

Česká zemědělská univerzita v Praze



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta životního
prostředí**

Transformace živin v přirozených mokřadech na Zálužském a Lučním potoce

Diplomová práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Autor práce: Bc. Stanislav Hrubý

Praha 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Stanislav Hrubý

Regionální environmentální správa

Název práce

Transformace živin v přirozených mokřadech na Zálužském a Lučním potoce

Název anglicky

Nutrient transformations in natural wetlands of Zálužanský and Luční Brooks

Cíle práce

1. Charakterizovat vliv mokřadu na transformaci a ukládání fosforu a dusíku
2. Vyhledat vhodné území pro možnost odklonění toku Zálužanského a Lučního potoka do původní nivy
3. Popsat vybraná území
4. Vyhodnotit vliv mokřadů na kvalitu vody v Zálužanském a Lučním potoce

Metodika

V první fázi budou vyhledány vhodné lokality pro vytvoření mokřadů na daných potocích. Ve druhé fázi bude sledován vliv těchto mokřadů na transformace dusíku a fosforu v těchto mokřadech. V závěrečné fázi budou opatření na obou potocích vyhodnocena a bude sepsána diplomová práce

Doporučený rozsah práce
60 stran včetně příloh

Klíčové slova

mokřad, dusík, fosfor, transformace látek,

Doporučené zdroje informací

Duras, J., 2012. Technika ochrany vod. Západočeská univerzita v Plzni.

Vymazal, J., 2017. The use of constructed wetlands for nitrogen removal from agricultural drainage: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, v tisku. DOI: 10.1515/sab-2017-0009

Wetzel, R.G., 2001. *Limnology: lake and river ecosystems*. 3. vydání. Academic Press, San Diego.

Předběžný termín obhajoby
2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 8. 2. 2017

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Děkan

V Praze dne 17. 04. 2017

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Jana Vymazala, CSc. a s přispěním konzultanta RNDr. Jindřicha Durase, Ph.D. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne *18. 4. 2017*

Podpis

Poděkování:

Především bych chtěl poděkovat své rodině za morální podporu a vytvoření podmínek na práci. Dále bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce prof. Ing. Janu Vymazalovi, CSc. za jeho vedení při tvorbě této práce, RNDr. Jindřichu Durasovi, Ph.D., vstřícnému konzultantovi za intenzivní výpomoc a cenné rady a zkušenosti a Ing. Michalovi Marcelovi za ochotu a pomoc při měření a odběrech vzorků.

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce, která je situována do prostředí drobných vodních toků Zálužského a Lučního potoka, konkrétně do lokality v katastru obce Hoříkovice a Líně, je vyhodnocení rozborů odebraných vzorků a shrnutí výsledků, týkajících se transformace živin ve sledované oblasti, dále v charakteristice mokřadu a jeho vlivu na ukládání fosforu a dusíku a vlivu na kvalitu vody na zmiňovaných vodních tocích. Během měření a odběru vzorků, zpracovaných laboratoří podniku Povodí Vltavy s. p. za časový úsek pěti měsíců byl získán přehled o transformační schopnosti mokřadů na sledovaných tocích. Na Zálužském a Lučním potoce byla prokázána významná schopnost mokřadních společenstev zachycovat nutrienty. Zjištěn byl významný vliv sídel a zemědělské činnosti na znečišťování povrchových i mělkých podzemních vod. Infiltrace vody bohaté dusičnanovými ionty ze zemědělských ploch byla podpořena antropogenní degradací drobných vodních toků: napřímených se zahloubenými koryty. Bylo navrženo obnovit dva mokřady, které byly necitlivým zásahem v minulém desetiletí odděleny od přítoku vody.

Klíčová slova: mokřad, dusík, fosfor, transformace látek, samočištění

Abstract:

The aim of this thesis, which is situated in a watershed of small streams: Zálužský and Luční brook specifically the locations of Hoříkovice and Líně was to assess results of analyses of water samples concerning nutrient transformation. The study was aimed also on summarization of the characteristics of the wetland and its influence on the deposition of phosphorus and nitrogen and its effect on the quality of water at the aforementioned watercourses. Basic knowledge about nutrient transformation in wetlands was obtained during five months of measurements and water quality sampling (samples were processed in a specialized laboratory of Povodí Vltavy s.p.). In the wetlands situated in the watershed of Zálužský and Luční stream a significant ability to catch nutrients was indicated. Important influence of settlements and agricultural activities on the water quality of surface water and groundwater was recognized, too. Infiltration of shallow groundwaters rich in nitrate ions from fields into the streams was enhanced by anthropogenic degradation of that streams: they were stretched and deepened. It was proposed to revitalize two wetlands on Zálužský stream which were separated from the inflows by „hard“ regulation about a decade ago.

Keywords: wetland, nitrogen, phosphorus, transformation of substances, selfpurification

Obsah

Úvod	10
Cíle diplomové práce.....	11
1 Literární rešerše	12
1.1 Mokřad	12
1.1.1 Základní charakteristiky mokřadu	13
1.1.2 Význam mokřadu	15
1.2 Živiny	16
1.2.1 Dusík.....	17
1.2.2 Fosfor	18
1.3 Procesy probíhající v mokřadech	18
2 Metodika	21
2.1 Základní údaje	21
2.1.1 Vymezení dotčeného území.....	21
2.1.2 Přírodní podmínky.....	21
2.1.3 Klimatické poměry	21
2.1.4 Geologické a hydrogeologické poměry.....	22
2.1.5 Biogeografická situace	23
2.1.6 Využívání dotčeného území	27
2.2 Aktuální stav dotčeného území.....	27
2.2.1 Základní údaje	27
2.3 Geobotanické hodnocení.....	28
2.3.1 Základní vztahy.....	28
2.3.2 Fytogeografie	29
2.4 Odběry vzorků	29
3 Výsledky	31
3.1 Luční potok.....	31
3.1.1 Měření průtoku a teploty vody, srážkové poměry.....	31
3.1.2 Sloučeniny N.....	32
3.1.3 Sloučeniny P	34
3.1.4 Ostatní sledované ukazatele kvality vody	35
3.2 Zálužský potok.....	36

3.2.1	Měření průtoku a teploty vody	36
3.2.2	Sloučeniny dusíku.....	36
3.2.3	Sloučeniny P	37
3.2.4	Ostatní sledované ukazatele kvality vody	38
4	Diskuse	39
4.1	39
5	Závěr.....	43
6	Použitá literatura.....	45
7	Přílohy	48
7.1	Tabulky	48

Úvod

Pro svoji diplomovou práci jsem si zvolil téma „Transformace živin v přirozených mokřadech na Zálužském a Lučním potoce.“ Tyto dva drobné vodní toky (dále jen DVT) pramenící v Nýřanské kotlině, jsou levostrannými přítoky řeky Radbuzy a povodí i mezipovodí tvoří území protáhlého tvaru na levém jejím břehu. Z hlediska hydrologického jde v případě Zálužského potoka o tok VI. řádu a je přítokem Lučního potoka, který je tokem V. řádu. V dotčeném území je nepřilíš rozvinutá hydrografická síť, sestávající z trvale vodných toků, tak i z občasných vodotečí v krytém i otevřeném průtočném profilu. Zájmové území je využíváno pro zemědělskou velkovýrobu a vlivem kolektivizace zemědělství byla okolní krajina v minulých letech značně změněna. Zálužský potok je v lokalitě pod Hoříkovicemi, kde probíhalo měření a odběry vzorků, lemován zpočátku mladým olšinovým porostem v délce asi 200 m a následně je oprám zcela zarostlý rákosinami a orobincem. Drobný mokřad, který vznikl na dně původního rybníka je zázemím pro ptactvo a drobné živočichy. Dále byl potok v počátku nového tisíciletí regulován do koryta lichoběžníkového profilu a v současnosti je do značné míry zarostlý akvatickou vegetací. Luční potok v zájmovém území protéká mokřadem, který je ekologicky významným prvkem a je zařazený do územního systému ekologické stability (ÚSES) jako funkční lokální biocentrum s výskytem vodního ptactva a škeble rybníčné. Vzhledem k tomu, že dusík a fosfor jsou limitujícími faktory čistoty vod a přírodní mokřady jsou retenčními složkami na vodních tocích a ke zvyšování kvality vody a jejímu čištění lze využít biochemické koloběhy a procesy, které v nich probíhají (Vymazal 2000), a jsou ekonomicky i energeticky méně náročné, nežli zavedené technologie, domnívám se, že toto téma je více než zajímavé. Zároveň mokřady plní funkci evapotranspirační, která je doposud nedoceňovaná. Pro identifikaci množství dusíku a fosforu v tocích budou nutné rozbory z laboratoře, zohledněné momentálním průtokem a výsledky potvrdí, či vyvrátí teorii o transformační schopnosti mokřadních společenstev, které shrnu v závěru této práce.

Cíle diplomové práce

Stěžejním cílem diplomové práce bylo shrnutí získaných poznatků k danému tématu z literatury se zaměřením na problém schopnosti přírodních mokřadů transformovat živiny a tím zlepšovat kvalitu vody v zájmovém území.

Sekundárním cílem diplomové práce bylo provést terénní průzkum, odebrat vzorky a změřit momentální průtok a teplotu vody dotčených vodních toků a následně vyhodnotit data, získaná z laboratoře. Tato data, získaná vlastním monitoringem bylo nutno roztrždit a provést analýzu a syntézu. Zároveň bylo nutno provést geobotanický a geomorfologický průzkum zájmového území pro návrh realizace nových mokřadních ploch.

Závěrem práce bylo vyhodnocení vlivu mokřadních ploch na kvalitu vody, komplexní přínos vybudování nových, či revitalizaci již nevyužívaných ploch pro mokřady a specifika přínosu práce pro řešenou problematiku.

1 Literární rešerše

1.1 Mokřad

Mokřady jsou velmi variabilní ekosystémy zaujímající pozici mezi terestrickými a vodními ekosystémy a jejich definice je poměrně obtížná. Podle definice IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) z r. 1971 (Gopal et al., 1990) jsou mokřady definovány jako: „území zaplavená vodou či zamokřená, přirozená či uměle vytvořená, dočasná či trvalá, s vodou stojatou či tekoucí, sladkou, brakickou či slanou. Zaplavená území, která jsou považována za mokřady, zahrnují rašeliniště, slatiniště s bylinnou i dřevinnou vegetací, ústí řek, zálivy, rybníky, tůně, jezera, řeky a vodní nádrže. Pokud jde o mořské a pobřežní ekosystémy, jsou zahrnuta území s hloubkou vody do 15 m“.

V podobném duchu je i definice Ramsarské úmluvy (Chytil et al., 1999), v níž jsou mokřady definovány jako „území bažin, slatin, rašelinišť i území pokrytá vodou, přirozená i uměle vytvořená, trvalá či dočasná, s vodou stojatou či tekoucí, sladkou, brakickou či slanou, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje 6 metrů“. Česká republika dohodu ratifikovala v roce 1990 a v současné době se na našem území nachází 12 mokřadů mezinárodního významu. Patří k nim mimo jiné Šumavské rašeliniště, Třeboňské rybníky, Novozámecký a Břežňanský rybník, a Lednické rybníky. V roce 1993 přibylo Litovelské Pomoraví, Poodří, Krkonošská rašeliniště, Třeboňská rašeliniště a Mokřady dolního Podyjí. Litovelské Pomoraví bylo vybráno díky zachovalejší, přirozeně tekoucí Moravě, která si uchovala projevy recentní činnosti a v komplexu lužních lesů s přirozenou dřevinnou skladbou vytváří vnitrozemskou deltu (Hudec et al., 1995). Mokřady jsou u nás chráněny i v rámci zákona o ochraně přírody a krajiny jako významné krajinné prvky (Přikryl, 2011).

Přibližně 6% zemského povrchu lze klasifikovat jako mokřad. Z historického hlediska to byly právě mokřady v období karbonu, které vytvořily většinu fosilních paliv, na kterých jsme nyní závislí.

Z krátkodobého hlediska jsou mokřady významné jako zdroj a místo ukládání a přeměny mnohých chemických, biologických a genetických materiálů (Mitsch et al., 1986). V

podmínkách České republiky se za mokřad považuje sezónně zatopená či podmáčená plocha, kde se vytváří podmínky k rozvoji rostlin přizpůsobených k životu ve vodě. K typickým mokřadům patří luhy, rašeliniště, vrchoviště, slatiny, mokřiny, močály, bažiny, blata, ale také nivní a vlhké louky, litorály, rákosiny, rybníky. Před druhou světovou válkou byla celková plocha mokřadů daleko větší a zpravidla byla extenzivně ručně obhospodařována. Mokřady dříve tvořily asi 6% souše. Podle odhadů z přelomu 80. a 90. let jich polovina zmizela vybagrováním, zavezením zeminy, odvodněním a tvorbou příkopů. Jiné zanikly znečištěním (Meadows, 1995). Zejména za socialismu vedla obtížnost obhospodařování k plošnému odvodňování a převodu na ornou půdu, k zavážení mokřadů, napřimování vodních toků a dalším nevratným krajínotvorným změnám. V současnosti jsou mokřady z valné části zcela zaniklé. Představují pouze fragmenty své původní velikosti v moři velkých polí, monokulturních lesů, zástavby a komunikací. V místech, která nebyla z nějakého důvodu odvodněna, případně meliorační opatření zde již nefungují, se zachovaly nechráněné a maloplošné mokřady a území se navrácí do původního stavu. Velkou ránu mokřadům zasazuje masové budování rybníků posledních dvaceti let, čímž dochází k likvidaci vlhkých luk a niv v blízkosti drobných vodních toků.

1.1.1 Základní charakteristiky mokřadu

Hydrologie mokřadů je definována podle Environmental Laboratory (1987) takto: „Termín hydrologie zahrnuje hydrologické charakteristiky oblastí, které jsou periodicky zaplavovány a mají půdy, které jsou satureovány až k povrchu během vegetačního období. Oblasti s evidentní charakteristikou mokřadní hydrologie jsou takové, kde přítomnost vody má rozhodující vliv na charakteristiku přítomné vegetace a půdy vzhledem k anaerobním a redukčním podmínkám. Takové charakteristiky se většinou vyskytují v oblastech, které jsou zaplaveny nebo mají půdu zaplavenou dostatečně dlouho, aby se mohly vytvořit hydrické půdy, které podporují vegetaci typicky adaptovanou pro život v periodicky anaerobních podmínkách“.

Podle Mitsche et al., 2000 obsahuje definice mokřadů následující 3 složky:

1. Přítomnost vody
2. Jedinečné půdní podmínky odlišné od přilehlých, výše položených ploch

3. Mokřadní rostliny adaptované na vlhkost (tzv. hydrofyty), absence rostlin nesházejících vlhkost.

Hloubka vody, charakter toku vody, délka a četnost zaplavení ovlivňují biochemii půd. Mokřadní půda je většinou označována jako hydrická. Hydrické půdy jsou saturovány nebo zaplaveny vodou dostatečně dlouhou dobu během vegetačního období, aby se vytvořily anaerobní podmínky, které podporují růst a obnovu hydrofytní vegetace (US DA-US SCS, 1985). Hydrické půdy lze rozdělit do dvou základních skupin: minerální a organické (Vymazal, 1995). Minerální půdy se většinou skládají z aluviálních materiálů a jejich tvorba závisí na přísunu materiálu z oblasti mimo mokřad. Akumulace organických půd závisí na produkci a dekompozici materiálu. Dekompozice je postupná dezintegrace odumřelých organismů, vrcholící mineralizací, tedy úplnou přeměnou na anorganické látky.



Obr. č. 1: Porosty leknínu doplňující na březích rašeliníky s četnou rosnatkou okrouhlistou. Mokřad na Máchově jezeře - NPP Swamp.

Většina organických půd se vyskytuje v mokřadech, kde je vzhledem k nedostatku kyslíku nízká rychlost dekompozice organické hmoty. Mokřadní půdy jsou jednak médiem, kde probíhají mnohé transformační chemické procesy, a jednak prvořadým místem, kde jsou ukládány dostupné živiny pro většinu mokřadních rostlin (Mitsch et al., 1986). Převládající vegetace jsou makrofyty (obr. č. 1), která jsou adaptována na hydrologické a půdní podmínky popsané definicemi. Hydrofytní druhy rostlin díky fyziologickým a

reprodukčním adaptacím mají schopnost růst, rozmnožovat se a úspěšně konkurovat a přežívat v anaerobních půdních podmínkách (Vymazal, 1995)

Hlavní rozdíl mezi terestrickou a mokřadní půdou spočívá v přítomnosti či absenci kyslíku. Obecně mokřadní půda obsahuje více organické hmoty, je vystavena nižšímu vyluhování a obsahuje mikroorganismy, které produkují plyny jako CH_4 , NH_3 a H_2S .

1.1.2 Význam mokřadu

Poskytují řadu ekosystémových funkcí v krajině, od zvyšování biodiverzity, přes efekt klimatizační po funkci kulturně-estetickou. Obecně bývá konstatováno, že mokřadní prostředí odbourává velmi dobře dusíkaté látky. Značný rozdíl v rychlosti odstraňování dusíkatých sloučenin pomocí rostlin se může projevit mezi vegetačním a nevegetačním obdobím. Také kvalita porostu a jeho hustota zapojení (včetně kořenové zóny), rozvoj biomasy a růstová fáze, mohou mít vliv na výslednou účinnost odstraňování N (Mlejnská et al., 2009). Probíhá zde celá řada fyzikálních, biologických a chemických procesů, které přispívají k čištění protékajících vod. Mezi nejvýznamnější procesy patří zásobování Kromě zadržování vody v krajině se mokřady podílejí na odbourávání živin a polutantů. aerobních bakterií kyslíkem prostřednictvím rozvětveného kořenového systému mokřadních rostlin (např. rákos, orobínek, sítina), čímž je umožněna biodegradace rozložitelných organických látek obsažených ve vodě. V aerobních zónách (mělké segmenty porostlé vegetací) dochází např. k oxidaci amoniakálního dusíku na dusičnany, v hlubších anaerobních zónách jsou dusičnany transformovány denitrifikací na plynný dusík. Další funkcí mokřadů je usazení a filtrace nerozpuštěných látek, které má jak separační efekt, tak i destruktivní účinek na přítomné fekální koliformní bakterie. V uměle vytvořených mokřadních systémech jsou pak napodobovány bioremediační procesy, které probíhají v mokřadech přírodních.

Pokorný, Lhotský (2006) uvádějí tyto hlavní funkce mokřadů v krajině:

- akumulace a retence vody
- úpravu mikroklimatu evapotranspirací
- vázání oxidu uhličitého do biomasy a půdy
- zadržování a vázání živin (kationy, dusík, fosfor i těžké kovy)
- produkce rostlinné biomasy

- produkce ryb a dalších živočichů
- biodiverzita – mokřady jsou nositeli druhové rozmanitosti

Opomíjená je funkce mokřadů při protipovodňové ochraně. Zde je tato funkce omezená. Je-li mokřad v normálním, plně zamokřeném stavu, není na ploše mokřadu možná další akumulace vody a případná povrchová voda po srážkách přes mokřad prochází bez výrazné retence či retardace. Mokřady v aluviích řek umožní rozplavení povodňové vlny do značné šířky, zpomalí její rychlost po proudu řeky i její intenzitu, ale to pouze v případě období meteorologického a fyziologického sucha, nebo srážkově deficitních období.

V neposlední řadě se přirozené mokřady využívají pro čištění odpadních vod. Nekontrolovatelné vypouštění odpadních vod vedlo v mnoha případech k devastaci velkých mokřadních ploch. Jelikož mokřady byly dlouho považovány za zcela nevyužitelné a nepotřebné oblasti, nevratné ztráty příliš nikoho netížily. Teprve výrazná změna v chápání role mokřadů v biosféře způsobila konec tomuto vypouštění znečištěných vod do přírodních mokřadů. Přirozené mokřady jsou sice ještě využívány pro čištění odpadních vod, ale stále větší význam má využití mokřadů umělých (Hammer 1989, Cooper et al., 1990).

1.2 Živiny

Obecně platí, že pokud je voda bohatá na živiny, to znamená, že v ní je obsaženo více rozpuštěných minerálních látek, je s tím spojena i změna některých chemických a fyzikálních parametrů dané vody (Štěpánek & Červenka, 1974). Hydrologie vytváří v mokřadech unikátní fyziologické podmínky, které činí toto prostředí odlišným od systémů suchozemských a vodních s hlubokou vodou. Mezi procesy, které transportují energii a živiny do a z mokřadů patří srážky, povrchové odtoky, podzemní voda, příliv a odliv a říční záplavy (Mitsch et al., 1986).

Dusík a fosfor, jako základní stavební kameny rostlinných i živočišných organismů, nejvíce ovlivňují stav čistoty vod a často patří mezi limitující prvky pro výskyt určitých druhů organismů, ať už sinic, řas nebo ostatního planktonu a s tím spojený i výskyt makrofytních cévnatých rostlin a dalších živočichů, včetně obratlovců (Lellák et al., 1992; Stevenson et al., 1996). Nárůst obsahu živin ve vodě má výhradně antropický charakter, a

to i v případě, kdy jsou do vody spláchnuty živiny spolu s půdou ze zemědělských ploch položených výše v povodí např. při povodních, nebo při dešti vlivem eroze.

Nadměrný přísun živin (hnojení) způsobuje eutrofizaci mokřadů a mizení citlivých druhů, problematické je také používání pesticidů. V silně urbanizované a industrializované krajině je závažným problémem silné znečištění průmyslem, automobilovou dopravou a mokřady v těchto typech krajín jsou zpravidla zničeny a to zejména z hlediska výskytu mokřadních druhů organismů. Vhodně upravené přirozené mokřady, především v nivách malých toků, mohou naopak výrazně omezit přísun živin a pesticidů do větších toků a nádrží. Mokřady přirozeného nebo umělého původu mohou v ideálních podmínkách dočišťovat různě kontaminované vody s minimálními náklady po relativně dlouhou dobu (Brůček, 2012).

1.2.1 Dusík

Dusík (N) patří spolu s fosforem (P), uhlíkem (C), vodíkem (H) a kyslíkem (O) mezi hlavní makrobiogenní prvky. Dusík se v atmosféře vyskytuje jako nejvíc zastoupený plyn (asi 79%) jako inertní (nereaktivní) plyn ve formě molekuly N_2 , dále biologicky využitelný dusík, který se nachází hlavně ve sloučeninách N_2O a NO_x a NH_x . Atmosférický dusík N_2 je hlavním zdrojem dusíku na Zemi pro organismy, ačkoli velká většina organismů ho v této formě neumí využívat (Vitousek et al., 1991). Mezi organismy, které dokážou atmosférický dusík N_2 využít a zároveň ho vázat pro ostatní organismy, patří některé bakterie a sinice (Allan, 1995). Tyto organismy vážou atmosférický dusík N_2 do sloučenin, například dusičnanů NO_3 , které jsou pro všechny ostatní organismy snáze využitelné a zabudovávají následně dusík do rostlinných a dále pak i živočišných těl ve formě bílkovin a nukleových kyselin (Lellák et al., 1992). Následným odumíráním organického materiálu, ale také pomocí jeho exkrementů se dusík opět dostává do ekosystému a to ve formě např. kyseliny močové, amoniaku, aminokyselin atd. Tyto sloučeniny opět využity bakteriemi, sinicemi a rostlinami. Dusík, stejně jako fosfor, se ukládá do sedimentů fosilizováním těl rostlin i živočichů a takto uložený dusík je opětovně využíván např. na hnojení, čímž se opět dostává do ekosystémů. Dalším velkým zdrojem dusíku dostupného pro organismy jsou produkty lidské činnosti, jako jsou umělá hnojiva, kyselá deště (Allan, 1995), ale i zdánlivě neškodné nadměrné pěstování luštěnin (Bragazza et al., 2005).

1.2.2 Fosfor

Fosforečnan vápenatý neboli apatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), je limitujícím zdrojem veškerého dostupného fosforu (P) na Zemi (Schlesinger, 1997). Všechny primární minerály vystavené povětrnostním vlivům, byly vlivem vnějších podmínek, jako jsou fyzikální, biologické a chemické, přetransformovány do sekundární minerální formy (Walbridge et al., 2006). V zemské kůře je obsah fosforu ve formě sekundárních nerozpustných minerálů asi 0,1 %. Pro fosfor jsou nejběžnější sekundární minerály, sloučeniny s hliníkem (Al), železem (Fe) a manganem (Mn) v kyselém prostředí. V prostředí alkalickém tvoří sloučeniny s vápníkem (Ca) a hořčíkem (Mg) (Lindsay et al., 1989). Aby mohl být fosfor P využit jako zdroj stavební látky pro organismy, musí se dostat z těchto nerozpustných sekundárních sloučenin opět do vody, což se děje působením vnějších podmínek, nejčastěji zvětráváním (Lellák et al., 1992). Do vodních ekosystémů se dostává nejčastěji ve formě rozpuštěných ortofosforečnanů, nebo často jako sraženina fosforečnanu železitého (FePO_4) (Lellák et al., 1992). Při vodní erozi se často ze zemědělských ploch dostává i ve formě tzv. partikulovaného fosforu, tedy sloučenin P vázaných na nerozpuštěné látky. Povrchová i podzemní voda fosforečnan vápenatý (apatit) rozpouští na kationty a anionty, a proto se tímto procesem ve vodě zvyšuje kromě obsahu fosforečnanu vápenatého i obsah dostupného celkového fosforu (Walbridge et al., 2006). V ekosystémech je fosfor vázán ve formě organických sloučenin ve stélkách rostlin a v tělech živočichů a následně koluje jako organický fosfor potravními řetězci. Takto v organickém materiálu vázaný fosfor je považován za fosfor limitující, protože ho nemohou využít další organismy, dokud se opět odumřením jiných organismů neuvolí do prostředí (Vitt et al., 1996).

1.3 Procesy probíhající v mokřadech

Přírozené procesy odstraňující z vod znečišťující látky nazýváme samočištění a jsou zásadním způsobem závislé na biologických procesech. V podmínkách nepříliš rychlého proudění, nízkého vodního sloupce, ale pestrého společenstva s vysokou biomasou zajišťují nejvyšší účinnost samočisticích procesů. Pro posílení samočisticích schopností v krajině mají nezaměnitelnou a nezastupitelnou úlohu mokřady a podmáčené louky s anaerobním režimem ve svých půdních profilech. V zaplavených nebo vodou saturovaných půdách se oxidační metabolismus objevuje pouze v tenké oxické vrstvě na povrchu,

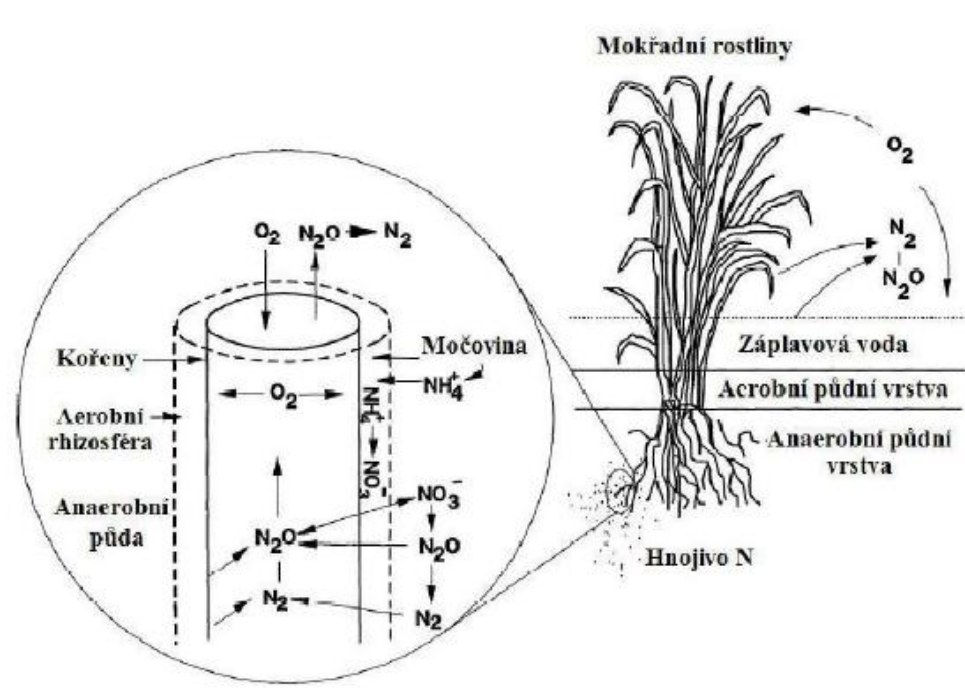
zatímco v hlubších horizontech probíhají anoxické procesy (Aomine, 1962; Stepniewski et al., 1988).

Hlavní charakteristikou mokřadů je trvalé zaplavení. Substrát je izolován vodou od atmosférického kyslíku, čímž se v systému ustavují redukční podmínky. Omezený vstup kyslíku do zatopené zóny je však zprostředkováván kořeny rostlin, takže dochází ke střídání zón s oxidačními a redukčními vlastnostmi (Armstrong et al., 1990, 1991, Brix, 1993). Omezená výměna plynů mezi půdou a atmosférou je primárním důsledkem zaplavení půdy. V provzdušněných půdách je kyslík přítomen v celém půdním profilu a převládají zde aerobní organismy, v zaplavených půdách je kyslík pouze na povrchu půdy. Ten se rychle vyčerpává a aerobní organismy snižují a postupně zastavují svoji činnost a jsou nahrazovány anaerobními organismy. Anaerobní mikrobiální skupiny jsou z velké části neschopné využít substráty jako lignin a huminové látky, které vyžadují počáteční okysličení kyslíkem. Rozklad organických substrátů v anaerobních podmínkách vede k akumulaci redukovaných sloučenin včetně metanu, siřičků, nestálých mastných kyselin, dvojmocného železa, manganu, amonného dusíku a vodíku (Reddy et al., 2008).

V mokřadních půdách dominují anaerobní podmínky, které jsou indukovány zaplavením vodou. Nejvýznamnější efekt zaplavení je izolace půdního systému od atmosférického kyslíku, čímž se systém mění od aerobního oxidačního na anaerobní (Faulkner et al., 1989). Podporou samočisticí funkce mokřadu je přítok vody s dusičnanovými ionty. V anaerobním prostředí mokřadů slouží přinesené nitráty jako důležité oxidační činidlo. Během oxidoredukčních procesů jsou nitráty denitrifikovány a dusík poté uniká do ovzduší jako N_2 , nebo N_2O . Zároveň dochází k podpoře rozkladu organických látek a také k oxidaci sloučenin železa, které pak účinně zadržují rozpuštěné formy fosforu, zejména fosforečnany.

Půda trvale zatopená uvolňuje mnohem méně rozpuštěných živin (fosfor, dusík, látky organické i anorganické), než-li půdy střídavě zaplavované a vysoušené. Organické látky v půdě nasycené vodou se rozkládají jen velmi pomalu a jsou dlouhodobě zadržovány. Značnou část vody zadržují také mokřadní rostliny, které ji navíc uvádějí do oběhu prostřednictvím evapotranspirace, a tím fungují jako účinné klimatizační zařízení. Anaerobní mikrobiální skupiny jsou z velké části neschopné využít substráty jako lignin a huminové látky, které vyžadují počáteční okysličení kyslíkem. Rozklad organických substrátů v anaerobních podmínkách vede k akumulaci redukovaných sloučenin, včetně

metanu, siřniků, nestálých mastných kyselin, dvojmocného železa, manganu, amonného dusíku a vodíku (Reddy et al., 2008). V aerobních podmínkách, hlavně v blízkosti kořenů, ze kterých difunduje kyslík do okolního substrátu, se srážejí oxidované formy železa a manganu. V těchto sraženinách se simultánně srážejí další rizikové prvky a těžké kovy. Především jde o amorfni hydroxidy a oxi-hydroxidy. Nikl, měď, zinek a mangan se sráží v železitých sloučeninách, v oxidech manganu se sráží kobalt, železo, nikl, zinek (Stumm et al., 1970).



Obr.č. 2 : Procesy v kořenovém systému. Převzato Reddy K. R., 1989

2 Metodika

2.1 Základní údaje

2.1.1 Vymezení dotčeného území

Dotčená území se nacházejí v okrese Plzeň jih a Plzeň sever v katastrech obcí Hoříkovice a Líně. Mokřad na Zálužském (obr. č 5) potoce má výměru 4,28 ha, odběrné profily od sebe byly vzdáleny 580 m (obr. č 10). Mokřad na Lučním potoce (obr. č 3) potoce má výměru 8,98 ha, odběrné profily byly od sebe vzdáleny 510 m.

2.1.2 Přírodní podmínky

Z geomorfologického hlediska jsou dotčená území zařazena do provincie Česká vysočina, Poberounská subprovincie a leží v Plzeňské pahorkatině, její JV část, Plzeňské kotlině, její JZ části, Nýřanské kotlině, její JV části. Krajinný reliéf je plošinného rázu (330 – 440 m n. m) a je strukturován plochými údolími zdejších toků, střídanými plochými vyvýšeninami. Mírně svažité terén má všestrannou expozici s celkovým sklonem k východu.

Území jsou odvodňována řekou Radbuzou, která zde protéká plochou údolní nivou, jež v západní části přechází v mírně uzavřené údolí. Území jsou jen málo členitá a jsou charakterizována dlouhými svahy s mírným až středním sklonem. Potoky tvoří mělké úvaly, přecházející v široká údolí a místy vytvářejí na přítocích krátké erozní rýhy, ústící do řeky Radbuzy. Nejvyšší výškové body v okolí tvoří Železný vrch (441 m n. m.) a Tříkopec (403 m n. m.).

2.1.3 Klimatické poměry

Dotčená území řadíme mezi mírně teplé, až suché oblasti MT1 s mírnými zimami a průměrnou roční teplotou 7 – 8,5° C, ročním úhrnem srážek 450 – 550 mm, přičemž Langův dešťový faktor 61 – 70 charakterizuje zájmová území jako suchá a vláhová jistota je 0-4 s mírně teplým podnebím. Letní období je zde suché, teplé a dlouhé, oproti krátké zimě, která bývá krátká, teplá a suchá s minimální, nebo žádnou sněhovou pokrývkou. Charakteristické je i krátké a teplé jarní a podzimní přechodné období. V zimě dochází k vyšší oceanitě s vysokou oblačností, nižším slunečním svitem, teplotními výkyvy a

množstvím frontálních poruch. V kraji převládá jihozápadní vzdušné proudění při příznivé kvalitě ovzduší, nepatrně ovlivněné plzeňskou aglomerací.

Základní údaje:

Průměr deštivých dnů – srážky > 1 mm	90 - 100
Průměrná roční teplota	8,5°C
Průměrná teplota v lednu	-2 až -3°C
Průměrná teplota v dubnu	7 až 8°C
Průměrná teplota v červenci	17 až 18°C
Průměrná teplota v říjnu	7 až 8°C
Počet letních dnů s teplotou nad 25°C	40 až 50 dnů
Počet letních dnů s teplotou nad 10°C	140 až 160 dnů
Počet ledových dnů s nejvyšší teplotou 0°C	30 až 40 dnů
Počet mrazivých dnů s teplotou pod 0°C	110 až 130 dnů
Počet jasných dnů	40 až 50 dnů
Počet zamračených dnů	120 až 150 dnů

2.1.4 Geologické a hydrogeologické poměry

Dotčené území se nachází v permokarbonské pánvi, kde tektonická deprese je vyplněna karbonskými a permskými uloženinami kontinentálního typu. Jíly, vápnité jíly, písky, pískovce, břidlice, droby a buližníky zde vytvářejí kvartérní pokryvné útvary, přičemž v jihozápadní části se geologickým podkladem uplatňuje žula. Permokarbon je zde reprezentován jezerními a říčními sedimenty, uloženými na zvrásněném, hluboko denudovaném proterozoiku. Charakteristickým prvkem je zde pro celý vrstevní soubor střídání sedimentů s různou barvou a strukturou. Mezi lupky s vložkami uhelných slojí jsou prezentovány pískovce, slepence a arkózy, přičemž největší uhlonosné sloje se táhnou od Týnce a Zbůchu směrem k Sulkovu a jsou vázány na spodní části sedimentární výplně plzeňské pánve a oba členy kladenského souvrství. Zbůško-sulkovská deprese byla nejvíce uhlonosná a byla hluboká až 860m. V mělkých údolních nivách Zálužského a Lučního potoka jsou typické fluviální uloženiny mělkých jílu a hlinitých písků s mocnější organickou příměsí o síle cca 4 – 5 m, místy i vyšší. V okolí se často objevovala menší ložiska cihlářských hlín.

Hydrologické poměry jsou dány především rozčleněním Plzeňské pánve do hydrologicky samostatných tektonických ker. Vlivem rozsáhlé důlní činnosti a zálomovými trhlinami je v těchto místech propustnost podloží vysoká a je zde silně narušen režim povrchových i spodních vod a v důsledku propadání svrchních vrstev do poddolovaného území dochází nejen k nepravidelnému vsaku povrchových vod do spodních vrstev, ale i ke špatnému

odtoku. Za následek jsou na propadlišťích vznikající drobné mokřadní plochy, významné i přes svoji malou rozlohu z ekologického hlediska, vyznačující se zejména pestrou skladbou rostlinného krytu.

Z hydrogeologického hlediska náleží povodí do rajonu 511 – Plzeňská pánev. Zálužský potok (identifikátor drobného vodního toku (dále jen IDVT) 10243785) pramení pod Zálužským lesem nedaleko obce Záluží. Poté protéká několika rybníky. Pod obcí Týnec se na tomto vodním toku nachází mokřad, který bude jedním ze sledovaných a vznikl na dně původního rybníka. Je zázemím pro ptactvo a drobné živočichy. Dále protéká městy Zbůch a Líně. Pod druhou výše jmenovanou obcí vtéká, jako pravostranný přítok, do Lučního potoka (IDVT 10100420). Luční potok protéká mokřadem, který je ekologicky významným prvkem a je zařazený do územního systému ekologické stability (ÚSES) jako funkční lokální biocentrum s výskytem vodního ptactva a škeble rybníčné (obr. č 18). Tyto dva drobné vodní toky (dále jen DVT) pramenící v Nýřanské kotlině, jsou levostrannými přítoky řeky Radbuzy a zároveň přítoky vodní nádrže České údolí.

2.1.5 Biogeografická situace

Dotčené území, náležící do hercynské provincie je součástí Českomoravského mezofytika. Patří do provincie středoevropských listnatých lesů, bioregionu II.14 – Plzeňská pahorkatina. Generely RÚSES zpč. regionu byly vymezeny tyto biochory:

2.14.2. – mírně teplých až teplých širokých niv

2.14.3. – mírně teplých podmáčených sníženin

2.14.4. – teplých pahorkatin a plošin s významným podílem živných stanovišť

2.14.5. – teplých pahorkatin a plošin

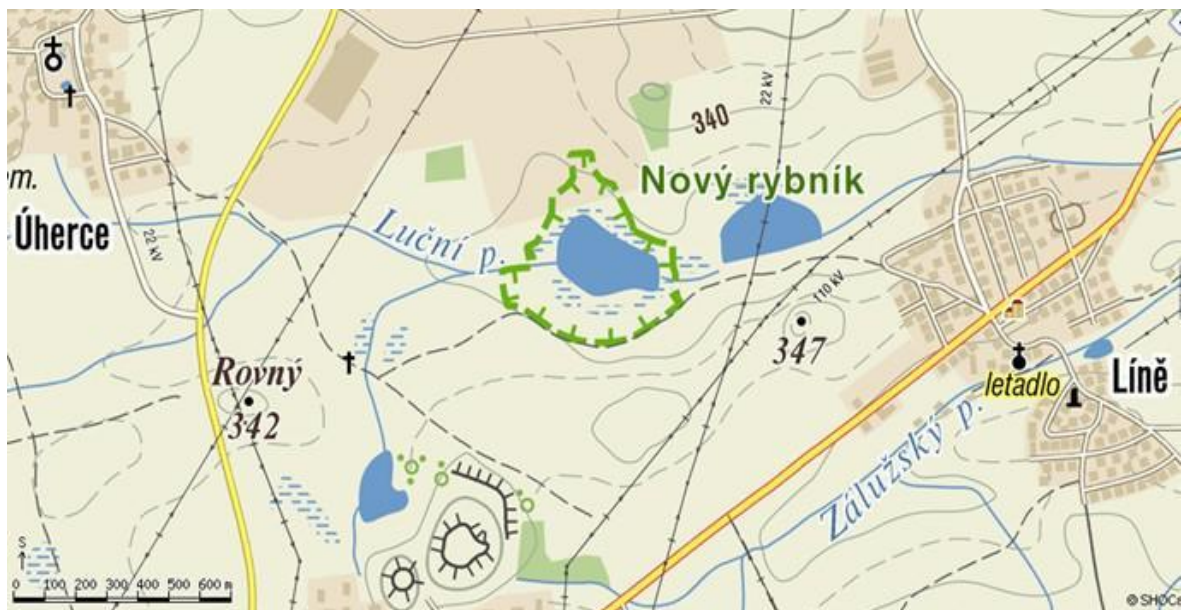
Dotčené území se nachází ve VS 2 bukodubovém a VS 3 dubobukovém vegetačním stupni. Území je charakteristické menším stupněm zalesnění s převládajícími dřevinami borových a smrkových monokultur s nedostatečným zastoupením listnatých dřevin. Podíl nelesní zeleně je nedostatečný, významnými porosty podél vodních toků jsou porosty olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*), topolu černého (*Populus nigra*), topolu osika (*Populus tremula*) a vrb (*Salix spp.*).

Přírodní rezervace Nový rybník (obr. č. 3) vznikla v roce 2006, kdy ji vyhlásil Krajský úřad. Celková rozloha rezervace je 12,8 hektaru, z čehož většinu (zhruba 10 hektarů) zaujímá rybník. Jedná se o mokřad, který na místě důlní propadliny (tzv. pinky) v lokalitě bývalého Nového rybníka (dříve Neu Teich) založili ve druhé polovině 20. století zdejší myslivci, kteří vytvořili umělé ostrůvky a provedli vyčištění lokality od odpadků. Rezervace představuje unikátní mokřadní ekosystém, kde žije a hnízdí velké množství vodního ptactva a rostou zde i vzácnější mokřadní rostliny. Z vodního ptactva tu můžeme pozorovat na 500 párů racků chechtavých, kteří jsou v západních Čechách poměrně unikátní. Kromě racků jsou v mokřadu v průběhu roku při hnízdění nebo migraci k vidění lysky, poláci chocholačky, chřástalové, labutě, hvízdáci, tři druhy rákosníků, slavík modráček, potápky černokrké nebo dravec moták lužní. Z ornitologické pozorovatelný, která vytváří skvělé pozorovací zázemí pro všechny milovníky ptactva, je možné pozorovat i druhy - husa velká, racek chechtavý, moták pochop (obr. č 19), luňák hnědý, stehlík obecný, bramborníček hnědý, poštolka obecná, konipas luční, lžičák pestrý. Jedinečné jsou i rostliny, které v mokřadech rostou.

Vzhledem k tomu, že leží nedaleko silnice i železnice z Plzně na Domažlice a v okolí vznikají nové průmyslové zóny, zaslouží si toto území, s výjimečným ekosystémem, ochranu.



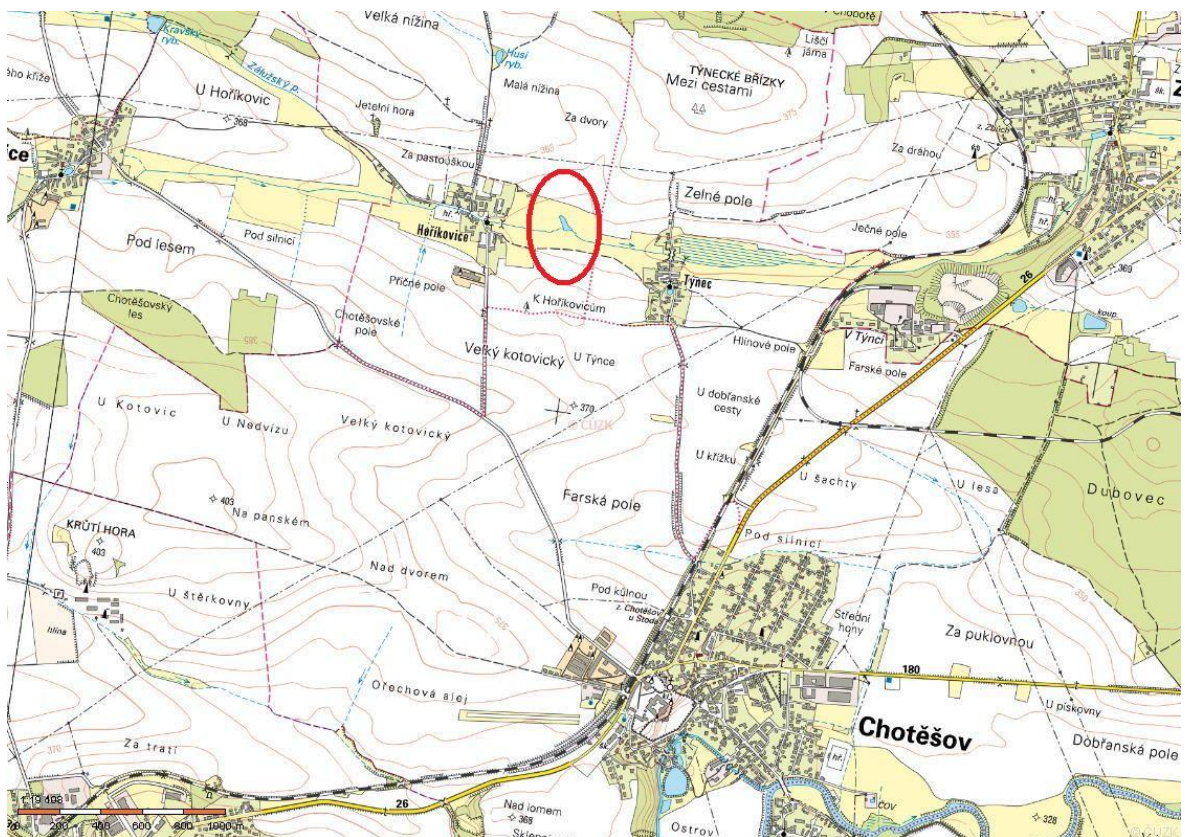
Obr. č. 3 : Foto mokřadu na lokalitě Luční potok – Nový rybník



Obr. č. 4 : Situace umístění přírodní rezervace



Obr. č. 5 : Foto mokřadu na Zálužském potoce



Obr. č. 6: Mapka s umístěním mokřadu na Zálužském potoce

2.1.6 Využívání dotčeného území

Území je ve velké míře využíváno pro zemědělskou velkovýrobu, přičemž vlivem kolektivizace a scelování pozemků byly vytvořeny velké hony bez protierozních opatření, což značně pozměnilo ráz zdejší krajiny a zapříčinilo náchylnost k větrné i vodní erozi. Zastoupení TTP (trvalý travní porost) je zde malé. Půda je využívána několika zemědělsky podnikajícími subjekty.

Velké bloky orné půdy inklinují svou velkou délkou k nepřerušnému povrchovému odtoku, tak i při mírné svažitosti dochází ke značnému smyvu půdy, neboť morfologická členitost území je malá s plochým terénem. Dominují zde agrocenózy a porosty se změněnou dřevinnou skladbou a původní vegetaci zde zastupují olšiny a luhy na březích toků, mimo nivy dubohabrové háje a doubravy.

V minulosti došlo v důsledku intenzifikace zemědělství k likvidaci ekologicky stabilních prvků, jakými jsou remízky, meze, polní cesty a úvozy, byly vytvořeny rozsáhlé půdní bloky, v krajině se objevily nevhodné zemědělské stavby, původní statky byly zdevastovány. Rostlinná společenstva se v původní struktuře vyskytují pouze na zemědělsky nevyužívaných, většinou podmáčených plochách.

2.2 Aktuální stav dotčeného území

2.2.1 Základní údaje

V dotčeném území je možno vymezit 5 ekologických skupin ekosystémů:

- *ekosystém ekologicky využívané půdy* – jde o kulturu orné půdy (SES – 1), intenzivní louky (SES -2), extenzivní louky a pastviny (SES -3). Velkoplošné bloky potenciálně ohrožuje větrná a vodní eroze.
- *ekosystémy niv vodních toků* – SES se pohybuje mezi 1 – 4. Jde o mělké a úzké území se širokou nivou s glejovými půdami s částečně zatravněnými pozemky, v některých místech z důvodu zamokření nevyužívané, místy odvodněné a zorněné až na břehovou hranu upravených vodotečí. Na neupravených korytech potoků jde o ekologicky velmi cenná společenstva nelesního charakteru s pestrá skladbou dřevinných a bylinných složek a lokalitami s různorodou faunou.

- *ekosystém lesních společenstev* – velký podíl lesních porostů je zejména ve východní části území v komplexech SES 2 – 4, převážně monokultury smrku a borovice s příměsí listnatých dřevin, biodiverzně monotónní s intenzivními pěstitelskými aktivitami. V okrajových partiích je skladba lesních ekosystému pestrá.
- *ekosystémy nelesních dřevinných společenstev* – jde hlavně o liniové útvary a enklávy nelesních dřevinných společenstev s významnou druhovou diverzitou a SES 4.

ekosystémy lidských sídel – jedná se o území s velmi nízkým koeficientem SES (1 -2) v zastavěných urbanizovaných plochách se značnou ruderalizací a velmi nízkým podílem stabilních prvků.

Během průzkumu dotčených území bylo shledáno pronikání ruderálních společenstev do původní krajiny, vytlačující společenstva původní. Zornění půdy a odvodnění řady pozemků se negativně projevilo na stavu krajiny, přetvořené rozsáhlými půdními bloky a úpravy provedené v minulosti na vodních tocích ve smyslu zrychlení odvodnění se odráží v jejich denaturalizaci a neschopnosti retence vody v krajině.

2.3 Geobotanické hodnocení

2.3.1 Základní vztahy

Zálužský potok je pravobřežním přítokem Lučního potoka, který odvodňuje území do řeky Radbuzy do přehradní nádrže České údolí. Pramení v drobném, olšoborovém hájku. Na potoce je několik rybníčků, kterých bývalo dříve více. Celé povodí toku protéká krajinou silně ovlivněnou zemědělskou činností. Jeden z významných aspektů přetváření krajiny je také poměrně rozsáhlá těžba uhlí, kaolínu a cihlářských surovin. Luční potok pramení v návesním rybníku v obci Přehýšov, přičemž situace na jeho toku je více méně shodná se Zálužským. Vzhledem k různému stavu čištění odpadních vod v obcích, kterými tyto toky protékají, je odpovídající i jejich kvalita vody.

Téměř celé toky obou potoků jsou upravené, místy zatrubněné, nebo s občasnou vodností v otevřených regulovaných korytech, zpravidla vydlážděného lichoběžného profilu. Převážná část plochy povodí je zorněna, či jinak zemědělsky využívána, zpravidla kosenými loukami, případně podmáčenými TTP.

2.3.2 Fytogeografie

Povodí Zálužského a Lučního potoka spadá do provincie středoevropských listnatých lesů, hercynské podprovincie, Plzeňské pahorkatiny, oblasti mezofytika, středoevropské květeny hercynské, xerothermní oblasti, xerothermní vegetace nebyla zachována.

2.4 Odběry vzorků

K odběrům vzorků na chemické rozbory byly vytipovány odběrové profily, vždy nad a pod mokřady s ideálně lichoběžníkovými profily a snadným přístupem k vodnímu toku (obr. č. 12, 13, 15, 16). K odběrům byly použity vzorkovnice (obr. č.8), zapůjčené laboratoří Povodí Vltavy s.p., závod Berounka Plzeň, stejně tak, jako přístroj Flow Tracker (obr.č.7) na měření aktuálního průtoku ultrazvukovou metodou a teploty vody. Tento přístroj využívá pro měření rychlosti průtoku vody tzv. Dopplerova principu, přičemž měřící sonda umožňuje ve 2D, resp. 3D osách složky rychlostí automatické stanovení průtoku.

Vzorky byly odebírány v proudnici vodních toků přímo do příslušných vzorkovnic. Při odběru bylo postupováno tak, aby ani při nízké hladině vody nedošlo ke zviření usazenin a k následné kontaminaci vzorku. Vzorkovnice byly popsány lihovým fixem: označením lokality a data odběru. Při každém odběru byla zaznamenávána makroskopická pozorování. Vzorkováno bylo pravidelně v týdenních intervalech v období 2.8.-4.12. 2016. Vzorky byly analyzovány plzeňskou laboratoří státního podniku Povodí Vltavy.



Obr. č. 7: Měření průtoku vody - přístroj Flow tracker



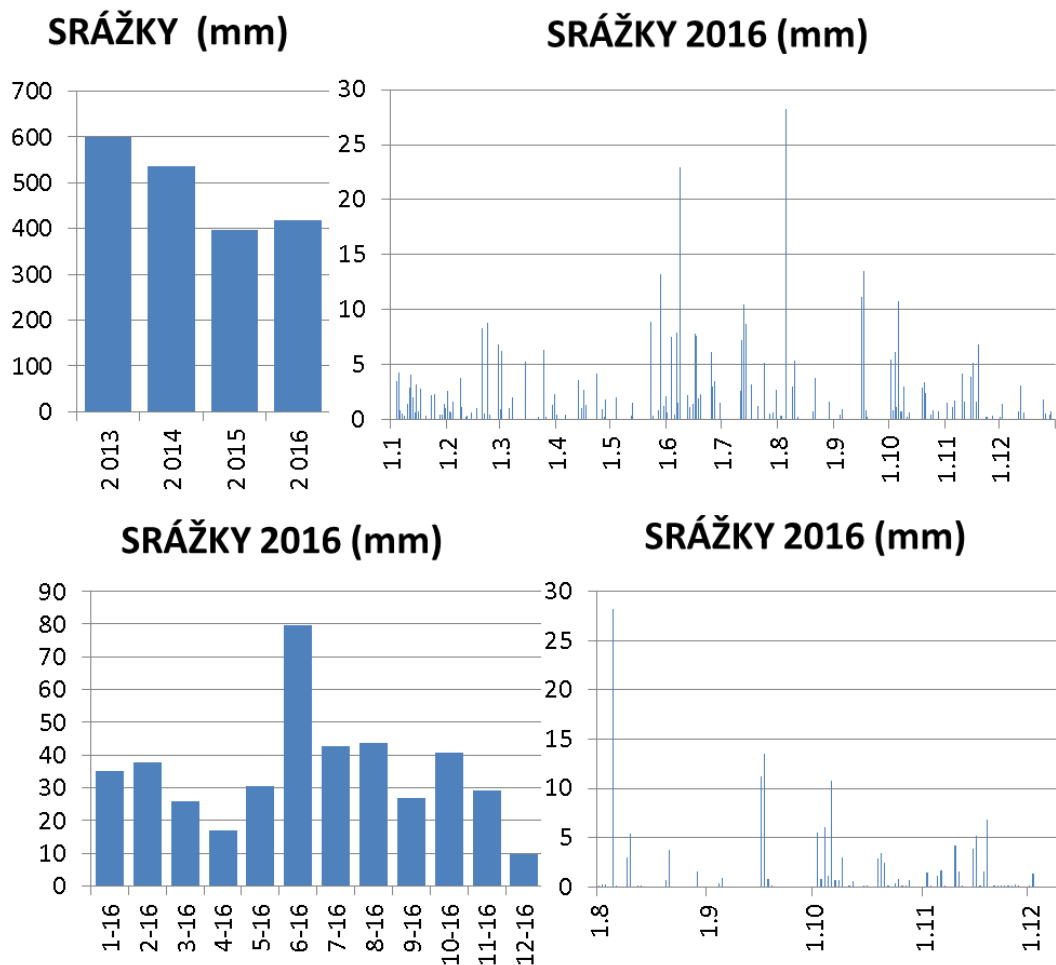
Obr. č. 8: Vzorkovnice používané při odběru vzorků vody, zleva: P a Fe, CHSK_{Mn} (2x) a základní chemické ukazatele.

3 Výsledky

3.1 Luční potok

Výsledky analýz vzorků vody a měření průtoků byly zpracovány do grafů č. 1 až 10 a byly tabelovány v tab. č. 1 až 6.

3.1.1 Měření průtoku a teploty vody, srážkové poměry

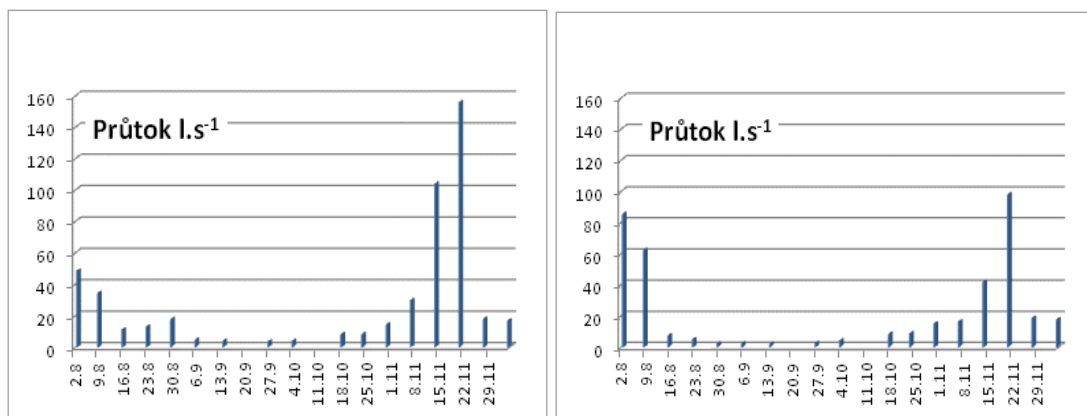


Obr. č. 9: Charakteristika srážkového režimu v posledních 4 letech a podrobně v průběhu roku 2016 se zvláštním zaměřením na sledované období (vpravo dole). Zdroj:

Srážkoměrná stanice ČHMÚ v Plzni Na Mikulce

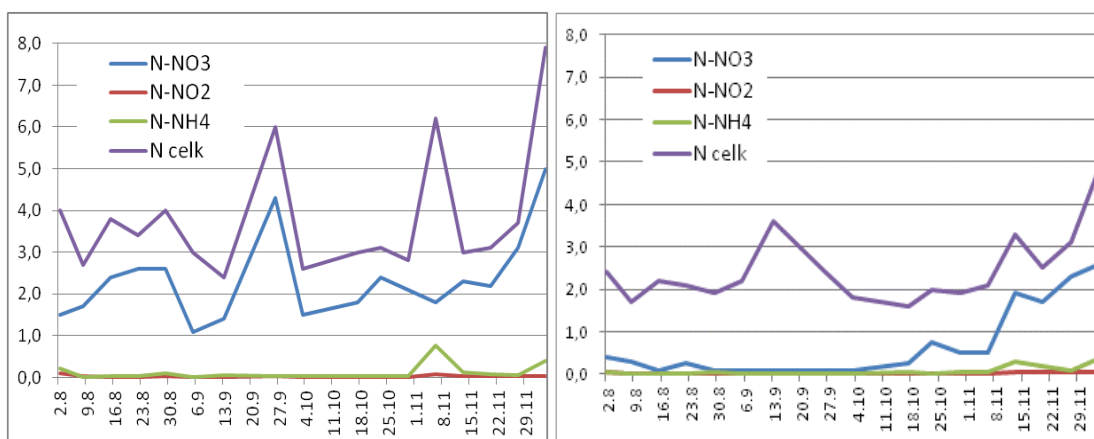
Výsledky měření průtoku v terénu (grafy č. 1 a 2) doložily vysoké rozpětí množství protékající vody (rozsah dvou řádů). Ukázaly se dvě základní situace: z mokřadu odtékalo

více nebo naopak méně vody, než kolik do něj přitékalo. Voda se při průtoku mokřadem pravidelně znatelně oteplevala (tab. č. 1).



Graf č. 1 a 2: Luční potok – výsledky měření průtoku. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem.

3.1.2 Sloučeniny N



Graf č. 3 a 4: Luční potok – průběh koncentrací sloučenin N. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v mg l^{-1} .

Zcela dominantní sloučeninou N byl dusičnanový dusík (N-NO_3), který se do přitékající vody dostává s největší pravděpodobností z odvodňované zemědělské půdy, zejména orné. V mokřadu se dusičnanové ionty zapojují do oxidoredukčních procesů, kdy jsou redukovány tzv. denitrifikací – koncentrace N-NO_3 se pohybovala na odtoku zhruba mezi $0,1-0,5 \text{ mg l}^{-1}$. Ke zvýšení koncentrace N-NO_3 na odtoku došlo až pozdě na podzim, kdy biologické procesy vlivem nízké teploty výrazně zpomalují a zároveň byly zjištěny i zvýšené průtoky, které zkracovaly dobu zdržení vody v mokřadu.

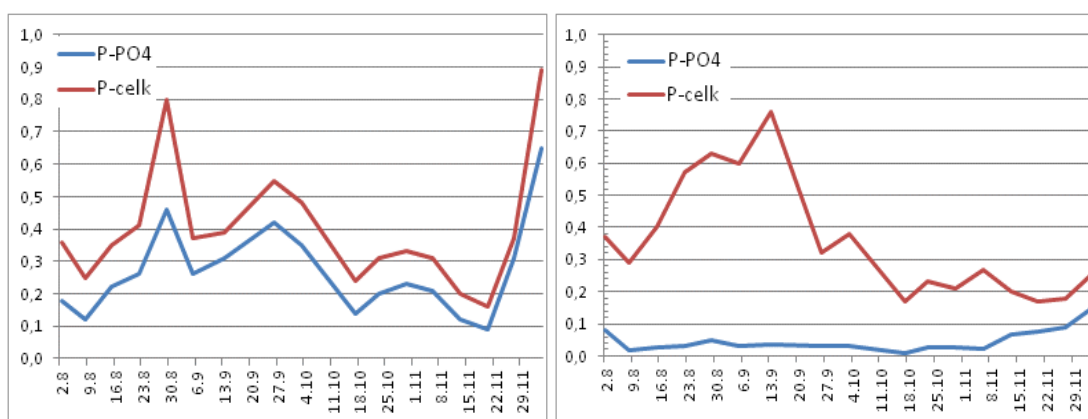
Přísun N-NO₃ z povodí do mokřadu činil (tab. č. 3) od 0,4 do 29,7 kg den⁻¹, průměrně 5,64 kg den⁻¹, což lze přepočíst jako plošné zatížení mokřadu (plocha cca 10 ha) na zhruba 0,6 kg N-NO₃ na 1 ha a den (tab. č. 5). Z množství N-NO₃ vneseného do mokřadu přítokem bylo odstraněno od 0,4 do 15 kg N-NO₃ v jednotlivých odběrových dnech s vysokou průměrnou účinností vyjádřenou v procentech: 76%. V průběhu sledování bylo na 1 ha plochy mokřadu odstraněno v průměru 0,35 kg N-NO₃ za den.

Amoniakální dusík (N-NH₄), který obvykle indikuje rozklad organických látek, byl pozorován v přítékající vodě ve zvýšených koncentracích pouze 2.8. (0,22 mg l⁻¹) a 6.11. (0,76 mg l⁻¹). Obsah N-NH₄ byl mokřadem výrazně snížen (na hodnoty <0,05 mg l⁻¹, patrně oxidací na N-NO₃, tzv. nitrifikací). Intenzita nitrifikace klesla až ustala teprve v podzimním období, a to v důsledku snížení teploty vody pod 6 °C (XI.). N-NH₄ byl odstraňován v mokřadu v době sledování s účinností mírně přes 30%. Zachyceno bylo v průměru jen 0,13 kg N-NH₄ denně.

Koncentrace dusitanového dusíku (N-NO₂), který je nestabilní a přechodnou sloučeninou v procesech nitrifikace a denitrifikace, byly zjišťovány stále poměrně nízké (<0,100 mg l⁻¹).

Koncentrace N celkového (N celk) byly procesy v mokřadu výrazně sníženy, a to především tím, že byl odstraněn N-NO₃. Zajímavé jsou poměrně vysoké koncentrace N celk na odtoku z mokřadu v srpnu a září – zřejmě se jednalo o N vázaný v organických sloučeninách, které byly vytvořeny biocenózou (sinice, řasy, bakterie) při přeměnách anorganických sloučenin N. N celk přicházel do mokřadu z povodí v průběhu sledovaného období v množství průměrně 9 kg den⁻¹, z čehož se v průměru zhruba 43% zachytilo (bylo odstraněno) v mokřadu. V průměru se tedy v mokřadu v období sledování odstranilo 0,4 kg N celkového denně.

3.1.3 Sloučeniny P

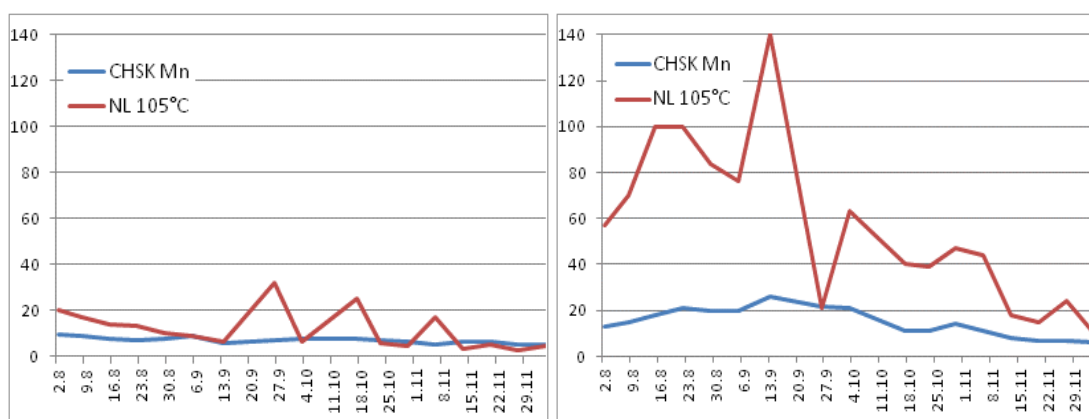


Graf č. 5 a 6: Luční potok – průběh koncentrací sloučenin P. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v mg l⁻¹.

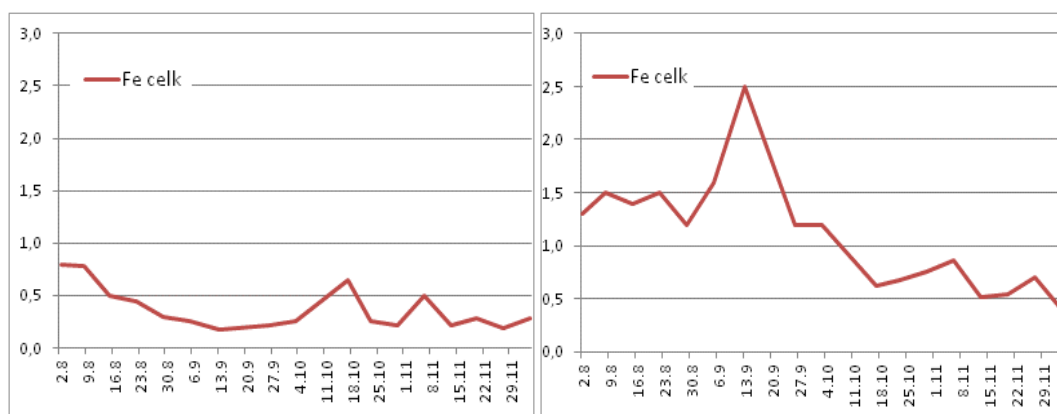
Koncentrace fosforečnanového fosforu (P-PO₄) tvořily v přítékající vodě určující podíl na P celkovém (50-84%, průměrně 66%), přičemž koncentrace P-PO₄ byly poměrně vysoké, vypovídající o znečištění, velmi pravděpodobně splaškovými vodami z obce Úherce či z průmyslové zóny ležících na potoce výše. P-PO₄ byl mokřadem zachycován s vysokou účinností, která často převyšovala 90% (tab. č. 6). Koncentrace P-PO₄ v odtékající vodě tak poklesly na velmi nízké hodnoty (0,008–0,04 mg l⁻¹), vyšší hodnoty byly zjištěny za zvýšeného průtoku vody 2.8. a v XI.-XII.).

Koncentrace P celk v přítékající vodě byly poměrně vysoké (0,16-0,89 mg l⁻¹) a vysoké zůstaly i po průchodu mokřadem, účinnost retence byla spočtena průměrně kolem 25%. V průměru do mokřadu přiteklo 0,72 kg den⁻¹ P celk (0,13-2,16 kg den⁻¹), což je zhruba 0,7 kg den⁻¹ na 1 ha plochy mokřadu. Zachycování P celk mokřadem (tab. č. 5) bylo velmi proměnlivé, mezi 1,2 kg navýšení (mokřad P „pouštěl“) až po 1,1 kg čisté retence. V průměru za dny, kdy bylo sledování prováděno, bylo celým mokřadem zachyceno asi 0,19 kg P celk za den, což je zhruba 0,02 kg P celk na 1 ha mokřadu denně.

3.1.4 Ostatní sledované ukazatele kvality vody



Graf č. 7 a 8: Luční potok – průběh koncentrací CHSK_{Mn} a NL 105°C. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v mg l⁻¹.



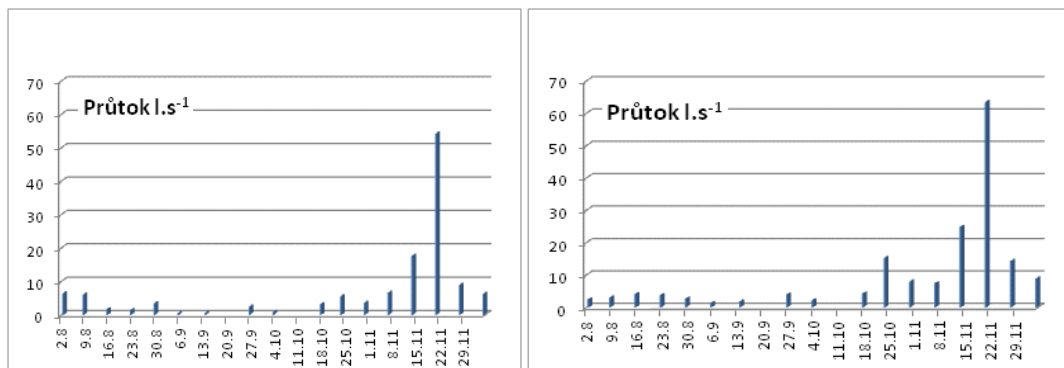
Graf č. 9 a 10: Luční potok – průběh koncentrací Fe. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v mg l⁻¹.

Z grafů č. 7 a 8 je vidět výrazné zvýšení obsahu poměrně lehce rozložitelných látek (CHSK_{Mn}) po průtoku vody mokřadem (z 5-9 mg l⁻¹ na 6,1-26 mg l⁻¹). Obdobně tomu bylo s obsahem nerozpuštěných látek kde ze zhruba 4-32 mg l⁻¹ se jejich obsah zvýšil na 15-140 mg l⁻¹. Křivka koncentrací Fe celk částečně kopíruje křivku nerozpuštěných látek a podobně jako v případě NL 105°C platilo i pro Fe celk, že oteklo podstatně více, než do mokřadu přiteklo. Koncentrace chlorofylu a, které vypovídají o biomase fytoplanktonu, byly až do konce XI. poměrně vysoké (170-400 µg l⁻¹), ukazující na vysoce úživný (hypertrofní) stav vody v mokřadu.

3.2 Zálužský potok

Výsledky analýz vzorků vody a měření průtoků byly zpracovány do grafů č. 11 až 20 a byly tabelovány v tab. č. 7 a 8.

3.2.1 Měření průtoku a teploty vody



Graf č. 11 a 12: Zálužský potok – výsledky měření průtoku. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem.

Kromě prvních dvou měření v srpnu byl průtok pod mokřadem vždycky vyšší než v profilu nad. Průměrně činil průtok nad mokřadem asi 60% průtoku pod mokřadem (nezapočítána první dvě srpnová měření). Příčinou byl přítok z mezipovodí, tedy ze svažitéch zemědělských pozemků.

Výsledky měření teploty ukazují, že voda protékající profilem pod byla v průměru o 1,2 °C chladnější než voda protékající profilem nad mokřadem.

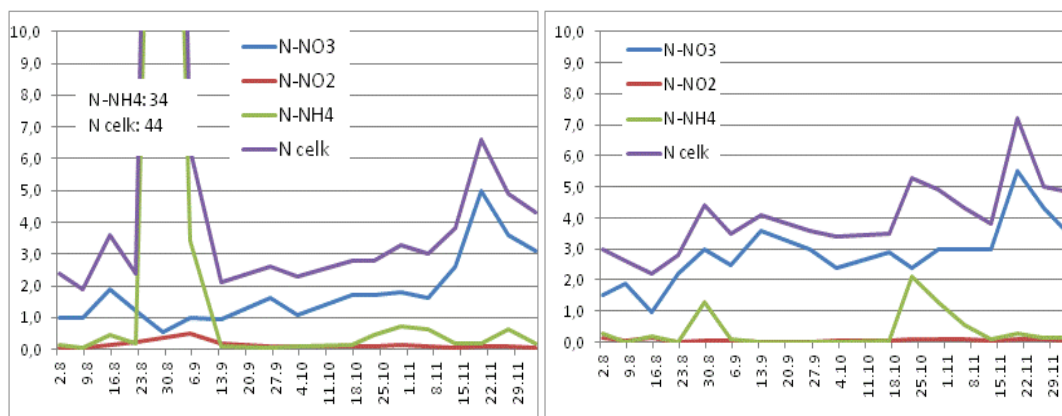
3.2.2 Sloučeniny dusíku

Dusičnanový dusík (N-NO₃) byl, až na 29.8., dominantním zástupcem sloučenin N. V profilu nad mokřadem byly, kromě jediného případu, koncentrace N-NO₃ vždy nižší, a to v průměru a zhruba 1 mg l⁻¹.

Koncentrace N-NH₄ byly v profilu nad mokřadem zjišťovány značně rozkolísané a poměrně vysoké, s vysokými maximy 29.8. a 5.9. ve výši 34 a 3,4 mg l⁻¹. Koncentrace N-NH₄ v profilu pod mokřadem sice byly často nižší než nad, ale nepravidelně byly zaznamenány i koncentrace násobně vyšší (2,1 a 1,3 mg l⁻¹) než nad.

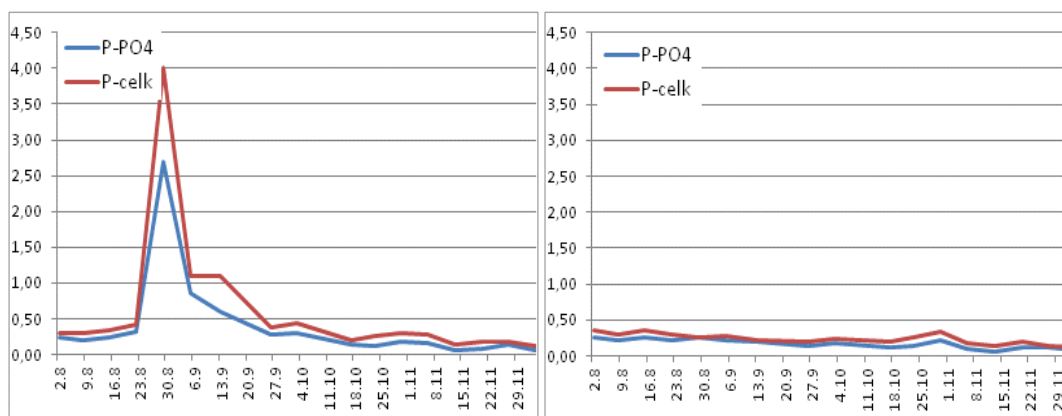
Obsah dusitanového dusíku (N-NO₂) byl zjištěn v profilu nad poměrně vysoký, v průměru 0,14 mg l⁻¹ s maximy 0,36 a 0,48 mg l⁻¹. V profilu pod mokřadem už byla zjištěna průměrná hodnota pouze 0,052 mg l⁻¹ s maximem 0,14 mg l⁻¹.

Co se týká látkové bilance, protéklo v profilu pod za sledované období (tab. č. 11 a 12) o 57% víc N-NO₃, o 9% méně N-NO₂, o 51% méně N-NH₄ a o 21% více N celk.



Graf č. 13 a 14: Zálužský potok – průběh koncentrací sloučenin N. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v mg l⁻¹.

3.2.3 Sloučeniny P



Graf č. 15 a 16: Zálužský potok – průběh koncentrací sloučenin P. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v mg l⁻¹.

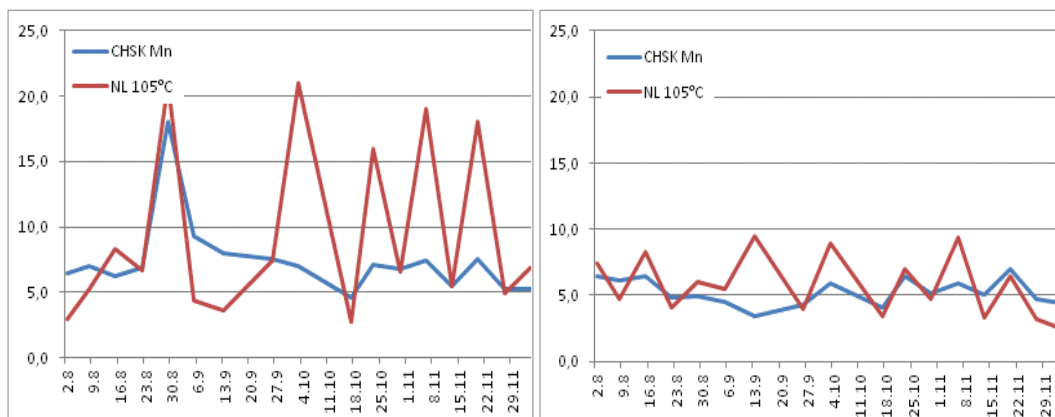
Obsah P-PO₄ tvořil většinu Všech sloučenin P v obou sledovaných profilech, přičemž zjišťované koncentrace byly v obou profilech poměrně vysoké, v profilu nad s občasnými velmi vysokými maximy (0,6-2,7 mg l⁻¹). K celkové ilustraci situace je třeba podívat se na výsledky látkové bilance. Celkově bylo ve sledovaném úseku a v monitorovaném období

zadrženo asi 12% P-PO₄ a 14% P celk, přičemž účinnost procesu retence P byla v jednotlivých dnech velmi různá.

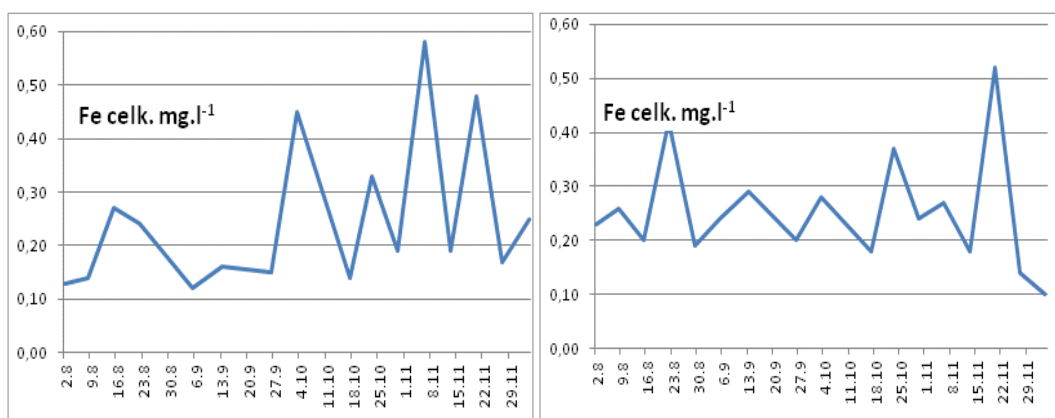
3.2.4 Ostatní sledované ukazatele kvality vody

Obsah nerozpuštěných látek (NL 105°C) byl velmi rozkolísaný, a to zejména v profilu nad, tedy na začátku sledovaného úseku. V profilu pod byly koncentrace NL 105°C nejen obecně nižší, ale také méně rozkolísané. Hodnoty CHSK_{Mn} byly v profilu pod obecně nižší než nad, v průměru o 2,1 mg l⁻¹; bilančně se jednalo ale ve sledovaných dnech naopak o 10% nárůst.

Koncentrace Fe celk se vyznačovala značnými výkyvy, které většinou kopírovaly výkyvy NL 105°C. To odpovídá předpokladu, že Fe je ve své většině vázáno na povrch unášených částic.



Graf č. 17 a 18: Zálužský potok – průběh koncentrací CHSK_{Mn} a NL 105°C. Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v mg l⁻¹.



Graf č. 19 a 20: Zálužský potok – průběh koncentrací Fe Vlevo nad a vpravo pod mokřadem. Údaje v g l⁻¹.

4 Diskuse

4.1 Chování sledovaných lokalit

4.1.1 Mokřad na Lučním potoce

Mokřad na Lučním potoce fungoval částečně jako rybník a nepřijímal kromě sledováním zachyceného přítoku významnější množství infiltrující mělké podzemní vody. Voda se tedy při průchodu mokřadem ohřívala, čímž byly stimulovány biologické procesy přeměňující látkové toky. Hydrologicky bylo monitoringem zachyceno nepříliš vodné období suchého roku 2016, nicméně získaná data naznačují, že mokřad fungoval jako prvek vyrovnávající průtoky, a to především zřejmě díky možnosti značného rozlivu už při malém zvýšení hladiny.

Objem vody v mokřadu sice není znám, ale pokud budeme uvažovat průměrnou hloubku mezi 0,5 a 1,0 m, pak se jedná zhruba o 45-90 tis. m³ vody. Při průtocích, které byly naměřeny (na přítoku 3,6-156 l s⁻¹) tak lze odhadnout dobu zdržení vody v mokřadu zhruba na 5-200 dní, v průměru za všechny monitorované dny pak cca 70 dní. Tato hodnota je velmi významná z pohledu probíhajících sedimentačních a biologických procesů.

Voda mokřadu byla silně úživná (eutrofní) s vysokou biomasou fytoplanktonu (až 400 µg l⁻¹ chlorofylu a), takže v průběhu vegetační sezóny byl celý ekosystém zásobován kyslíkem vyprodukovaným fotosyntézou, takže ho byl dostatek k oxidaci N-NH₄ (nitrifikace). Zároveň byl ale v odtékající vodě zvýšený obsah organických látek (CHSK_{Mn}).

Na fungování mokřadu se zřejmě hodně podílela rybí obsádka. O stavu rybí obsádky sice nebyly k dispozici žádné údaje, ale jednak byla voda trvale se zeleným vegetačním zákalem fytoplanktonu, což je typické pro rybníky s vyšší hustotou ryb, a jednak byla odtékající voda podstatně bohatší na nerozpuštěné látky než voda přitékající. Právě zvýšený zákal zvířenými částicemi sedimentu je dalším důkazem přítomnosti bentofágních druhů ryb jako je kapr obecný (*Cyprinus carpio*) nebo cejn velký (*Abramis brama*). Tyto ryby svou aktivitou sice na jedné straně kvalitu odtékající vody zhoršují (zvýšený obsah NL 105°C, zvýšená koncentrace organických látek CHSK_{Mn} a také poměrně vysoký obsah P celkového a Fe – obojí vázané na zvířené partikule), ale na druhé

straně podporují neustálým přerýváním (tzv. bioturbace) mineralizaci sedimentu, takže dochází k účinnému zadržování $P-PO_4$, k účinné nitrifikaci i denitrifikaci, tedy k odstraňování sloučenin N - zadrženo bylo v době sledování asi 4 kg N celk za den. Odstraňování sloučenin N z vody, která odtéká ze zemědělské krajiny, je jistě pozitivní skutečnost.

Zjištěná retence sloučenin fosforu, které do mokřadu přitékaly Lučním potokem, byla zjištěna v úrovni 25%. Podle vztahu pro retenci P ve vodních nádržích (Hejzlar et al., 2008) by sledovaný mokřad měl zachytit asi 45% vstupujícího P. Snížená účinnost byla v případě Lučního potoka zřejmě způsobena příliš vysokou aktivitou rybí obsádky, kdy docházelo k víření již usazeného materiálu (bahno), takže z mokřadu ve zvýšené míře unikaly jak NH_4^+ , tak ale také na ně vázané sloučeniny P.

4.1.2 Zálužský potok

V případě Zálužského potoka byly vlastně sledovány nejen samočisticí procesy probíhající přímo v korytě potoka, ale také – pravděpodobně malý – vliv bočního mokřadu, kterým malá část vody také protékala. Významný byl také vliv infiltrujiící mělké podzemní vody z okolních mírně svažitéch zemědělsky využívaných pozemků. Koryto Zálužského potoka je v celé sledované trase antropogenně degradované – napřímené a značně zahloubené, cca 2m pod terénem, takže slouží jako drenáž, do níž se stahuje mělká podzemní voda. To se projevilo tím, že v rámci sledovaného úseku se zvýšil průtok vody v průměru zhruba o 40%. Tím bylo ukázáno, jak efektivně přichází zahloubením koryta malého vodního toku zemědělská krajina o vláhu.

Infiltrujiící podzemní voda, která se projevovala např. i snížením teploty vody v potoce, měla zásadní vliv na chemismus Zálužského potoka především vnosem $N-NO_3$. Nebylo proto možné spolehlivě vyhodnotit ovlivnění látkové bilance dusíku samočisticími procesy. Pokud bychom hodnotili sledovaný úsek potoka pouze na základě koncentrací, bylo by obtížné vyrovnat se nejen se vnosem látek, ale také s vlivem naředění.

Zásadním faktorem, který ovlivňoval vlastnosti vody ve sledované lokalitě, byly bodové zdroje v povodí Zálužského potoka: obec Hoříkovice, kde je lokalizován i objekt živočišné výroby, a pravděpodobně i obec Kotovice a Záluží. Tento vliv se projevoval zejména na začátku sledovaného úseku potoka výrazně zvýšenými koncentracemi $N-NH_4$ a zároveň také $P-PO_4$, P celk a $CHSK_{Mn}$. V Zálužském potoce pak docházelo k transformaci

vneseného znečištění, a to především ve smyslu snížení vysokých maxim. V rámci sloučenin N byly intenzivní přeměny (nitrifikace a denitrifikace) indikovány zvýšeným obsahem N-NO₂, který je jakýmsi mezistupněm. Data získaná v koncovém profilu ukazují na to, že vstup znečištění do potoka byl zřejmě epizodický (čerpání či přetečení jímky, proplach srážkovou vodou za deště, apod.) – několikrát byly totiž na konci sledovaného úseku zjištěny vyšší koncentrace zejména N-NH₄, než v úseku počátečním. Zřejmě došlo k tomu, že látková vlna znečištění už horním profilem prošla a dolním v době odběru vzorků teprve procházela.

Ve sledovaném úseku Zálužského potoka docházelo ke snížení obsahu NL 105°C, a to patrně jejich zachycením v zarostlých partiích koryta toku.

4.2 Praktický význam zjištěných skutečností

Přestože sledování v rámci předkládané DP zachytilo pouze část vegetačního období, je zřejmé, že samočistící procesy, projevující se zejména odstraňováním sloučenin fosforu a dusíku, mohou mít velký význam. To se týká zejména zemědělské krajiny s drobnými sídly, kde nejsou odpadní vody řešeny technicky vyspělým způsobem. Otázce retence živin (polo)přírodními způsoby není, podle mého názoru, stále věnována u nás dostatečná pozornost, ačkoli problematika snižování eutrofizace je pořád velmi aktuální.

Pokorný tvrdí (Pokorný et. al), že rybníky a mokřady jsou podle něho považované za řízené ekosystémy. Podaří-li se nastavit rovnováhu mezi přísunem živin (především fosforem) a produkcí (tj. zpětné vynesení fosforu z rybníčního ekosystému), pak rybníky a mokřady budou poskytovat kromě produkce i ostatní ekologické funkce.

Je zřejmé, že na účinnost samočistících procesů mají vliv také organismy, které v mokřadu žijí. To se týká zejména rybí obsádky, která tvoří vrchol potravního řetězce, a tedy ovlivňuje všechny nižší články v daném ekosystému. Pro silně zatěžovaný vodní ekosystém je třeba rybí obsádka hustší. Příliš hustá rybí obsádka, zejména taková, kde převažují ryby ryjící ve dně, však kromě obecně pozitivního vlivu může kvalitu odtékající vody i zhoršovat. Jak píše ve své práci o využívání biologických rybníků (Duras J. et. al) pro správné provozování by také doporučili silnou rybí obsádku kapra (včetně možnosti

jejího přikrmování), která zlikviduje dominanci velkých perlooček a umožní rozvoj fytoplanktonu, hlavního zdroje kyslíku pro napjatý O₂ režim. Kapr zároveň rytím stimuluje mineralizační procesy v organicky bohatých sedimentech, čímž přispívá ke stabilizaci kyslíkových poměrů.

V případě mokřadu na Lučním potoce by ke zvýšení účinnosti zadržování fosforu zřejmě vedla regulace hustoty rybí obsádky – snížení množství bentofágních ryb by omezilo únik částic bahna a na ně vázaných živin.

V případě Zálužského potoka sledování odhalilo špatné nakládání s odpadními vodami, a to velmi pravděpodobně v obci Hoříkovice, možná v objektu živočišné výroby. Tato skutečnost by měla být prověřena správcem povodí (státní podnik Povodí Vltavy).

Na Zálužském potoce leží dva mokřady – jeden v rámci sledovaného úseku a druhý níže na toku. Oba mokřady jsou ale vůči korytu potoka boční, tedy neprůtočné. Proto nemůže být ani využito potenciálu samočisticí kapacity. Regulované koryto bylo zahloubeno a mokřady byly od potoka odděleny násypem zeminy. Absence přitékající vody je negativní vliv také pro celkový vývoj obou mokřadů, kde cenná mokřadní vegetace přerůstá vegetací ruderální a kde jsou v polosuché rákosině hnízdící ptáci, zejména moták rákosní, vystaveni snadné predaci např. lišky nebo kuny. Navrhuji proto oba mokřady znovu zprůtočnit. Tohoto zprůtočnění jsem chtěl docílit už v rámci DP, ale vzhledem k dlouhému a nepružnému projednávání na úřadech k této aktivitě nedošlo.

5 Závěr

V této diplomové práci na téma Transformace živin v přirozených mokřadech na Zálužském a Lučním potoce jsem vyhodnotil látkové pochody, probíhající v mokřadních společenstvech a vyzdvihnul jejich ekologický, samočistící a retenční význam.

V metodické části jsem charakterizoval povodí vybraných vodních toků za použití odborné literatury po stránce geografické, geologické, klimatické, hydrologické, fytoecologické a botanické, přičemž jsem následně využil těchto dat k dalšímu monitorování.

Nesmírným přínosem pro má pozorování byly mé znalosti, získané nejen na vysoké škole, ale hlavně v praxi u Povodí Vltavy s.p., kde jsem dříve pracoval jako poříčný. Pro svá pozorování jsem si po monitoringu, konzultovaným s RNDr. Jindřichem Durasem, PhD. zvolil dva nenápadné, drobné vodní toky se zajímavými profily, přičemž za stěžejní jsem pokládal revitalizaci zanikajícího mokřadu na Zálužském potoce (obr. 11, 22 a 23), ve které pokračuji i nadále za podpory ZO ČSOP Rokycany, které jsem členem. Bohužel prozatím tato aktivita vážne na pomalé komunikaci s vodoprávním úřadem a odborem životního prostředí příslušné ORP ve Stodě.

Výsledky rozborů jsem porovnával a dospěl k závěru, že mokřady jsou funkčními transformátory vod, kontaminovaných odpadními vodami z lidských sídel a jsou schopny zadržet a přeměnit nezanedbatelné množství fosforečných, dusíkatých aj. látek, jakožto i poskytnout útočiště mnoha druhům živočichů a rostlin (obrazová příloha). Množství a koncentrace látek vstupujících do vodních toků je přímo úměrná intenzitě zemědělského hospodaření a momentálnímu úhrnu srážek. Dále je zřetelný úbytek vody při prostupování mokřadem, způsobené odparem a transpirací rostlinami do ovzduší, přesně tak, jak říká ve své práci (Geiger et.al). Mokřad vyrovnává extrémní místního klimatu krátkým oběhem vody - výpar z vodní plochy a evapotranspirace litorální vegetací s následnou kondenzací vodní páry v chladné atmosféře nebo na chladných plochách při zemi.

Na základě mého výzkumu se potvrdila hypotéza, že mokřady jsou schopny nejen zadržovat vodu v krajině, ale i sedimentovat a odbourávat chemické látky z povrchových vod, zejména pak fosfor a dusík. Podle mého pozorování add. Tab. 1 – 4 a 9 – 12 prokazují zásadní transformaci N a P látek ve sledovaných mokřadech. Ta je přímo závislá na

objemu průtoku, respektive na množství srážkové aktivity za dané období. To je přímo úměrné úhrnu srážek, v závislosti na něm splachování živin z polí a zvýšenému přísunu živin z odpadních vod obcí.

Zvýšené koncentrace látek zřetelně poukázali na nedostatečné, resp. žádné hospodaření s odpadními vodami v obcích, kterými zmiňované toky protékají a na neekologický přístup zemědělských subjektů v rostlinné i živočišné výrobě, kdy se stávají významnými zdroji znečištění. Odpadní látky se infiltrují i do mělkých podzemních vod. Krajina je vlivem antropogenní činnosti poškozená a degradací vodních toků, v podobě zahloubených a napřímených koryt dochází k rychlému odvodňování okolních lokalit.

6 Použitá literatura

Allan J.D. 1995, *Stream ecology, Structure and function of running waters*, Springer, 399 pp.

Aomine, S., 1962: *A review of research on redox potentials of paddy soils in Japan*. Soil Sci. 94, 6.

Armstrong, J., Armstrong, W., 1990. *Light enhanced convective through-flow increases oxygenation in rhizomes of Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.* New Phytol. 114, 121.

Armstrong J., Armstrong, W. 1991. *A convective through-flow of gases in Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.*, Aquat. Bot. 39: 75.

Bragazza L., Limpens J., Gerdol R., Grosvernier P., Hájek M., Hájek T., Hájková P., Hansen I., Iacumin P., Kutnar L., Rydin H., Tahvanainen T. (2005), *Nitrogen concentration and $\delta^{15}N$ signature of ombrotrophic Sphagnum mosses at different N deposition levels in Europe*. Global Change Biology, 11, 106-114 pp. Doksy (2003).

Brůček, P. (2012): *Přirozený mokřad - Zadní Chodov*. – Občasník Diamo, 17, 8, 2-3. Liberec.

Cooper, P.F., Findlater, B.C., Eds., 1990. Sborník konf. *Constructed Wetlands in Water Pollution Control* In: Vymazal J. (Ed.). *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. ENVI s.r.o., Třeboň, 146.

Duras J., Marcel M., Šebesta V., 2017. *Pelhřimov – bilance velkého bodového zdroje v povodí VN Švihov a vliv opatření na biologických rybnících*. Vodárenská biologie 2017, 1. a 2. února 2017 v Praze

Environmental Laboratory, 1987. *Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual*. Tech. Rept. Y-87-1, us Army Engineer Waterways Experimental Station, Vicksburg, Mississippi.

Faulkner, S.P., Richardson, C.J., 1989. *Physical and chemical characteristic of freshwater wetland soils* In: Vymazal J. (Ed.): *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. ENVI s.r.o. Třeboň, 146

Gopal, B., Květ, J., Löffler, H., Masing, V., Patten, B.C., 1990. *Definition and classification*. Ve sborníku *Wetlands and shallow continental water bodies*. SPB Academic publishing by The Hague. The Netherlands. 1. 9-15.

Geiger, R., Aron R.H., Todhunter P., 2009. *The Climate near the Ground*, 7th ed. 642 pp.- Rowman and Littlefield Publishers, Inc., Lanham, USA.

- Hammer, A.D.** 1989. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. Sborník konf., Lewis Publishers, Chelsea, Michigan.
- Hejzlar J.**, Jiří Žaloudík J., Jindřich Duras J., Blanka Staňková B., Rostislav Mivalt R. (2008) *Vliv rybářského obhospodařování rybníků na jakost vody ve vodárenské nádrži mostišť*. Sborník konference Vodárenská biologie 29.1.-30.1.2008 Praha
- Hudec, K.**, Husák, Š., Janda, J., Pellantová, J. (eds.) 1995: *Mokřady České republiky*. Český ramsarský výbor, Třeboň, p. 47.
- Chytil J.**, Hakrová, P.; Hudec, K. (eds.) et al. 1999. *Mokřady České republiky*: str. 15
- Just, T.** 2005 Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění před povodněmi. AOPK, MŽp, Praha
- Lellák J. & Kubiček F.** 1992, *Hydrobiologie*, str. 50-52 pp., 80 pp., Karolinum, Praha
- Lindsay W. L., Vlek P. L. G., Chien S. H.** (1989), *Phosphate minerals*. In“ Dixon JB, Weed SB (eds) *Minerals in soil environments*, 2nd edn., Soil Science Society of America, Madison, 1089-1130 pp.
- Mitsch, W., Gosselink J.G.**, 1986. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold Copany Inc. 537.
- Orme, A.R. (1990): *Wetland morphology, hydrodynamice and sedimentation*. In: Williams M. (Ed): *Wetlands: A Threatened Landscape*, Basil Blackwell, Oxford, 42.
- Mitsch, W.J., Gosselink, J.G.**, 2000. *Wetlands*. John Wiley & Sons, Inc. Ohio, USA. 920.
- Pokorný, J.** Lhotský, P. (2006) *Význam mokřadů pro ovlivňování vodní bilance krajiny*. Vod. hospod., Praha, č. 2., s. 31-33.
- Mlejnská, Eva; Rozkošný, Miloš; Baudišová, Dana; Váňa, Miroslav; Wanner, Filip; Kučera, Jiří.** 2009. *Extenzivní způsoby čištění odpadních vod*. Praha : Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, s. 119
- Příkryl, I.** 2011 Louže, tůně, jezera. IN Kleczek, J. ed. *Voda ve vesmíru, na zemi, v životě a v kultuře*. Praha: Radioservis. s. 255–279.
- Pokorný, J.**, Květ, J, in press, *Fishponds in the Czech Republic*, *Wetland Encyclopedia*, Springer, ed. M. Finlayson
- Reddy K. R.**, Patrick W.H., Lindau C.W. Nitrification – Demitritification at the Plant Root-Sediment Interface in Wetlands. *Limnology and oceanography*, 1989, Vol 34, s.1004 -1013. Tanner Chris C, Joachim D., McBride.
- Schlesinger W. H.** (1997), *Biogeochemistry: an analysis of global change*. 2nd edn. Academic, New York.
- Stepnievski, W. a Glinski, J.**, 1988: *Gas exchange and atmospheric properties of flooded soils*. In *the ecolgy and Management of Wetlands*, Part 1. Ecology of Wetlands, Hook, D.D. et al., Eds., Timber Press, Portland, Kreton, 269
- Stevenson R. J.**, Bothwell M. L., Lowe R. L. (eds) (1996), *Algal ecology, freshwater bentic ecosystems*, Academic press, 753 pp.

- Stumm, W., Morgan, J.J., 1970.** *Aquatic Chemistry. An Introduction Emphasizing Chemical Equilibria in Natural Waters.* Wiley-Interscience, New York.
- Štěpánek M. & Červenka R. 1974,** *Problémy eutrofizace v praxi,* Avicenum, Praha, 231 pp.
- Vitousek, P.M. & Horwath, R.W. 1991,** *Nitrogen limitation on land and in the sea: how can it occur?,* Biogeochemistry, 13, 87-115 pp.
- Vitt D. H., Suzanne E. B., Tai-Long J. 1995,** *Seasonal variation in water chemistry over a bog-rich fen gradient in Continental Western Canada,* Department of Botany, The University of Alberta, Edmonton, AB T6G 2E9, Canada, Sci., 52, 587-606 pp.
- Vymazal, J., 1995.** *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách,* ENVI Třeboň, 147.
- Vymazal, J., 2005.** *Removal of heavy metals in horizontal sub-surface flow constructed wetland.* Journal of environmental science and health part a toxic/hazardous substances & environmental engineering. 40 (6-7): 1369-1379.
- Walbridge R. M. & Navaratnan J. A. 2006,** *Phosphorous in Boreal Peatlands,* Wieder R. K., Vitt D. H. (eds.), Boreal Peatland Ecosystems, Springer, 233-255 pp.
- Zuna, 1999** *Studie Zálužský potok.*

7 Přílohy

7.1 Tabulky

Tab. č. 1: Luční potok – průběh koncentrací nad mokřadem

Datum odběru	CHSK _{Mn}	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk	Fe celk	Q
	<i>kg den⁻¹</i>									<i>m³.den⁻¹</i>
2.8.16	39,1	84,0	6,30	0,462	0,92	16,80	0,756	1,512	3,32	4199,0
8.8.16	27,3	50,5	5,05	0,131	0,04	8,02	0,357	0,743	2,32	2972,2
15.8.16	7,6	13,4	2,30	0,017	0,04	3,64	0,211	0,336	0,48	959,0
22.8.16	8,1	14,5	2,90	0,017	0,04	3,79	0,290	0,457	0,49	1114,6
29.8.16	11,9	15,1	3,98	0,058	0,17	6,12	0,703	1,223	0,46	1529,3
5.9.16	3,5	3,5	0,44	0,008	0,01	1,19	0,103	0,147	0,10	397,4
13.9.16	2,0	2,2	0,47	0,007	0,02	0,81	0,104	0,131	0,06	337,0
26.9.16	2,2	10,0	1,34	0,008	0,01	1,87	0,131	0,171	0,07	311,0
3.10.16	2,6	2,1	0,52	0,003	0,01	0,90	0,121	0,166	0,09	345,6
17.10.16	5,2	17,7	1,28	0,006	0,03	2,13	0,099	0,170	0,46	708,5
23.10.16	5,0	4,0	1,70	0,009	0,02	2,20	0,142	0,220	0,18	708,5
30.10.16	8,3	5,6	2,59	0,009	0,05	3,46	0,284	0,408	0,26	1235,5
6.11.16	13,4	43,9	4,65	0,178	1,96	16,02	0,543	0,801	1,29	2583,4
13.11.16	56,6	31,4	20,67	0,234	1,08	26,96	1,078	1,797	1,98	8985,6
20.11.16	84,9	68,7	29,65	0,364	1,21	41,78	1,200	2,157	3,77	13478,4
27.11.16	7,8	4,0	4,82	0,064	0,08	5,75	0,482	0,575	0,30	1555,2
4.12.16	7,6	6,6	7,30	0,041	0,60	11,54	0,949	1,300	0,41	1460,2
prům. celk	17,25	22,20	5,64	0,095	0,37	9,00	0,444	0,724	0,94	2522,372

Tab. č. 2: Luční potok - průběh koncentrací pod mokřadem

Datum odběru	CHSK Mn	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk.	Fe celk.	Q
	<i>kg den⁻¹</i>									<i>m³.den⁻¹</i>
2.8.16	95,9	420,6	2,95	0,332	0,37	17,71	0,598	2,730	9,59	7378,6
8.8.16	80,6	376,2	1,56	0,177	0,08	9,14	0,091	1,558	8,06	5374,1
15.8.16	11,5	63,9	0,06	0,002	0,01	1,41	0,017	0,256	0,90	639,4
22.8.16	8,9	42,3	0,11	0,001	0,01	0,89	0,014	0,241	0,64	423,4
29.8.16	4,0	16,7	0,02	0,001	0,01	0,38	0,010	0,125	0,24	198,7
5.9.16	4,0	15,1	0,02	0,000	0,00	0,44	0,006	0,119	0,32	198,7
13.9.16	4,5	24,2	0,02	0,000	0,00	0,62	0,006	0,131	0,43	172,8
26.9.16	5,1	4,9	0,02	0,001	0,00	0,56	0,007	0,075	0,28	233,3
3.10.16	7,4	22,3	0,04	0,001	0,01	0,64	0,011	0,135	0,43	354,2
17.10.16	8,0	29,0	0,19	0,014	0,03	1,16	0,006	0,123	0,45	725,8
23.10.16	8,3	29,3	0,58	0,023	0,01	1,50	0,019	0,173	0,51	751,7
30.10.16	18,1	60,9	0,65	0,031	0,06	2,46	0,032	0,272	0,97	1296,0
6.11.16	15,6	62,3	0,74	0,033	0,06	2,98	0,031	0,383	1,22	1417,0
13.11.16	28,5	65,0	6,86	0,170	1,05	11,92	0,238	0,722	1,88	3611,5
20.11.16	55,0	127,0	14,39	0,347	1,69	21,17	0,627	1,439	4,57	8467,2
27.11.16	10,5	38,8	3,72	0,063	0,11	5,01	0,147	0,291	1,13	1615,7
4.12.16	9,4	15,1	4,00	0,074	0,57	7,38	0,231	0,400	0,62	1537,9
prům. celk	22,08	83,16	2,11	0,075	0,24	5,02	0,123	0,540	1,90	2023,285

Tab. č. 3: Luční potok nad mokřadem – průtok vody a látková množství přepočtená na jeden odběrový den

Datum odběru	CHSK _{Mn}	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk	Fe celk	Q
	<i>kg den⁻¹</i>									<i>m³.den⁻¹</i>
2.8.16	39,1	84,0	6,30	0,462	0,92	16,80	0,756	1,512	3,32	4199,0
8.8.16	27,3	50,5	5,05	0,131	0,04	8,02	0,357	0,743	2,32	2972,2
15.8.16	7,6	13,4	2,30	0,017	0,04	3,64	0,211	0,336	0,48	959,0
22.8.16	8,1	14,5	2,90	0,017	0,04	3,79	0,290	0,457	0,49	1114,6
29.8.16	11,9	15,1	3,98	0,058	0,17	6,12	0,703	1,223	0,46	1529,3
5.9.16	3,5	3,5	0,44	0,008	0,01	1,19	0,103	0,147	0,10	397,4
13.9.16	2,0	2,2	0,47	0,007	0,02	0,81	0,104	0,131	0,06	337,0
26.9.16	2,2	10,0	1,34	0,008	0,01	1,87	0,131	0,171	0,07	311,0
3.10.16	2,6	2,1	0,52	0,003	0,01	0,90	0,121	0,166	0,09	345,6
17.10.16	5,2	17,7	1,28	0,006	0,03	2,13	0,099	0,170	0,46	708,5
23.10.16	5,0	4,0	1,70	0,009	0,02	2,20	0,142	0,220	0,18	708,5
30.10.16	8,3	5,6	2,59	0,009	0,05	3,46	0,284	0,408	0,26	1235,5
6.11.16	13,4	43,9	4,65	0,178	1,96	16,02	0,543	0,801	1,29	2583,4
13.11.16	56,6	31,4	20,67	0,234	1,08	26,96	1,078	1,797	1,98	8985,6
20.11.16	84,9	68,7	29,65	0,364	1,21	41,78	1,200	2,157	3,77	13478,4
27.11.16	7,8	4,0	4,82	0,064	0,08	5,75	0,482	0,575	0,30	1555,2
4.12.16	7,6	6,6	7,30	0,041	0,60	11,54	0,949	1,300	0,41	1460,2
prům. celk	17,25	22,20	5,64	0,095	0,37	9,00	0,444	0,724	0,94	2522,372

Tab. č. 4: Luční potok pod mokřadem – průtok vody a látková množství přepočtená na jeden odběrový den

Datum odběru	CHSK Mn	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk.	Fe celk.	Q
	<i>kg den⁻¹</i>									<i>m³.den⁻¹</i>
2.8.16	95,9	420,6	2,95	0,332	0,37	17,71	0,598	2,730	9,59	7378,6
8.8.16	80,6	376,2	1,56	0,177	0,08	9,14	0,091	1,558	8,06	5374,1
15.8.16	11,5	63,9	0,06	0,002	0,01	1,41	0,017	0,256	0,90	639,4
22.8.16	8,9	42,3	0,11	0,001	0,01	0,89	0,014	0,241	0,64	423,4
29.8.16	4,0	16,7	0,02	0,001	0,01	0,38	0,010	0,125	0,24	198,7
5.9.16	4,0	15,1	0,02	0,000	0,00	0,44	0,006	0,119	0,32	198,7
13.9.16	4,5	24,2	0,02	0,000	0,00	0,62	0,006	0,131	0,43	172,8
26.9.16	5,1	4,9	0,02	0,001	0,00	0,56	0,007	0,075	0,28	233,3
3.10.16	7,4	22,3	0,04	0,001	0,01	0,64	0,011	0,135	0,43	354,2
17.10.16	8,0	29,0	0,19	0,014	0,03	1,16	0,006	0,123	0,45	725,8
23.10.16	8,3	29,3	0,58	0,023	0,01	1,50	0,019	0,173	0,51	751,7
30.10.16	18,1	60,9	0,65	0,031	0,06	2,46	0,032	0,272	0,97	1296,0
6.11.16	15,6	62,3	0,74	0,033	0,06	2,98	0,031	0,383	1,22	1417,0
13.11.16	28,5	65,0	6,86	0,170	1,05	11,92	0,238	0,722	1,88	3611,5
20.11.16	55,0	127,0	14,39	0,347	1,69	21,17	0,627	1,439	4,57	8467,2
27.11.16	10,5	38,8	3,72	0,063	0,11	5,01	0,147	0,291	1,13	1615,7
4.12.16	9,4	15,1	4,00	0,074	0,57	7,38	0,231	0,400	0,62	1537,9
prům. celk	22,08	83,16	2,11	0,075	0,24	5,02	0,123	0,540	1,90	2023,285

Tab. č. 5 a 6: Luční potok – transformace látkových toků mokřadem v jednotlivých odběrových dnech. Znaménkem mínus „-“ je vyjádřeno zadržení látek v mokřadu, kladná čísla znamenají uvolnění látek do odtoku. Roční bilance je vyčíslena pouze orientačně (x365 dní)

Luční potok: látková bilance (v kg.den ⁻¹)									
Datum	CHSK _{Mn}	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk	Fe celk
2.8.16	56,9	336,6	-3,35	-0,130	-0,55	0,91	-0,158	1,218	6,27
8.8.16	53,3	325,7	-3,49	0,047	0,04	1,11	-0,265	0,815	5,74
15.8.16	3,9	50,5	-2,24	-0,016	-0,03	-2,24	-0,194	-0,080	0,42
22.8.16	0,8	27,8	-2,79	-0,016	-0,04	-2,90	-0,276	-0,216	0,14
29.8.16	-8,0	1,6	-3,96	-0,057	-0,16	-5,74	-0,694	-1,098	-0,22
5.9.16	0,5	11,6	-0,42	-0,007	0,00	-0,76	-0,097	-0,028	0,21
13.9.16	2,5	22,0	-0,45	-0,007	-0,01	-0,19	-0,098	0,000	0,37
26.9.16	2,9	-5,1	-1,31	-0,008	-0,01	-1,31	-0,123	-0,096	0,21
3.10.16	4,9	20,2	-0,48	-0,003	-0,01	-0,26	-0,110	-0,031	0,34
17.10.16	2,7	11,3	-1,09	0,008	0,00	-0,96	-0,093	-0,047	-0,01
23.10.16	3,2	25,3	-1,12	0,014	-0,01	-0,69	-0,123	-0,047	0,33
30.10.16	9,9	55,4	-1,95	0,022	0,02	-1,00	-0,252	-0,136	0,71
6.11.16	2,2	18,4	-3,91	-0,146	-1,91	-13,04	-0,511	-0,418	-0,07
13.11.16	-28,1	33,6	-13,80	-0,064	-0,03	-15,04	-0,840	-1,075	-0,10
20.11.16	-29,9	58,3	-15,26	-0,017	0,48	-20,62	-0,573	-0,717	0,80
27.11.16	2,7	34,7	-1,11	-0,001	0,04	-0,75	-0,335	-0,285	0,84
4.12.16	1,8	8,5	-3,30	0,033	-0,03	-4,15	-0,718	-0,900	0,21
prům	4,4	61,0	-3,53	-0,020	-0,13	-3,98	-0,321	-0,185	0,95
kg za rok	1605	22251	-1289	-7,4	-48	-1452	-117	-67	348

Luční potok: retenční látek (%)									
Datum	CHSK _{Mn}	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk	Fe celk
2.8.16	146	401	-53	-28	-60	5	-21	81	189
8.8.16	195	645	-69	36	81	14	-74	110	248
15.8.16	52	376	-97	-91	-75	-61	-92	-24	87
22.8.16	9	192	-96	-94	-86	-77	-95	-47	29
29.8.16	-67	10	-100	-98	-95	-94	-99	-90	-48
5.9.16	15	337	-95	-93	-50	-63	-94	-19	208
13.9.16	122	1005	-96	-94	-85	-23	-94	0	612
26.9.16	129	-51	-98	-93	-63	-70	-94	-56	329
3.10.16	191	942	-93	-74	-62	-29	-91	-19	373
17.10.16	52	64	-85	143	2	-45	-94	-27	-2
23.10.16	64	626	-66	153	-47	-32	-87	-21	189
30.10.16	119	996	-75	260	31	-29	-89	-33	275
6.11.16	16	42	-84	-82	-97	-81	-94	-52	-6
13.11.16	-50	107	-67	-27	-3	-56	-78	-60	-5
20.11.16	-35	85	-51	-5	40	-49	-48	-33	21
27.11.16	35	859	-23	-1	45	-13	-70	-49	283
4.12.16	24	129	-45	81	-5	-36	-76	-69	50
prům	60	398	-76	-6	-31	-43	-82	-24	167
prům. cell	28	275	-63	-21	-35	-44	-72	-25	101

Tab. č. 7: Zálužský potok - průběh koncentrací nad mokřadem

Datum odběru	CHSK _{Mn}	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk	Fe celk	Q
	<i>kg den⁻¹</i>									<i>m³.den⁻¹</i>
2.8.16	3,59	1,66	0,54	0,036	0,07	1,33	0,133	0,166	0,07	552,96
8.8.16	3,63	2,75	0,52	0,030	0,02	0,98	0,098	0,150	0,07	518,4
15.8.16	0,86	1,15	0,26	0,018	0,06	0,50	0,032	0,046	0,04	138,24
22.8.16	0,83	0,81	0,15	0,025	0,02	0,29	0,039	0,051	0,03	120,96
29.8.16	5,29	6,17	0,16	0,106	9,99	12,93	0,793	1,175	0,05	293,76
5.9.16	0,40	0,19	0,04	0,021	0,15	0,27	0,037	0,048	0,01	43,2
13.9.16	0,41	0,19	0,05	0,009	0,00	0,11	0,031	0,057	0,01	51,84
26.9.16	1,58	1,53	0,33	0,023	0,01	0,54	0,056	0,079	0,03	207,36
3.10.16	0,48	1,45	0,08	0,008	0,01	0,16	0,020	0,030	0,03	69,12
17.10.16	1,23	0,72	0,46	0,027	0,04	0,75	0,037	0,054	0,04	267,84
23.10.16	3,37	7,60	0,81	0,038	0,20	1,33	0,057	0,124	0,16	475,2
30.10.16	2,12	2,05	0,56	0,047	0,22	1,03	0,056	0,090	0,06	311,04
6.11.16	4,22	10,83	0,91	0,050	0,35	1,71	0,086	0,160	0,33	570,24
13.11.16	8,36	8,36	3,95	0,059	0,30	5,78	0,102	0,213	0,29	1520,64
20.11.16	35,59	84,29	23,41	0,375	0,80	30,91	0,417	0,796	2,25	4682,88
27.11.16	4,00	3,77	2,77	0,074	0,47	3,77	0,108	0,131	0,13	768,96
4.12.16	2,84	3,70	1,66	0,023	0,09	2,30	0,034	0,064	0,13	535,68
prům. celk	4,64	8,07	2,16	0,057	0,75	3,80	0,126	0,202	0,22	654,6071

Tab. č. 8: Zálužský potok - průběh koncentrací pod mokřadem

Datum odběru	CHSK Mn	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk.	Fe celk.	Q
	<i>kg den⁻¹</i>									<i>m³.den⁻¹</i>
2.8.16	1,33	1,53	0,31	0,027	0,06	0,62	0,054	0,075	0,05	207,36
8.8.16	1,58	1,22	0,49	0,006	0,00	0,67	0,054	0,078	0,07	259,20
15.8.16	2,25	2,87	0,34	0,048	0,07	0,76	0,090	0,121	0,07	345,60
22.8.16	1,53	1,31	0,70	0,004	0,00	0,90	0,067	0,093	0,13	319,68
29.8.16	1,10	1,35	0,67	0,005	0,29	0,99	0,058	0,058	0,04	224,64
5.9.16	0,51	0,62	0,28	0,004	0,01	0,39	0,025	0,030	0,03	112,32
13.9.16	0,53	1,48	0,56	0,002	0,00	0,64	0,030	0,033	0,05	155,52
26.9.16	1,45	1,35	1,01	0,004	0,01	1,21	0,047	0,064	0,07	336,96
3.10.16	1,07	1,61	0,44	0,005	0,00	0,62	0,033	0,044	0,05	181,44
17.10.16	1,49	1,23	1,05	0,011	0,01	1,27	0,044	0,069	0,07	362,88
23.10.16	8,54	9,19	3,15	0,098	2,76	6,96	0,171	0,328	0,49	1313,28
30.10.16	3,55	3,21	2,05	0,063	0,89	3,34	0,150	0,225	0,16	682,56
6.11.16	3,77	6,01	1,92	0,051	0,34	2,75	0,064	0,115	0,17	639,36
13.11.16	10,71	7,07	6,43	0,054	0,15	8,14	0,148	0,279	0,39	2142,72
20.11.16	38,34	35,61	30,13	0,383	1,42	39,44	0,657	1,096	2,85	5477,76
27.11.16	5,81	3,95	5,31	0,086	0,17	6,18	0,136	0,161	0,17	1235,52
4.12.16	3,38	1,92	2,61	0,027	0,11	3,69	0,056	0,085	0,08	768,96
prům. celk	5,11	4,80	3,38	0,052	0,37	4,62	0,111	0,174	0,29	868,5741

Tab. č. 9: Zálužský potok nad mokřadem – průtok vody a látková množství přepočtená na jeden odběrový den

Zálužský potok nad mokřadem										
Datum odběru	CHSK _{Mn}	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk	Fe celk	Q
kg den ⁻¹										m ³ .den ⁻¹
2.8.16	3,59	1,66	0,54	0,036	0,07	1,33	0,133	0,166	0,07	552,96
8.8.16	3,63	2,75	0,52	0,030	0,02	0,98	0,098	0,150	0,07	518,4
15.8.16	0,86	1,15	0,26	0,018	0,06	0,50	0,032	0,046	0,04	138,24
22.8.16	0,83	0,81	0,15	0,025	0,02	0,29	0,039	0,051	0,03	120,96
29.8.16	5,29	6,17	0,16	0,106	9,99	12,93	0,793	1,175	0,05	293,76
5.9.16	0,40	0,19	0,04	0,021	0,15	0,27	0,037	0,048	0,01	43,2
13.9.16	0,41	0,19	0,05	0,009	0,00	0,11	0,031	0,057	0,01	51,84
26.9.16	1,58	1,53	0,33	0,023	0,01	0,54	0,056	0,079	0,03	207,36
3.10.16	0,48	1,45	0,08	0,008	0,01	0,16	0,020	0,030	0,03	69,12
17.10.16	1,23	0,72	0,46	0,027	0,04	0,75	0,037	0,054	0,04	267,84
23.10.16	3,37	7,60	0,81	0,038	0,20	1,33	0,057	0,124	0,16	475,2
30.10.16	2,12	2,05	0,56	0,047	0,22	1,03	0,056	0,090	0,06	311,04
6.11.16	4,22	10,83	0,91	0,050	0,35	1,71	0,086	0,160	0,33	570,24
13.11.16	8,36	8,36	3,95	0,059	0,30	5,78	0,102	0,213	0,29	1520,64
20.11.16	35,59	84,29	23,41	0,375	0,80	30,91	0,417	0,796	2,25	4682,88
27.11.16	4,00	3,77	2,77	0,074	0,47	3,77	0,108	0,131	0,13	768,96
4.12.16	2,84	3,70	1,66	0,023	0,09	2,30	0,034	0,064	0,13	535,68
prům. celk	4,64	8,07	2,16	0,057	0,75	3,80	0,126	0,202	0,22	654,6071

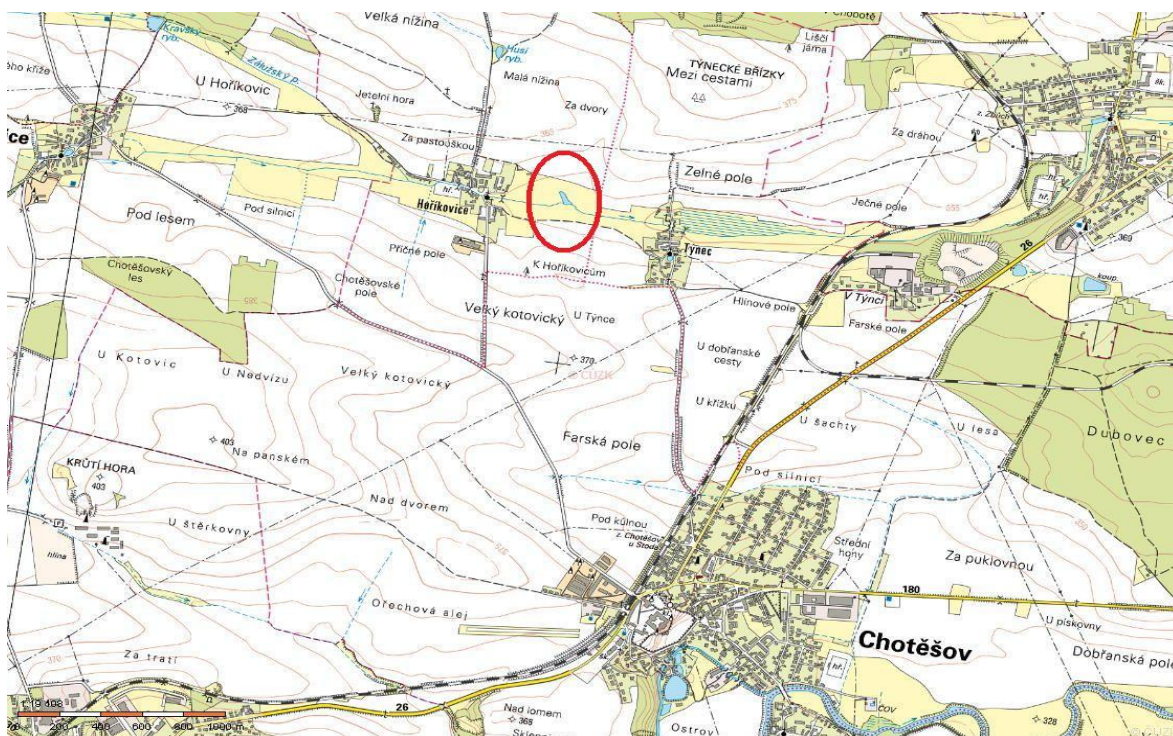
Tab. č. 10: Zálužský potok pod mokřadem – průtok vody a látková množství přepočtená na jeden odběrový den

Zálužský potok pod mokřadem										
Datum odběru	CHSK Mn	NL 105°C	N-NO3	N-NO2	N-NH4	N celk	P-PO4	P-celk.	Fe celk.	Q
kg den ⁻¹										m ³ .den ⁻¹
2.8.16	1,33	1,53	0,31	0,027	0,06	0,62	0,054	0,075	0,05	207,36
8.8.16	1,58	1,22	0,49	0,006	0,00	0,67	0,054	0,078	0,07	259,20
15.8.16	2,25	2,87	0,34	0,048	0,07	0,76	0,090	0,121	0,07	345,60
22.8.16	1,53	1,31	0,70	0,004	0,00	0,90	0,067	0,093	0,13	319,68
29.8.16	1,10	1,35	0,67	0,005	0,29	0,99	0,058	0,058	0,04	224,64
5.9.16	0,51	0,62	0,28	0,004	0,01	0,39	0,025	0,030	0,03	112,32
13.9.16	0,53	1,48	0,56	0,002	0,00	0,64	0,030	0,033	0,05	155,52
26.9.16	1,45	1,35	1,01	0,004	0,01	1,21	0,047	0,064	0,07	336,96
3.10.16	1,07	1,61	0,44	0,005	0,00	0,62	0,033	0,044	0,05	181,44
17.10.16	1,49	1,23	1,05	0,011	0,01	1,27	0,044	0,069	0,07	362,88
23.10.16	8,54	9,19	3,15	0,098	2,76	6,96	0,171	0,328	0,49	1313,28
30.10.16	3,55	3,21	2,05	0,063	0,89	3,34	0,150	0,225	0,16	682,56
6.11.16	3,77	6,01	1,92	0,051	0,34	2,75	0,064	0,115	0,17	639,36
13.11.16	10,71	7,07	6,43	0,054	0,15	8,14	0,148	0,279	0,39	2142,72
20.11.16	38,34	35,61	30,13	0,383	1,42	39,44	0,657	1,096	2,85	5477,76
27.11.16	5,81	3,95	5,31	0,086	0,17	6,18	0,136	0,161	0,17	1235,52
4.12.16	3,38	1,92	2,61	0,027	0,11	3,69	0,056	0,085	0,08	768,96
prům. celk	5,11	4,80	3,38	0,052	0,37	4,62	0,111	0,174	0,29	868,5741

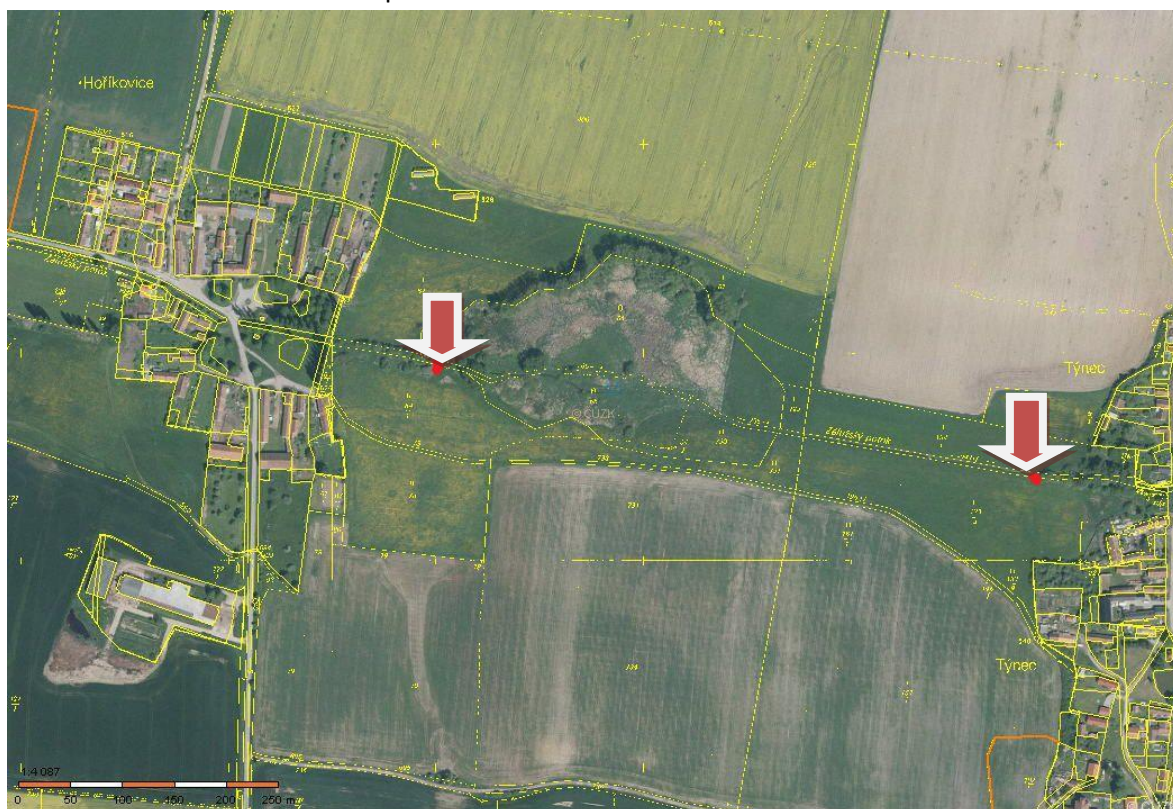
Tab. č.11 a 12: Luční potok – transformace látkových toků mokřadem v jednotlivých odběrových dnech. Znaménkem mínus „-“ je vyjádřeno zadržení látek v mokřadu, kladná čísla znamenají uvolnění látek do odtoku. Roční bilance je vyčíslena pouze orientačně (x365 dní)

Zálužský potok: látková bilance (v kg.den ⁻¹)									
Datum odběru	CHSK Mn	NL 105°C	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	Slouč. N celk.	P-PO ₄	Slouč. P-celk.	Fe celk.
2.8.16	-2,3	-0,1	-0,23	-0,009	-0,01	-0,71	-0,079	-0,091	-0,02
8.8.16	-2,0	-1,5	-0,03	-0,023	-0,02	-0,31	-0,044	-0,073	-0,01
15.8.16	1,4	1,7	0,08	0,030	0,01	0,26	0,058	0,075	0,03
22.8.16	0,7	0,5	0,56	-0,021	-0,02	0,60	0,028	0,042	0,11
29.8.16	-4,2	-4,8	0,51	-0,101	-9,70	-11,94	-0,735	-1,117	-0,01
5.9.16	0,1	0,4	0,24	-0,017	-0,14	0,12	-0,012	-0,017	0,02
13.9.16	0,1	1,3	0,51	-0,008	0,00	0,53	-0,002	-0,024	0,04
26.9.16	-0,1	-0,2	0,68	-0,019	-0,01	0,67	-0,009	-0,015	0,04
3.10.16	0,6	0,2	0,36	-0,003	0,00	0,46	0,013	0,013	0,02
17.10.16	0,3	0,5	0,60	-0,016	-0,03	0,52	0,006	0,015	0,03
23.10.16	5,2	1,6	2,34	0,060	2,55	5,63	0,114	0,205	0,33
30.10.16	1,4	1,2	1,49	0,017	0,66	2,32	0,094	0,135	0,10
6.11.16	-0,4	-4,8	1,01	0,001	-0,01	1,04	-0,022	-0,045	-0,16
13.11.16	2,4	-1,3	2,47	-0,006	-0,15	2,36	0,046	0,066	0,10
20.11.16	2,8	-48,7	6,71	0,009	0,63	8,53	0,241	0,299	0,60
27.11.16	1,8	0,2	2,54	0,013	-0,30	2,41	0,028	0,030	0,04
4.12.16	0,5	-1,8	0,95	0,004	0,02	1,39	0,022	0,020	-0,06
prům.	0,5	-3,3	1,22	-0,005	-0,38	0,82	-0,015	-0,028	0,07
kg.rok ⁻¹	174,5	-1195,8	446,49	-1,897	-139,85	298,37	-5,409	-10,316	25,73

Zálužský potok: retence látek (%)									
Datum	CHSK _{Mn}	NL 105°C	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	N celk	P-PO ₄	P-celk	Fe celk
2.8.16	-63	-7	-43	-25	-16	-53	-59	-55	-34
8.8.16	-56	-56	-5	-78	-81	-32	-45	-48	-7
15.8.16	162	150	29	169	9	53	183	165	85
22.8.16	84	62	385	-84	-78	208	73	82	363
29.8.16	-79	-78	310	-95	-97	-92	-93	-95	-19
5.9.16	26	225	570	-83	-92	44	-33	-36	420
13.9.16	28	692	1037	-82	-44	486	-5	-43	444
26.9.16	-8	-12	205	-82	-51	125	-16	-19	117
3.10.16	121	11	473	-36	-56	288	63	43	63
17.10.16	21	71	131	-61	-66	69	16	29	74
23.10.16	153	21	290	159	1250	423	199	166	210
30.10.16	68	56	266	36	296	226	168	150	177
6.11.16	-11	-45	110	2	-4	61	-25	-28	-48
13.11.16	28	-15	63	-10	-51	41	45	31	33
20.11.16	8	-58	29	2	79	28	58	38	27
27.11.16	45	5	92	17	-63	64	26	23	32
4.12.16	19	-48	57	17	18	60	64	32	-43
prům	32	57	235	-14	56	118	36	26	111
prům. celk	10	-41	57	-9	-51	21	-12	-14	32



Obr. č. 9 Mokřad na Zálužském potoce



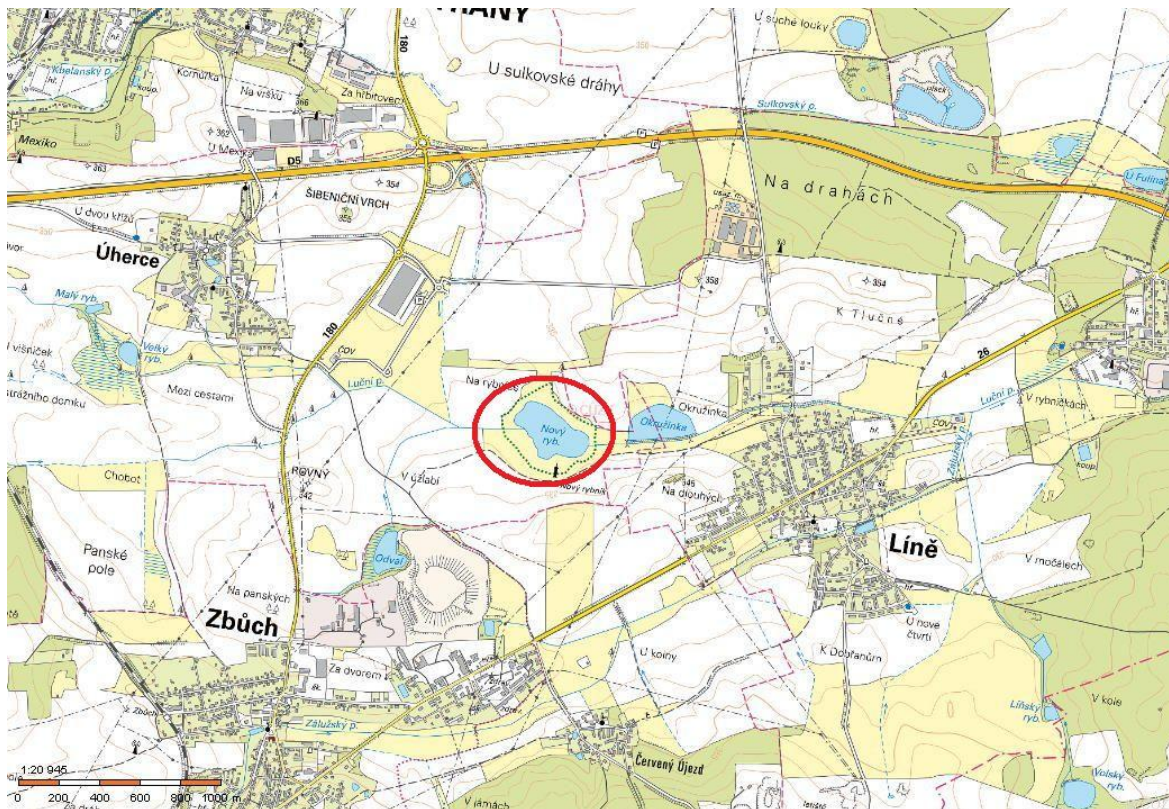
Obr. č. 10 Odběrné profily mokřadu na Zálužském potoce



Obr. č. 11: Mokřad na Zálužském potoce



Obr. č.12 a 13: Odběrné profily vlevo nad a vpravo pod mokřadem na Zálužském potoce



Obr. č.14: Mokřad na Lučním potoce



Obr. č.15 a 16: Odběrný profil na Lučním potoce, vlevo nad, vpravo pod mokřadem



Obr. č.17: Odběrní místo na chlorofyl na Zálužském potoce – odtok



Obr. č.18 a 19: Vlevo škeble rybníčká (*Anodonta cygnea*), Luční potok, vpravo čerstvě vylouplá skořápka vejce motáka pochopa (*Circus aeruginosus*), hnízdičího na mokřadu Zálužského potoka





Obr. č.22 a 23: Mokřad na Zálužském potoce



Obr. č.24 a 25: Vodní ptactvo a pobytové znaky obyvatele – bobra evropského (*Castor fiber*) na Velkém rybníce



Obr. č.26 a 27: Vodní mor (*Elodea*), jeden z našich invazních druhů a blatouch bahenní (*Caltha palustris*)