jejich recyklaci. Snižují stupeň trofie vody a napomáhají ke kratšímu a uzavřenějšímu koloběhu látek.
4. Mokřady akumulují těžké kovy a jiné typy cizorodých látek. Rozsáhlé mokřadní plochy zadržují tyto látky dodávané dešťovými srážkami a v důsledku toho, že plochy mokřadů jsou chladnější než jiná území krajiny, dopadá na ně za rok více dešťových srážek než na zemědělské plochy a lidská obydlí. Ve srovnání s ostatními plochami mají mokřady vyšší přísun znečišťujících látek, současně jsou však schopny je zachytit a fungovat jako účinný filtr pro povrchové, ale i srážkové vody.
5. Mokřady jsou důležitými ekosystémy s vysokou druhovou diverzitou a poskytují využitelnou biomasu (Kender, 2000).

3.2.3 Retenční kapacita mokřadů a tlumení průběhu povodní

Při určování charakteru mokřadů je důležité znát jejich hydrologii. Mokřady ovlivňují regionální režimy průtoku vody. Jeden ze způsobů, jak zmírnit povodňový odtok, je zachytávání bouřkových přívalů a ukládání těchto vod, čímž se mění prudké odtoky na pomalejší vypouštění vody po delší dobu (Mitsch and Gosselink, 2007).

Schopnost mokřadů zadržovat vodu je stále častěji diskutovanou otázkou. Její naléhavost vzrůstá i z důvodu každoročních povodní. S odstraňováním povodňových následků se neustále zvažují případná preventivní technická nebo přírodě blízká opatření. Protipovodňová opatření musí být řešena komplexně, rozmanitě a s ohledem na místní podmínky, především v nivě toku (Kender, 2000).

Povodňová prevence může být řešena několika způsoby. Jeden způsob představuje rekonstrukci nebo i budování technických úprav koryta, jindy je spojena s budováním odstavených hrází a retenčních nádrží (poldrů). Způsob druhý, dlouhodobý, se věnuje

biologickému zvýšení retence krajiny. Pro oba způsoby platí právní i profesní zásady zohlednit ochranu přírodních hodnot krajiny (Petříček, 2003).

Hlavní otázkou při posuzování alternativních, přírodě blízkých protipovodňových opatření je kolik vody, za jak dlouho a jakým způsobem je mokřad schopen pojmout. Doposud je nedostatek exaktních údajů opírajících se o dynamické počítačové modely a terénní měření. Jisté je, že při veškerých výpočtech je třeba brát v úvahu velikost a morfologické členění vlastního retenčního prostoru, eventuálně jeho geologické stavby, strukturu půdních částic, hladinu podzemních vod, evapotranspiraci a složení včetně kvality rostlinného pokryvu. Je zřejmé, že levným, účinným a trvalým retenčním prostorem je právě niva se všemi svými mokřadními společenstvy. Nedá se jí upřít ani význam kulturní a civilizační. Když člověk začal osidlovat krajinu, tak právě toky s nivami byly přirozenými liniovými stavbami v krajině a na rozdíl od hustých lesů zajišťovaly komunikaci a postup lidských obydlí a cest proti proudu dále do osídlovaného území. Nivy byly vždy vystaveny tlakům a požadavkům na využívání ze strany lidské společnosti. Nivní oblasti by měly být respektovaným prostorem vodního toku, v jehož blízkosti se nacházejí pastviny, louky a cesty, jen málokdy stavení nebo obdělávaná pole. Niva je prostorem, který bezprostředně souvisí a komunikuje s vodním tokem. V případě povodně umožňuje jeho rozlítí a v důsledku toho příznivě působí na kulminační průtoky. Mimo to má schopnost vázat vodu a díky rozsáhlé ploše rozlivu se může voda rychleji vypařovat (Kender, 2000).

Mokřadní vegetace, která snáší zatopení, po ústupu záplavy nehyne, ale naopak značně roste a využívá tak dostatek živin a vody. Lesní stromy a většina zemědělských plodin déletrvajících záplavu nesnášejí a odumírají. Záplava v odvodněné a rekultivované nivě poškozují vegetaci, zatímco zatopení nivy porostlé mokřadní vegetací zvyšuje produkci rostlin. Niva o rozloze 600 ha a průměrné hloubce 0,5 metru zadrží 3 miliony kubických metrů vody. Rostlinám se zlepšuje schopnost odolávat zatopení, pokud jsou vystavovány kolísavé hladině podzemní vody a občasných záplavě. Tím se jejich kořenový systém lépe rozvíjí a je i více flexibilní (Pokorný a Lhotský, 2006).

Vzájemná souvislost mezi schopností zadržovat vodu a výškou hladiny spodní vody je pochopitelná. Rašeliniště má schopnost zadržovat srážkovou vodu jen do té míry, než se nasatí vrchní aktivní vrstvy. Odtok a pohyb srážkových vod narůstá exponenciálně se zvyšující se hladinou vody podzemní. V průběhu vegetačního období, kdy v důsledku zvýšené evapotranspirace je hladina spodní vody pod průměrnou úrovní, zůstává odtok i při vysokých a trvalých srážkách nulový, což dokazuje vysokou schopnost rašelinišť zadržovat vodu. Pro intenzitu transpirace je pak podstatné i množství a zdravotní stav rašeliništních

rostlinných společenstev. Z toho vyplývá, že plně funkční rašeliniště z biologického pohledu má i větší účinnost při zadržování vody a její následné a postupné uvolňování v průběhu extrémních srážek. Lužní les dosahuje průměrné hodnoty evapotranspirace v letních měsících 4,43 mm za den. Při nedostatku vody se tato hodnota může snížit. Po vydatných srážkách a za slunečného počasí se však může zvýšit až na 4,5 mm za den (Kender, 1999).

Mokřady fungují na principu houbového efektu. Zásoba vody v nich je do značné míry aktivní, neboť za přísušků jsou schopny zásobovat místní hydrografickou síť. Opakem tomu jsou malé vodní nádrže vytvářející pasivní zásobu vody. Mokřad si můžeme představit jako nasátou houbu, která vodu zvolna propouští, kdežto správně fungující nádrž působí jako nepropustná nádoba (Just a kol., 2005).

Polemiky na téma, jak účinná jsou mokřadní společenstva v boji s povodněmi a jaká jsou omezení jejich funkce jako prostředku ochrany před povodněmi, pokračují a budou pokračovat. Získávání údajů o těchto přirozených retenčních oblastech je mnohem obtížnější a provádí se poměrně krátce na rozdíl od metodiky projektování velkých technických staveb. Můžeme ale říci, že mokřady mají přímou retenční funkci (Kender, 2000).

Tato funkce může být výraznější v případě, že je mokřad ohrazován. Ohrazování vytváří retenční prostor, hlavně v místech zaniklých rybníků a polosuchých poldrech. Značné zanášení mokřadů větších niv povodňovými splaveninami patří k jejich přirozenému vývoji (Just a kol., 2003).

V době záplav zadržují vodu, a pokud jsou v dobré kondici, tak nedojde ani ke škodám na produkci, jelikož mokřadní vegetace je přizpůsobená k záplavovým podmínkám. Mimo vodu zadržují mokřady i živiny přinášené povodňovými průtoky. V půdě se zvyšuje obsah organických látek, protože zde převládá hromadění organického uhlíku nad procesy rozkladu. Tím se zlepšuje jejich úrodnost i struktura a také s tím souvisící schopnost přímo vázat vodu. V důsledku degradace mokřadů se zhoršuje místní klima, oxid uhličitý se uvolňuje do atmosféry, živiny a jiné látky odtékají s vodou a tím se snižuje její kvalita a zvyšuje její trofie. Zánik mokřadů, popřípadě jejich zprůtočnění a následné zastavění vede ke snížení retenční kapacity krajiny a možnému zvyšování povodňových vln v dolních částech jednotlivých povodí (Kender, 1999).

3.2.4 Stabilizace břehů, ochrana proti erozi a krajínovorná činnost vodních toků

V důsledku nového strukturování vodních srážek vznikají častěji povodňové stavy, vyskytují se vodní srážky s vyšší intenzitou a nepravidelností v územním rozložení, zvyšuje se rozloha oblastí sucha i počet periodicky se opakujících období bez vodních srážek. Nově navrhované přirozené a uměle vytvářené mokřadní ekosystémy v sobě spojují synergický účinek kladného působení na půdu i vodní prostředí. Půda je důležitý přírodní zdroj, který je při zemědělském hospodaření na velkých svahovitých pozemcích ohrožován ve velké míře zvýšenou vodní erozí, pokud nejsou dostatečným způsobem realizována půdoochranná protierozní opatření. Povrchové erozní smyvy a podpovrchový odtok drenážních vod představují nejčastější přesun živinového znečištění z pozemků do vodotečí. Mokřadní ekosystémy mohou fungovat jako přirozená zábrana pro zadržování odtoků a splachů zemin (Hrnčířová a Holas, 2013).

Vodní eroze je proces, kdy v důsledku působení kinetické energie vody dojde k narušení povrchu půdy a koryt vodních toků. Následuje transport půdních částic tekoucí vodou (Němec a Hladný, 2006).

Tekoucí voda má kinetickou energii závislou na spádu a množství vody o určitém průtoku. Tato energie se z části spotřebovává třením o podloží a část, která zůstává volná, je využita k transportu materiálů. Vodní toky se při své korytotvorné činnosti chovají následujícími způsoby. Buď nastává eroze a unášení pevných látek, které jsou vymílané z podloží břehů a dna vodních toků. Při větších průtocích jsou unášeny i látky z příbřežní zóny. Nebo dochází k jejich transportu a usazování v klidnějších částech toku. V horních částech toku převládá erozní a odnosová činnost. V úsecích dolních převažuje činnost sedimentační spojená s boční erozí, která způsobuje meandrování a následující přemísťování koryta (Kender, 2000).

Unášený materiál má rozpuštěnou i nerozpuštěnou podobu. Jedná se o látky pevné hlavně minerálního původu, ale i původu organického. Podle způsobu transportu ve vodním toku má unášený materiál podobu plovoucích látek, které jsou hlavně organického původu s hustotou menší než voda, dále podobu unášených látek. Jde o minerální, ale i organické látky o hustotě blízké vodě nebo látky přemísťované, které mají minerální původ a hustotu větší než voda (Kender, 2000).

Přemísťování materiálu je jednou z hlavních složek krajinotvorného procesu působení vodních toků, kdy se vodní tok projevuje korytotvorně. Vodní toky tímto způsobem modelují své okolí. Rychlost korytotvorné činnosti je přímo úměrná odolnosti geologického podloží. Koryto toku můžeme považovat za stabilní tehdy, když bez poškození zajistí kapacitní průtok. Jde o to, že rychlost proudění toku na určitém průřezu nedosáhne větších hodnot než rychlost nevymílací. Odborníci odvodili tuto rychlost od vlastností efektivního zrna materiálu, ze kterého je tvořeno dno a břehy určitého toku. Z toho plyne, že čím víc se koryto konkrétního toku vyznačuje větším podélným sklonem, menší drsností a větší hloubkou, tím víc roste proudění na průřezu. Tento poznatek byl mnohdy v praxi chybně používán. Ve volné krajině se stavěla břehová opevnění neúměrně pevná a s ohledem na okolní přírodu i nevhodná a nepřizpůsobivá. V dnešní době má opevnění koryta zohledňovat hlavně hodnoty přirozené průtočné kapacity daného koryta. Současně jsou brány v úvahu ještě další aspekty. Musí se zachovat pružnost a propustnost břehů, aby se nepřerušila hydrologická spojení vodního toku s vodou podzemní v přilehlé nivě (viz. Obr. 3). Je zapotřebí zachovat přirozeně erozně tvarované břehy sloužící k zahánění ptactva. Břehová čára by měla být zachována v jejím přirozeném tvaru. Tím se napomáhá ke zvyšování morfologické stability břehů a krytových možností živočichů závislých svými aktivitami na vodním toku. Vhodná stabilita břehů se zajistí tehdy, pokud se budou vhodně kombinovat opatření technického charakteru s opatřeními rázu přirozeného, nebo se přirozenému stavu blížícímu. Je pochopitelné, že v místech, kde se nachází obytná zástavba nebo průmyslové podniky, je vyžadována větší míra protipovodňových opatření než ve volné krajině. Jako nerozumné se jeví např. chránit před jarními rozlivy louky, které těsně sousedí s vodními toky. Jarní rozliv do nivních hájů a na dočasně neobdělávanou půdu má přínos hydrologický i ekologický. Určité nivní rostliny a porosty dokonce vyžadují pravidelné zaplavování. Projektanti musí řešit průtočnou kapacitu individuálně s ohledem na místní podmínky i na podmínky vzdálenější, např. ohrožení hladin podzemních vod (Kender, 2000).



Obr. 3 Koryto a niva potoka (Just a kol., 2003)

Vegetační kryt má vliv na vodní režim půdy a toku, protože podstatnou roli ve vodním režimu půdy hrají rostliny. Pokud změníme vegetační kryt a retenční schopnost povodí, můžeme způsobit změnu odtokových maxim z přívalových dešťů, při kterých dochází ke vzniku povrchového odtoku (Šír a kol., 2004).

Druhové a porostní složení vegetačního doprovodu vodního toku se rozhodujícím způsobem podílí na jeho ekologickém zapojení do okolní krajiny. Vegetační doprovod plní i jiné důležité funkce. Je to především funkce zpevňovací, kdy dochází k přirozenému zpevnění břehů a funkce protierozní, která brání plošným splachům částic půdy do toků. Organismy vázané na vodní tok využívají funkce migrační, která poskytuje vhodné cesty pro tyto organismy. Funkce úkrytová slouží zejména vyšším organismům. Funkce ekologicko-stabilizační zvyšuje krajinnou rozmanitost. Funkce rekreační vede ke vzniku míst, zón, parků určených pro každodenní rekreaci a odpočinek obyvatelstva. Poslední z funkcí břehových porostů je funkce krajinářsko-estetická. V současné době se již nepochybuje o kladné roli břehových porostů. Zeleň je projektována do příbřežních zón toků ve městech, ale i na venkově (Kender, 2000).

Břehové porosty plní i úlohu ekotonu, to je přechodový ekosystém mezi hydrickým prostředím vodního toku a prostředím terestrickým. Pro správné plnění funkcí břehových porostů je nutné kombinovat lokálně vhodné druhy dřevin, různé růstové formy a vhodně vysazovat různověké dřeviny a keře. Pozornost musí být věnována i bylinnému patru. Nejvíce účinným vegetačním prostředkem ke zvýšení retence vody je vegetace dřevinná. V případě opevnění koryt vodních toků biologickým způsobem je nutné brát v úvahu vlastnosti konkrétního toku. Mezi ně patří charakter druhové skladby vegetačního doprovodu a celkový ráz dřevinných porostů, lučních porostů i vodního rostlinstva. Toto opevnění bohužel nepůsobí okamžitě, ale až za několik vegetačních období. Musí se také počítat s občasným zaplavováním kořenového systému i nadzemních částí vegetace (Kender, 2000).

Lidé v minulosti často a mnohdy necitlivě zasahovali do říčních toků. Známe snahy, kdy docházelo k napřimování toků hlavně v jeho dolních částech za účelem získávání větších ploch zemědělské půdy. Vodní toky byly také nesprávně ohrazovány, aby tato půda byla chráněna před zvýšenými průtoky v době jarního tání. V horních částech toků docházelo ke zpevňování betonovými deskami nebo vybetonováním celého koryta rovněž za účelem rychlého provedení průtoku. Uvedené zásahy se obracejí proti lidem samým, jsme svědky zrychleného odtoku povrchových vod z horních částí povodí s následnými ničivějšími důsledky pro lidi, kteří žijí v blízkosti dolních toků (Kender, 2000).

3.2.5 Mokřady jako biotopy specifických společenstev rostlin a živočichů

Mokřady značně zvyšují stanovištní diverzitu krajiny, protože umožňují existenci mnoha rostlinným i živočišným druhům, které v jiném prostředí nemohou prospívat. Nemusí jít jen o velké rašeliniště nebo močály, ale je nutné zdůraznit, že často jde i o menší a méně nápadné mokřady. Příkladem mohou být malá prameniště nebo bažiny v zazemněných ramenech vodních toků. Právě tyto nenápadné mokřady mizí z naší krajiny nejvíce (Ložek, 2011).

Pro mokřadní rostliny je charakteristická tolerance k zatopení kořenů i stonků. Zatímco terestrické rostliny po několikadenním zatopení vodou hynou, mokřadní rostliny zaplavení tolerují, protože umějí přivádět vzduch do zaplavených orgánů, jsou méně citlivé k výsledné činnosti anaerobního metabolismu a neztrácejí schopnost likvidovat volné radikály (Pokorný a Lhotský, 2006).

Zemědělské hospodaření má vliv na druhovou pestrost mokřadních rostlinných i živočišných společenstev. Tradiční zemědělské praktiky, například produkce rýže, soli a ryb, mohou udržovat značnou biodiverzitu mokřadních společenstev. Obnova mokřadních luk a návrat k jejich tradičnímu způsobu obhospodařování jsou důležitou podmínkou pro záchranu ohrožených druhů živočichů a rostlin. Mokřady vzniklé na orné půdě mohou velmi přispět k úspěšné reprodukci populací ohrožených živočišných druhů, zejména ptáků. Z důvodu ochrany některých druhů je vhodné zachovávat určitý stupeň opakované disturbance prostředí. Bylo prokázáno, že některé změny ve způsobu hospodaření přispívají ke kladnému dopadu jak na biologickou rozmanitost, tak na zvýšení zemědělské produkce (Čížková a kol., 2015).

Seznam mokřadních druhů rostlin a živočichů, kteří indikují mezinárodní význam mokřadů, byl převzat ze „Směrnice Rady Evropských společenství č. 92/43/EEC z 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin“ (Chytil a kol., 1999).

Z vyšších vodních rostlin vynikají stredoevropské druhy „masožravých“ rostlin, vyskytující se ve vodě nebo v mokřadech. Mezi kriticky ohrožené druhy patří rosnatka prostřední (*Drosera intermedia*) a rosnatka anglická (*Drosera anglica*). Na slatinných loukách roste vzácný vstavač řídkokvětý (*Orchis laxiflora*) a vstavač vojenský (*Orchis militaris*), které řadíme mezi silně ohrožené druhy (Reichholf, 1998).

Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*) a velevrub tupý (*Unio crassus*) náležejí mezi měkkýše (Mollusca), kteří indikují mezinárodní význam mokřadů. Známým zástupcem z kmene kroužkvců je pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis*). Schopnost ovlivnit sladkovodní životní prostředí jako žádný jiný druh savců má bobr evropský (*Castor fiber*). Želva bahenní (*Emys orbicularis*) je jediná želva volně se vyskytující ve střední Evropě. Obývá různé biotopy, většinou slepá ramena řek, pomalu tekoucí potoky, větší tůň a mokřady (Reichholf, 1998).

3.2.6 Kulturní a historický význam mokřadů

Rašeliniště patří mezi významné mokřadní fenomény v krajině a jsou zajímavá pro odbornou i laickou veřejnost. Bohužel bývají vnímána jen jako biotopy se zajímavou faunou a flórou na jejich povrchu. Bez povšimnutí je opomíjeno to, co je pod jejich povrchem, tzn. polohy rašeliny, slatiny a dalších sedimentů. Tyto sedimenty mají velkou výpovědní hodnotu

pro využití v paleoekologii. Sedimenty, které jsou chronologicky uloženy, obsahují informace až o mnohatisícileté minulosti. Jsou zde uloženy mimořádné informace v podobě pylových zrn, spór a makrozbytků rostlin včetně mikroskopických objektů z živočišné říše (Jankovská, 2011).

Pokud jde o sedimenty obsahující uhličitán vápenatý, jako jsou například vápnité slatiny, slíny a hlavně vysráženiny čistého uhličitánu vápenatého jako travertiny, pěnovce, jezerní křídly, poskytují velmi důležité informace měkkýši. Větší část jejich ulit patří druhům žijícím přímo v mokřadu, ale najdeme mezi nimi i skořápky splavené z okolí, které vypovídají také o poměrech v sousední krajině. Největší množství takových ulit nacházíme v nivách vodních toků (Ložek, 2011).

Paleorekonstrukce je schopna z těchto informací vytvořit obraz vegetačního krytu dávných krajin. V případě, že známe skladbu vegetace, můžeme odvodit i skladbu fauny, charakter klimatu a dalších biotických a abiotických složek přírody. V našich rašeliništích jsou nejstarší sedimenty většinou pozdnoglaciálního stáří. Na nich se nacházejí sedimenty holocénu. Vybízí to k představě, že rašeliniště vznikla až na konci poslední doby ledové, ale není tomu tak. Byla zde i ve starších fázích pleistocénu. Důkaz v podobě rašeliny se ztratil z důvodu různých forem eroze. Jen ojediněle se tyto sedimenty zachovaly, a to jen díky tomu, že byly zakryty mladšími sedimenty, které je chránily před erozí, mineralizací apod. Za pomoci paleorekonstrukce se nám ukazuje podoba krajiny, ve které žil homo sapiens i homo neanderthalensis a značná glaciální fauna i s mamuty. V mladších vrstvách nacházíme přítomnost a hospodářskou činnost člověka. Původ našich rašelinišť je různý. K jejich vzniku docházelo buď postupným hromaděním biomasy na zamokřených místech, nebo zarůstáním jezer v periglaciální krajině. Sedimenty každého rašeliniště mají výpovědní vědeckou hodnotu (Jankovská, 2011).

Rašeliniště jsou místa, ze kterých můžeme získat informace o vývoji lidské kultury. Archeologové v těchto místech nacházejí pozůstatky hrobů, tábořišť, nástrojů, zbytky mincí, nádob a oděvů. Dochovaly se i nálezy těl živočichů a lidí (Pivničková, 1997).

3.3 Obnova mokřadů

V současné době velmi sílí snahy o obnovu mokřadů (viz. Obr. 4) a přirozeného charakteru vodních toků i jejich ekosystémových funkcí v krajině. Hlavním důvodem jsou důrazněji se projevující důsledky porušených ekologických vazeb a procesů. Lidské zásahy do vodních toků a mokřadů se projevují ve vodním režimu krajiny, koloběhu živin nebo poklesem biodiverzity, ale i zvyšující se četností dopadů povodňových situací, které zasahují do každodenního fungování lidské společnosti (Just a kol., 2012).



Obr. 4 Mokřad (Just a kol., 2003)

Hlavním důvodem ochrany mokřadních biotopů je druhová pestrost těchto stanovišť, která souvisí se zeměpisnou polohou, geologickou a geomorfologickou rozmanitostí a historií vývoje přírody (Pivničková, 1997).

Požadavky na ochranu vodních biotopů rostou a revitalizace jsou nezbytným prostředkem pro zachování významných přírodních hodnot. Nejlepším znovuoživením je proces, při kterém se řeka sama zanáší, zarůstá a směřuje k přirozenému stavu (Karlík a Hlavatá, 2007).

V České republice převládají projekty zaměřené na obnovu či znovuoživení stávajících mokřadních stanovišť. Většinou jde o lokální obnovu tůní, které jsou vhodné pro podporu obojživelníků a jiných mokřadních živočichů vázaných na mělké stojaté vody. Často jsou takto oživována sukcesní stadia aluviálních tůní, které zestárly a zazemnilly se v důsledku odloučení říční nivy od vlastního vodního toku a vlivu záplav. Mělké tůně se vytvářejí i jako součást šetrných revitalizací lomů a pískoven (Just a kol., 2012).

V USA se mokřady spíše vytvářejí uměle, na rozdíl od znovuoživení těch původních, za účelem zmírnění poškození, jež utrpěly následkem stavebních zásahů a jiných. Avšak ani po letech od jejich založení tato uměle vytvořená území neplní stejnou funkci jako přirozené mokřady (Cole, 2002).

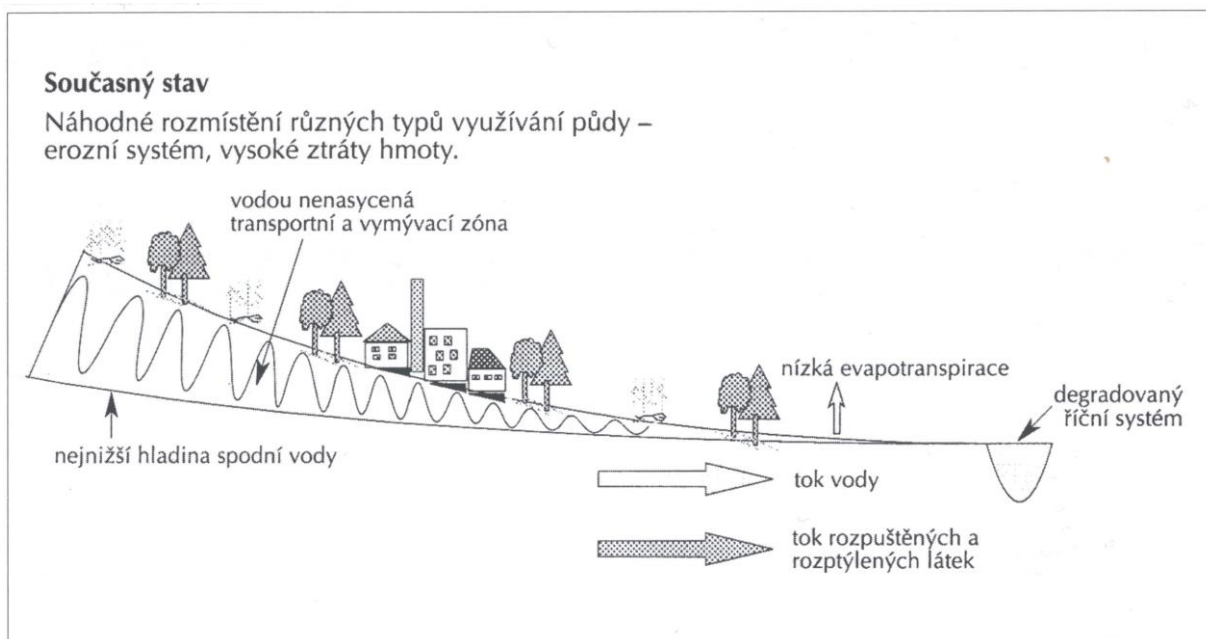
Mokřady jsou specifické tím, že nejsou vhodné pro chov ryb, nehodí se ke koupání a mohou se v nich líhnout komáři, což může být důvod, proč je nezakládat v blízkosti lidských sídel. Nejdůležitější je chránit stávající mokřady. Pro jejich podporu jsou vhodná technická opatření, která upravují odtokový režim nebo zvyšují úroveň nevhodně zahloubených odtokových koryt přisypáním, popřípadě jednoduchým hrazením. Úprava bezpečnostního přelivu a oprava hráze vede ke stabilizaci mokřadu, který se vyvinul v místě bývalého rybníka. Nové možnosti pro vznik mokřadu se objevují při výstavbě polosuchého poldru, což je částečně zaplavená vodní nádrž určená k zachycení povodňových vod. Další způsob obnovy mokřadu je jejich vytváření v nivě např. nízkým ohrazováním či vyhloubením sníženiny v nivě. Mokřady nejsou příliš náročné na údržbu, tu vyžadují pouze technické prvky, jako je hráz nebo bezpečnostní přeliv. Vegetace v počátečním stadiu růstu by měla být upravována. Problémem mokřadů je rychlé stárnutí a to, že dochází k jejich zazemňování. Tento problém můžeme řešit různými postupy, buď mokřad ponechat jeho přirozenému vývoji, kdy může docházet k jeho přeměně v lužní háj, nebo bude zvolen režim obnovy, který je prováděn pomocí sečení a vyřezávání porostů, opakovaným hloubením tůní a mokřadních prohlubní nebo zvyšováním úrovně zatopeného území. Nutná je spolupráce s přírodovědci, kteří se zabývají vyhodnocováním přirozeného vývoje a reakcí ekosystému na umělé zásahy. Z pohledu ochrany přírody může být cílem revitalizace obnova vzácných vodních, pobřežních a mokřadních biotopů, zlepšení podmínek pro chráněné druhy živočichů (např. ledňáček, perlorodka, vranka, mihule), upravení vodních poměrů v krajině, zlepšení migrační prostupnosti koryta, nahrazení degradovaných ploch biologicky a krajinářsky hodnotnějšími povrchy, jako jsou louky, lesy a mokřady (Karlík a Hlavatá, 2007).

3.3.1 Vliv lidské činnosti na stav mokřadů

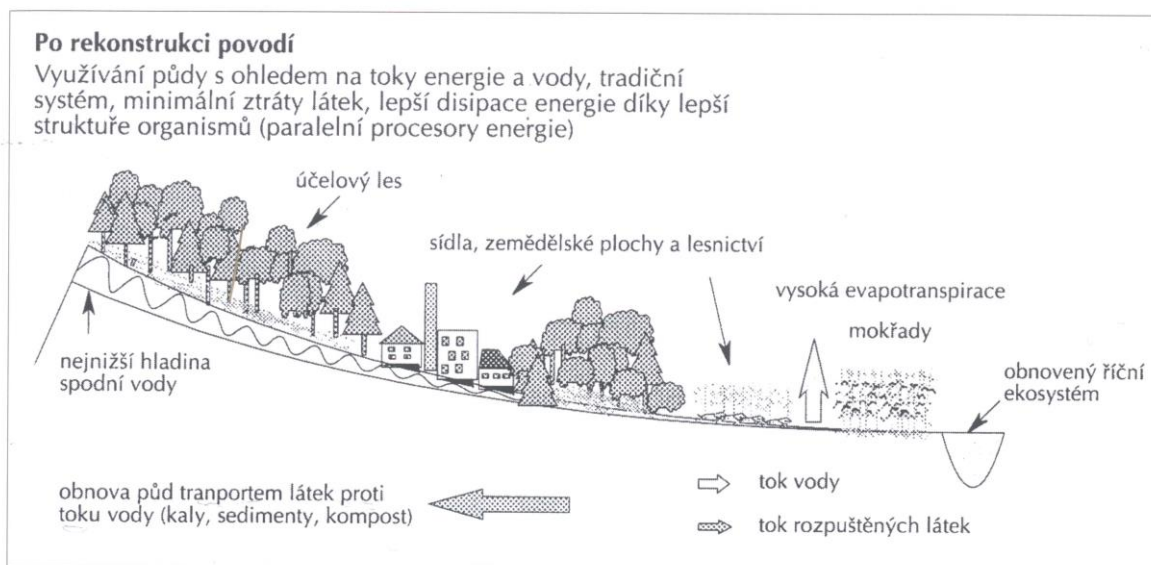
Na celém světě mokřady buď již zanikly, nebo jsou v ohrožení navzdory různým mezinárodním dohodám a národním strategiím. Je to způsobeno:

1. veřejným charakterem mnoha produktů a služeb mokřadů
2. vedlejšími ekonomickými dopady jejich využití na ostatní zainteresované strany
3. selháním politických intervencí kvůli nedostatku konzistentního přístupu vládní politiky v různých oblastech: ekonomie, životního prostředí, ochrany přírody a fyzického plánování (Turner et al., 2000).

Tyto tři příčiny mají souvislost se selháním informovanosti, což lze naopak připsat na vrub komplexnosti a „neviditelnosti“ prostorových vztahů mezi podzemními vodami, povrchovými vodami a vegetací mokřadu. Ucelený průzkum mokřadů, který by kombinoval sociální a přírodovědný přístup, může částečně vyřešit problém nedostatečné informovanosti a dosáhnout tak požadovaného konzistentního přístupu napříč spektrem různých vládních strategií. Rámec uceleného průzkumu mokřadů naznačuje, že kombinací ekonomického zhodnocení, uceleného namodelování (viz Obr. 5a a 5b), analýzy zainteresovaných stran a evaluací mnohačetných kritérií lze poskytnout dodatečný vhled do udržitelného, prosperujícího a optimalizovaného řízení a strategií v otázce mokřadů (Turner et al., 2000).



Obr. 5a. Model obnovy koloběhu vody v povodí (Kender, 2000)



Obr. 5b. Model obnovy koloběhu vody v povodí směřující ke zvýšení udržitelnosti ekosystému (Kender, 2000)

Lidské zásahy do vodních toků a mokřadů v České republice se v mnohém podobaly



Obr. 6 Upravený vodní tok (Just a kol., 2003)

situaci ve zbytku Evropy. V 19. století došlo k rozmachu vodohospodářských úprav na větších vodních tocích. Začaly se provádět první protipovodňové regulace a zesplavňovací úpravy Labe a Vltavy. Probíhaly také regulační úpravy menších vodních toků (viz Obr. 6) i rozsáhlé odvodňování pozemků. Tyto zásahy do vodního režimu krajiny vyvrcholily v 70. a 80. letech, kdy se přesunuly i do hospodářsky nepříliš výnosných oblastí. Výsledkem nastíněných aktivit na území České republiky je celkově neutěšený aktuální stav vodních toků, dále celkové ochuzení diverzity krajiny, zrychlení běžných i povodňových odtoků z krajiny, zmenšení zásob mělké podzemní vody a zesílený dopad suchých period (Just a kol., 2012).

Ve druhé polovině minulého století se zemědělská produkce v České republice stala vysoce koncentrovanou

a specializovanou činností. Historická krajina ztratila svůj původní rozmanitý charakter a postupně získávala spíše stepní charakter vzhledem k požadavkům rozsáhlých zemědělských technologií (Zuna a kol., 2002).

Rašeliniště a lužní lesy, které obsahují hodně živin, byly pro společnost velmi zajímavé, avšak doposud nevyužívané z důvodu nadbytku vody. Veškerá úrodná půda byla už vyčerpána a průmyslová hnojiva člověk ještě neznal. Pro lidstvo to tedy byla poslední možnost, kde získat další zemědělskou půdu. Během minulého století se z těchto důvodů většina mokřích oblastí přetvořila v ornou půdu. Proměna rašelinišť a regulace podmáčených luk byla prováděna pomocí rekultivačních programů. Po odvedení vody se objevila půda, která byla měkká, výhřevná a obsahovala hodně humusu, což lidem zajišťovalo během prvních let poměrně kvalitní výnosy. Zdravotní význam hrál také svoji roli, jelikož v severních oblastech od Alp se do konce minulého století nalézalo velké množství močálů, které jsou přirozeným stanovištěm pro komáry, kteří bývají nositeli malárie. Stálo to velké úsilí a výdaje přeměnit nevhodné stanoviště bažin a rašelinišť v kulturní krajinu. První pokusy o vysoušení rašelinišť byly zajištěny různými spolky, svazy a lesnickými orgány, poté přicházely projekty státní. Rašeliniště byla zdrojem topiva, které lidé byli schopni získat. Vysoušení rašelinišť bylo v novověku lidmi chápáno jako velký pokrok, teprve později lidé pochopili, že tomu tak není. Velké škody byly napáchány odvodňováním podmáčených nížinných luk v blízkosti řek a potoků. Zde byly prováděny drenáže a kultivace stroji. Tato místa, pokud jsou zatopena vodou, už se nenasakují, ale naopak způsobují nezadržitelný odtok vody do řek a následné povodně. Navíc zanikla důležitá prostředí pro existenci vzácných druhů rostlin a živočichů a podstatné zásobárny nadbytečné dešťové vody. Protikladem toho je období s nízkým množstvím srážek. V této době půda vysychá rychleji, a pokud nejsou mokřady a rašeliniště dostatečně nasáklé, tak vodu nemohou postupně uvolňovat, což může změnit i mikroklima. Když v krajině chybí voda, mrazy způsobují větší škody. Následky nevhodných zásahů do vodního režimu krajiny jsou očividné až po delší době. Tyto hospodářské důvody svědčí proti vysoušení mokřích oblastí (Reichholf, 1998).

3.4 Ramsarská úmluva

Společnost už delší dobu chápe, jak jsou mokřady pro naši planetu významné. Značný úbytek vodního ptactva byl prvním impulzem ke svolání zástupců mnoha zemí do íránského města Ramsar v roce 1971. Tato konference přinesla vznik Úmluvy o ochraně mokřadů mezinárodního významu, především jako biotopů vodních ptáků. Podle místa konání se tato úmluva nazývá Ramsarská konvence a nabyla platnost v roce 1975. Stát, který úmluvu podepsal, je mezinárodně vázán povinností chránit své mokřady. Se získáváním nových poznatků se rozšířil pohled na mokřady. Dnes už nejsou chápány jen jako biotopy vodního ptactva, ale jsou to místa, kde žijí a rozmnožují se i jiní významní živočichové a rostliny. Konvence se také nesoustředí jen na mezinárodně významné mokřady, ale uvědomuje si důležitost všech mokřadů. Využívání mokřadů je povoleno jen do té míry, aby nebyla narušena jejich biologická hodnota. Česká republika v socialistických dobách k Ramsarské konvenci nepřistoupila. Byla to pro nás velká diplomatická ostuda, protože jsme v Evropě zůstali poslední s Rumunskem a Albánií. O nápravu se postarala až první postsocialistická vláda a Československo přistoupilo k Ramsarské konvenci v roce 1990. Po rozpadu federace se Česká republika stala nástupnickým státem. Dnes už tuto konvenci podepsaly všechny státy (Rybka, 1996).

3.4.1 Kritéria pro výběr mokřadů mezinárodního významu

V prvním textu Ramsarské úmluvy byla zveřejněna jistá kritéria pro výběr Ramsar sites. Další důležité změny textu odsouhlasily konference účastnických států v letech 1990 a 1996. Oficiální znění kritérií bylo zveřejněno v příručce Ramsarské úmluvy (Ramsar Convention Bureau 1997). Tato kritéria slouží k vyhodnocování veškerých návrhů na mezinárodně významné mokřady. 7. konference zemí Ramsarské úmluvy v roce 1999 (San José, Kostarika) tento systém kritérií podstatně změnila a nynější návrhy jsou posuzovány dle níže uvedených kritérií (Chytil a kol., 1999).

Skupina A. Reprezentativní, dále vzácné a unikátní typy mokřadů

Kritérium 1. Mokřad by měl být zařazen jako mezinárodně významný v případě, že představuje příklad typického, vzácného nebo jedinečného typu přirozeného nebo přírodě blízkého mokřadu pro určitý biogeografický region.

Skupina B. Mokřady mezinárodního významu sloužící pro ochranu biologické rozmanitosti

Kritérium 2. Mokřad by měl být ohodnocen za mezinárodně významný v případě, že je obýván zranitelnými, ohroženými nebo kriticky ohroženými druhy nebo společenstvy.

Kritérium 3. Mokřad by měl být považován za mezinárodně významný tehdy, když je obýván populacemi rostlin nebo živočichů, kteří jsou nepostradatelní pro udržení biologické rozmanitosti daného biogeografického regionu.

Kritérium 4. Mokřad by měl být uznán za mezinárodně důležitý, pokud má zvláštní význam pro živočichy a rostliny v kritickém stadiu jejich životních etap nebo jim umožňuje úkryt pro případ nepříznivých podmínek.

Kritérium 5. Mokřad by měl být považován za mezinárodně významný, pokud bývá pravidelně využíván více než 20 000 vodních ptáků.

Kritérium 6. Mokřad je považován jako mezinárodně významný v případě, když je pravidelně využíván alespoň jedním procentem jedinců populace jednoho druhu nebo poddruhu vodních ptáků.

Kritérium 7. Mokřad by měl být považován za mezinárodně významný, když pravidelně slouží podstatné části jedinců geograficky původních poddruhů, druhů nebo čeledí ryb, jejich vývojovým stadiím a nacházejí-li se zde specifické mezidruhové vztahy nebo populace důležité pro ekonomický přínos a ochrannářskou hodnotu, která přispívá k celkové biologické rozmanitosti.

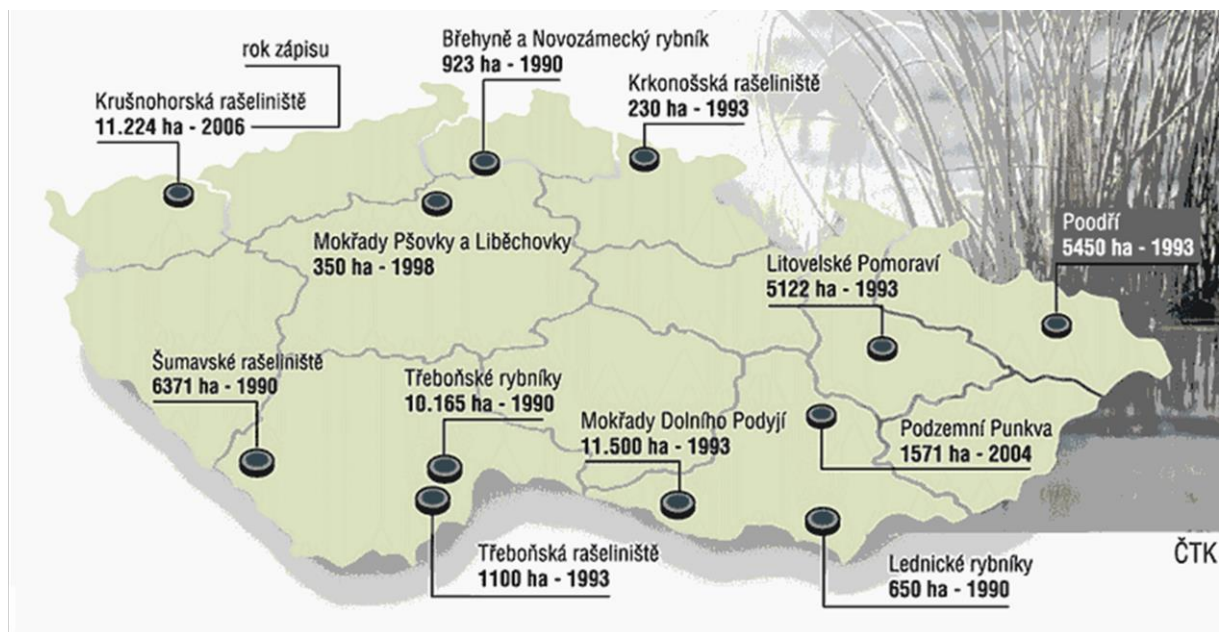
Kritérium 8. Mokřad by měl být považován za mezinárodně významný, jestliže je podstatným zdrojem potravy pro ryby, trdlišťem, místem, kde se vyvíjejí plůdky, nebo tahovou cestou, na které jsou ryby daného mokřadu nebo i mimo něj závislé (Chytil a kol., 1999).

3.4.2 Mokřady mezinárodního významu v ČR a mokřady ostatní (nadregionální, regionální a lokální)

Jako jednu z klíčových povinností ukládá Ramsarská úmluva zúčastněným státům vybrat na svém území minimálně jeden mokřad, který se svými přírodními hodnotami shoduje se schválenými kritérii, a zapsat ho do seznamu mokřadů mezinárodního významu. Účastnické státy se tím současně zavazují, že mokřadům zařazeným do seznamu budou věnovat zvýšenou ochranu a péči. Česká republika zapsala do seznamu Ramsarské úmluvy doposud 14 lokalit (viz. Obr. 7):

- RS1: Šumavské rašeliniště (102 km², zapsáno v roce 1990)
- RS2: Třeboňské rybníky (96 km², zapsáno v roce 1990)
- RS3: Břehyně a Novozámecký rybník (9 km², zapsáno v roce 1990)
- RS4: Lednické rybníky (7 km², zapsáno v roce 1990)
- RS5: Litovelské Pomoraví (62 km², zapsáno v roce 1993)
- RS6: Poodří (44 km², zapsáno v roce 1993)
- RS7: Krkonošská rašeliniště (2 km², zapsáno v roce 1993)
- RS8: Třeboňská rašeliniště (11 km², zapsáno v roce 1993)
- RS9: Mokřady dolního Podyjí (115 km², zapsáno v roce 1993)
- RS10: Mokřady Pšovky a Liběchovky (4 km², zapsáno v roce 1998)
- RS11: Podzemní Punkva (16 km², zapsáno v roce 2004)
- RS12: Krušnohorská rašeliniště (112 km², zapsáno v roce 2006)
- RS13: Horní Jizera (23 km², zapsáno v roce 2012)
- RS14: Pramenné vývěry a rašeliniště Slavkovského lesa (32 km², zapsáno v roce 2012)

Ochrana těchto lokalit je zajištěna prostřednictvím národních parků (RS1, RS7), CHKO (RS2, RS5, RS6, RS8, RS10, RS11, RS13, RS14) nebo prostřednictvím národních přírodních rezervací (RS3, RS4, RS9) (www.ochranaprirody.cz).



Obr. 7 Mokřady mezinárodního významu České republiky

Zdroj: http://cestovani.idnes.cz/krusnohorske-mokrady-uz-ne-obycejna-raseliniste-ale-vzacnost-p69-/po-cesku.aspx?c=A080516_115735_igcechy_tom

Mokřady nadregionálního významu (N) zahrnují lokality celostátního a středoevropského významu. Do této kategorie jsou zařazeny hlavně mokřadní lokality vyhlášené jako národní přírodní rezervace a lokality zapsané v mezinárodních inventarizacích. Kategorie zahrnuje také mokřady u nás jedinečných mokřadních ekosystémů, unikátních rostlinných i živočišných společenstev a mokřady se zásadním významem pro daný region. Do této kategorie patří také mokřady s výskytem kriticky ohrožených rostlinných společenstev a kriticky ohrožených druhů rostlin a živočichů, evropsky významných ohrožených druhů a lokality se zásadním významem z hlediska funkce celých povodí.

Mokřady regionálního významu (R) zahrnují lokality významné z hlediska daného regionu. Jsou zde zařazeny mokřady vyhlášené jako přírodní rezervace a národní přírodní památky, lokality významné výskytem velmi ohrožených druhů rostlin a živočichů a lokality důležité z hlediska funkce povodí v daném regionu.

Mokřady lokálního významu (L) do této kategorie řadíme všechny zbývající mokřadní lokality, významné pro menší území velikosti okresu nebo CHKO, a také všechny mokřady registrované jako významné krajinné prvky (Chytil et al., 2006).

3.5 Legislativní ochrana mokřadů

Jednou z hlavních priorit lidské společnosti je ochrana živé i neživé přírody jakožto součásti životního prostředí, za účelem zachování rozmanitosti forem života na planetě Zemi. Ochrana přírody v České republice je předmětem zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. S tímto zákonem úzce souvisí vyhláška ministerstva životního prostředí č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o ochraně přírody a krajiny (www.mzp.cz).

Obecná ochrana přírody a krajiny představuje ochranu krajiny, rozmanitosti druhů, přírodních hodnot a estetických kvalit přírody a také ochranu a šetrné využívání přírodních zdrojů. Podle zákona č. 114/1992 Sb. se obecná ochrana přírody a krajiny uskutečňuje prostřednictvím těchto nástrojů: územní systém ekologické stability, významný krajinný prvek, krajinný ráz, přírodní park a přechodně chráněné plochy (www.mzp.cz).

Zvláštní ochrana přírody se dělí na územní a druhovou. Ochrana územní se vztahuje na vysoce hodnotná stanoviště či území, která jsou vyhlášována za zvláště chráněná v některé ze šesti kategorií uvedených v § 14 zákona 114/1992 Sb. Významné nástroje ochrany území se dělí na území velkoplošná (národní park, chráněná krajinná oblast) a maloplošná (národní přírodní rezervace, přírodní rezervace, národní přírodní památka, přírodní památka) (www.mzp.cz).

Ochrana druhová spočívá ve speciálním zpřísněném režimu nakládání s vybranými, zvláště chráněnými druhy rostlin a živočichů. V souvislosti s plněním závazků vyplývajících pro Českou republiku z evropské komunitární legislativy zákon stanovuje ochranu všech volně žijících druhů ptáků, kteří žijí na evropském území členských států Evropských společenství. Za tím účelem umožňuje zřídit nařízením vlády pro vybrané druhy tzv. ptačí oblasti jakožto území nejvhodnější pro ochranu z hlediska výskytu, stavu a početnosti populací druhů vyskytujících se na území ČR a stanovených v příloze evropské směrnice Rady 2009/147/EC, o ochraně volně žijících ptáků (www.mzp.cz).

NATURA 2000 je soustava chráněných území, která vytvářejí na svém území podle jednotných principů všechny státy Evropské unie. Umožňuje zachovat přírodní stanoviště a stanoviště druhů v jejich přirozeném areálu rozšíření ve stavu příznivém z hlediska ochrany nebo popřípadě umožní tento stav obnovit. Na území ČR je NATURA 2000 tvořena jednak ptačími oblastmi a jednak tzv. evropsky významnými lokalitami, vyhlášenými k ochraně stanovišť či druhů podle evropské směrnice č. 92/43/ES, o ochraně přírodních stanovišť,

volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, které buď požívají smluvní ochranu nebo jsou chráněny v některé kategorii zvláště chráněného území podle § 14 zákona o ochraně přírody a krajiny (www.mzp.cz).

Česká republika náleží podle Rámcové směrnice pro vodní politiku 2000/60/ES do tzv. Centrální vysočiny, kdy veškeré vodní zdroje jsou doplňovány pouze vodními srážkami a vodní toky je odvádí do okolních států. V rámci strategických záměrů potravinové bezpečnosti je nutné zaměřit se na hospodaření s vodou v krajině a tím podpořit princip jejího zadržování na základě malých vodních cyklů (Hrnčířová a Holas, 2013).

3.5.1 Evropské programy

Po vstupu do Evropské unie se výrazně rozšířily možnosti čerpání finančních prostředků pro ochranu přírody a krajiny. K dispozici je Operační program Životní prostředí, který má dané specifické cíle: implementace soustavy NATURA 2000, obnovu a ochranu přírodních a přírodě blízkých biotopů a ohrožených živočišných a rostlinných druhů, obnovu ekologické stability krajiny, optimalizaci vodního režimu krajiny, regeneraci urbanizované krajiny. Doba trvání toho programu je 2014–2020 (www.mzp.cz).

Program CZ02 – Biodiverzita a ekosystémové služby. V rámci tohoto programu se realizuje projekt Ochrana a udržitelné využívání mokřadů České republiky. Projekt věnuje pozornost současnému stavu mokřadů ČR a jejich biodiverzitě, výzkumu, ochraně a samozřejmě i vzdělávání a šíření povědomí o úloze a fungování mokřadů v krajině. Bude financován z EHP fondů a ukončen v dubnu roku 2016 (www.ochranaprirody.cz).

3.5.2 Národní programy

Z národních zdrojů ministerstva životního prostředí je možné čerpat podporu z Programu péče o krajinu. Účelem programu je zajištění péče o krajinu a o zvláště chráněné části přírody. Další formou podpory je Program revitalizace říčních systémů, jehož účelem je pomoc při obnově přírodního prostředí i zdrojů užívaných člověkem. Program přispívá ke zvýšení biodiverzity, k příznivému uspořádání vodních poměrů a má také zajišťovat ochranu přírodních i kulturních hodnot krajiny. Do programu už není možné podat žádost, ale dokončují se rozestavěné akce (Havlíňová a kol., 2004).

4. Závěr

Závěrem této práce lze říci, že současná rozloha mokřadů v Evropě se podstatně zmenšila ve srovnání s dobou před počátkem lidského osídlení. Nicméně zdravé, dobře fungující mokřadní ekosystémy s biologickou rozmanitostí odpovídající přírodním podmínkám hrají nezastupitelnou roli při zmírňování dopadů probíhajících a očekávaných změn podnebí, tak i při přizpůsobování se lidské civilizace těmto změnám, protože bývají schopnější odolávat mimořádným projevům počasí.

5. Seznam literatury

- Cole, CH. A. 2002. The assessment of herbaceous plant cover in wetlands as an indicator of function. *Ecological indicators*. 2. 287–293.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *NATURE*. 387. 253–260.
- Costanza, R., Fisher, B., Mulder, K., Shuang, L., Treg, Ch. 2007. Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecological economics*. 61. 478–491.
- Čížková, H., Pokorný, J. 2015. Mokřady v zemědělské krajině. *Vodní hospodářství*. 65 (11). 33–34.
- Havlíňová, E., Vokasová, L., Brázda, J., Sus, R. 2004. Finanční nástroje pro péči o nelesní biotopy. *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000*. 12 (8). 120–123.
- Hrnčířová, M., Holas, J. 2013. Proč a jak vrátit mokřady do zemědělské krajiny? *Vodní hospodářství*. 63 (2). 63–66.
- Chytil, J., Hakrová, P., Hudec, K., Husák, Š., Jandová, J., Pellantová, J. (eds.). 1999. Mokřady České republiky. Český ramsarský výbor. Mikulov. 327 s.
- Chytil, J., Hakrová, P., Vlasáková, L. 2006. Wetlands of the Czech Republic-the list of wetland sites of the Czech Republic. 2nd ed. Czech Ramsar Committee. Prague. p. 36.
- Just, T., Pithart, D., Bufková, I. 2012. Mokřady a vodní toky. In: Jongepierová, I., Pešout, P., Jongepier, J. W., Prach, K. (eds.). *Ekologická obnova v České republice*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. s. 67–73. ISBN: 9788087457313.

- Just, T., Matoušek, V., Dušek, M., Fischer, D., Karlík, P. 2005. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. 3. ZO ČSOP Hořovicko. Praha. 359 s. ISBN: 8023963511.
- Just, T., Šámal, V., Dušek, M., Fischer, D., Karlík, P., Pykal, J. 2003. Revitalizace vodního prostředí. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Praha. 144 s. ISBN: 8086064727.
- Kadlec, R. H., Wallace, S. D. 2009. Treatment wetlands. 2nd ed. Boca Raton, Fla. London. p. 1016. ISBN: 139781566705264.
- Karlík, V., Hlavatá, K. 2007. Rekultivace vodních toků. sdružení Arnika. Praha. 26 s.
- Kender, J. (ed.). 2000. Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. Ministerství životního prostředí. Praha. 220 s. ISBN: 8072121480.
- Ložek, V. 2011. Po stopách pravěkých dějů. O silách, které vytvářely naši krajinu. Dokořán, s.r.o. Praha. 181 s. ISBN: 9788073633011.
- Němec, J., Hladný, J. (eds.). 2006. Voda v České republice. Consult Praha. Český Těšín. 253 s. ISBN: 8090348211.
- Jankovská, V. 2011. Rašeliniště, rašelina a paleoekologie. In: Mokřady a klimatická změna. Konference k 40. výročí Ramsarské úmluvy. Český ramsarský výbor. s. 67.
- Mitsch, W. J., Gosselink, J. G. 2007. Wetlands. 4th ed. John Wiley & Sons. Hoboken. p. 582. ISBN: 9780471699675.
- Ming, J., Xian-guo, L., Lin-shu, X., Li-juan, Ch., Shouzheng, T. 2007. Flood mitigation benefit of wetland soil – A case study in Momoge National Nature Reserve in China. Ecological economics. 61. 217–223.
- Petříček, V. 2003. Ekologické rámce protipovodňových opatření. Vodní hospodářství. 53 (2). 60.

Pivničková, M. 1997. Ochrana rašelinných mokřadů. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 29 s.

Pokorný, J., Eiseltová, M., Květ, J. 1996. Ekologický význam mokřadů v krajině. In: Fošumanová, P., Hakr, P., Husák, Š. (eds.). Mokřady České republiky. Botanický ústav AV ČR. Třeboň. s. 9-12.

Pokorný, J., Lhotský, R. 2006. Význam mokřadů pro ovlivnění vodní bilance krajiny. Vodní hospodářství. 56 (2). 31–33.

Reichholf, J. 1998. Pevninské vody a mokřady. IKAR Praha. Praha. 223 s. ISBN: 8072021850.

Rybka, V. 1996. Mokřady střední Moravy. Sagittaria. Olomouc. 65 s.

Šír, M., Tesař, M., Lichner, L., Syrovátka, O. 2004. Vegetační porost krajiny a vodní hospodářství. Vodní hospodářství. 54 (8). 234–237.

Turner, R. K., van den Bergh, J. C. J. M., Söderqvist, T., Barendregt, A., van der Straaten, J., Maltby, E., van Ierland, E. C. 2000. Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. Ecological economics. 35. 7-23.

Vymazal, J. 2008. Funkce mokřadů. In: Příkryl, I., Kröpfelová, L., Pechar, L. (eds.). Mokřady a voda v krajině. ENKI, o.p.s. Třeboň. s. 99–101. ISBN: 9788025423295.

Čížková, H., Eiseltová, M., Finlayson, M., Harper, D., Jalbert, J., Květ, J., Madsen, B. L., Pokorný, J., Pouplier, P., Tonderski, K., Vlasáková, L., Vymazal, J., Wichtman, W. Závěry a doporučení účastníků konference „Mokřady v zemědělské krajině: současný stav a perspektivy v Evropě“. 2015. Vodní hospodářství. 65 (12). 21–22.

Zuna, J., Gergel, J., Vrána, K. 2002. Revitalization improvements of brook beds. Water management. 52. 24–28.

Internetové zdroje:

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Realizace projektu „Ochrana a udržitelné využívání mokřadů České republiky“. [online]. [cit. dne 2016–03-06]. Dostupné z <<http://www.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/opatreni-aopk-cr/realizace-projektu-ochrana-a-udrzitelne-vyuzivani-mokradu-ceske-republiky/>>.

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Ramsarská úmluva. [online]. [cit. dne 2016–03-05]. Dostupné z <<http://www.ochranaprirody.cz/mezinarodni-spoluprace/mezinarodni-umluvvy/ramsarska-umluva/>>.

Ministerstvo životního prostředí. Evropské programy. [online]. [cit. dne 2016–03-02]. Dostupné z <http://www.mzp.cz/cz/evropske_programy>.

Ministerstvo životního prostředí. Natura 2000. [online]. [cit. dne 2016–03-01]. Dostupné z <http://www.mzp.cz/cz/natura_2000>.

Ministerstvo životního prostředí. Příroda a krajina. [online]. [cit. dne 2016–02-25]. Dostupné z <http://www.mzp.cz/cz/priroda_krajina>.