

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

**LIMNOLOGICKÝ PRŮZKUM STARÉHO
LABSKÉHO RAMENE HOUŠTECKÁ TŮŇ
V STARÉ BOLESLAVI V ROCE 2010**

Magdalena Holcová

Praha 2012

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 5. Geologie a geografie

*Limnologický průzkum starého labského ramene Houštická tůň
v Staré Boleslavi v roce 2010*

*Limnological study of the fluvial lake Houštická tůň in Stará
Boleslav in 2010*

Autor: Magdalena Holcová

Škola: Gymnázium Botičská, Botičská 1, Praha 2

Konzultant: RNDr. Zuzana Hořická, Ph.D.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci SOČ vypracovala samostatně pod vedením Dr. Zuzany Hořické. Pro práci jsem používala legální programové vybavení a uvedla jsem veškeré použité zdroje informací.

V Brandýse nad Labem 7. 3. 2012 podpis:

Poděkování

Děkuji RNDr. Zuzaně Hořické, Ph.D. z Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (ÚŽP PřF UK) za velmi obětavé a laskavé odborné vedení práce SOČ. Dále děkuji Ing. Ondřeji Fatkovi, Ph.D., z Českého hydrometeorologického ústavu v Praze za poskytnutí hydrologických údajů pro rok 2010, Ing. Josefu Křečkovi, CSc. ze Stavební fakulty ČVUT za konzultace týkající se srážko-odtokových poměrů, Mgr. Danielu Vondrákovi z ÚŽP PřF UK za revizi mých determinací vířníků a klanonožců, RNDr. Janu Fottovi, CSc., z Katedry ekologie PřF UK za odborné rady ohledně způsobu života buchanek, RNDr. Petře Havlíkové, Ph.D. za rady ohledně terminologie, paní Blance Popelákové a paní Sylvě Novákové z ÚŽP PřF UK za stanovení fyzikálně-chemických vlastností vody a Ing. Libuši Benešové, CSc. ze stejného pracoviště za upřesnění použitých analytických metod. Svě mamince doc. Kataríně Holcové, CSc. bych ráda poděkovala za podporu a pomoc při statistickém zpracování dat.

Anotace

Práce je limnologickou studií starého labského ramene Houštecká tůň ve Staré Boleslavi, kde jsem se v průběhu vegetační sezóny 2010 zabývala základními fyzikálně-chemickými parametry vody, průhledností a složením zooplanktonu a makrozoobentosu. Houštecká tůň leží v nadmořské výšce 170 m, její plocha je přibližně 1,4 ha, maximální hloubka 2,2 m; je rybářsky obhospodařována. Průhlednost byla po celé sledované období nízká (20–90 cm). Hodnoty pH se pohybovaly mezi 7,11–8,07, tvrdost kolísala mezi 2,3–3,5 mmol l⁻¹, alkalita mezi 3,1–4,5 mmol l⁻¹ a konduktivita mezi 708–876 μS cm⁻¹ mimo povodeň. Při povodni 30. 9. se fyzikálně-chemické parametry vody značně lišily od hodnot naměřených v tůni za běžných srážkových poměrů. Zjistila jsem lineární korelaci mezi některými těmito parametry a úhrnem srážek před odběrem. Druhové složení a četnost zástupců hlavních složek zooplanktonu (vířníků – Rotifera, perlooček – Cladocera a klanonožců – Copepoda) se v průběhu sezóny měnily. Pro tůň byla charakteristická absence velkých druhů zooplanktonu, což svědčí o vysokém predčním tlaku ryb. Také diverzita makrozoobentosu byla nízká v důsledku podmínek prostředí a rybí predace.

Klíčová slova: Labe; staré rameno; úhrn srážek; fyzikálně-chemické parametry vody; zooplankton; makrozoobentos

Abstract

Fluvial lake Houštecká tůň in the floodplain of the Elbe River, situated near Stará Boleslav (altitude 170 m a. s. l., area 1.6 ha, maximum depth 2.2 m; fish stock) was studied in 2010 for basic parameters of chemistry and biota. During all the vegetation season, except for a flood on September 30, the transparency (Secchi depth) was low (20–90 cm); values of pH ranged between 7.11–8.07, hardness between 2.3–3.5 mmol l⁻¹, alkalinity between 3.1–4.5 mmol l⁻¹, and conductivity between 708–876 μS cm⁻¹. A significant linear correlation was found between some chemical parameters and the amount of precipitation prior to the sampling date. The species composition and numbers of dominant representatives of zooplankton (rotifers, crustaceans, and copepods) were changing during the season. The absence of large zooplankton species was an evidence of a high fish predation. The diversity of macrozoobentos was low, due to environmental conditions and predation by fish.

Key words: The Elbe River; fluvial lake; sum of precipitation; zooplankton; macrozoobentos

Obsah

Úvod.....	7
Přehled literatury.....	8
Fluviální jezera	8
Labe	8
Povodně na Labi	9
Slepá ramena řeky Labe.....	9
Terminologie	9
Slepá ramena.....	10
Staré rameno Houštická tůň	11
Fyzikálně-chemické vlastnosti vody.....	12
Tvrдость.....	13
Průhlednost	13
Vodivost (konduktivita).....	13
Alkalita	14
Reakce vody (pH).....	14
Oživení stojatých vod	14
Druhové složení planktonu a bentosu slepých ramen Labe.....	14
Metodika	16
Lokalita	16
Odběr vzorků	16
Stanovení základních fyzikálně-chemických parametrů vody	18
Kvalitativní a kvantitativní rozbor oživení tůně	19
Zpracování dat	20
Výsledky	21
Fyzikálně-chemické vlastnosti vody a průhlednost.....	21
Fyzikálně-chemické parametry a úhrn srážek	24
Zooplankton.....	25
Makrozoobentos	26
Diskuse.....	27
Chemismus vody	27
Srovnání fyzikálně-chemických vlastností vody v slepých ramenech Labe	27
Porovnání fyzikálně-chemických parametrů s úhrnem srážek	30
Statistické zpracování výsledků.....	31
Zooplankton	36
Makrozoobentos	39
Závěr	41
Seznam literatury	44
Přílohy.....	48

Úvod

Cílem této práce je podat pokud možno ucelenou limnologickou studii starého labského ramene Houštecká tůň (Staré Labe) ve Staré Boleslavi. Práce je zaměřena především na studium sezónních změn oživení (zooplanktonu a makrozoobentosu) a změn fyzikálně-chemických parametrů vody.

Zkoumání jezer má v České republice dlouholetou tradici. Dokládají to i práce studentů Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy z posledních let, které se věnovaly fluviálním jezerům na Labi. Byl proveden komplexní průzkum starých labských ramen Obříství u Mělníka (Šnajdr, 2002), Labiště pod Opočínkem (Klouček, 2002), Doleháj u Kolína (Chalupová, 2003), Libiš u Neratovic (Turek, 2004) a Kluk, Vrt', Votoka a Semín (Havlíková, 2007). Vztahem vegetace a prostředí labských tůní se zabývala Krýžová (2007).

Slepá labská ramena jsou významné ekosystémy, které nebyly za minulého politického režimu patřičně doceněny a bylo chystáno jejich zrušení a zazemnění. Posledních dvacet let se u nás naštěstí rozvíjí ochrana životního prostředí a slepá ramena na Labi byla uznána za jedinečné a cenné ekosystémy, které musíme chránit. Jejich studium nám může pomoci lépe ocenit jejich hodnotu a zaměřit na ně naši ochranu.

Přehled literatury

Fluviální jezera

Fluviální (říční) jezera se dělí na různé typy podle způsobu jejich vzniku. Tato práce pojednává o fluviálních jezerech, která vznikla v slepých ramenech řek. Dalšími typy fluviálních jezer jsou jezera hrazená náplavy (např. za břehovými valy), erozní jezera (např. ve sníženinách pod vodopády), tůň, meandrová jezera (vzniklá mezi meandry a hlavním tokem řeky) a deltová jezera (vzniklá v deltách řek).

Fluviální jezera vzniklá ze slepých ramen se nacházejí v nížinách, v nivách řek, kde je sklon koryta velmi pozvolný. V nížinách se řeky zpomalují, rozlévají a vyplavují velké množství materiálu. Vytvářejí se tak zákruty (meandry), které se mohou postupně oddělit od původního toku a vytvořit slepá říční ramena, ze kterých posléze vznikají jezera. Nejčastěji dojde k částečnému či úplnému oddělení meandru v období záplav. Při záplavách mohou vznikat fluviální jezera také nahromaděním vody v depresních (snížených) polohách. K odškrcení říčního meandru může dojít i uměle při napřimování toků – takto vzniklá jezera mají obvykle protáhlý tvar (Janský a Šobr, 2003). Fluviální jezera mohou s původním tokem komunikovat přímo (povrchovým přítokem a odtokem) nebo přes podzemní vodu, která ovlivňuje výšku hladiny a zčásti také chemické složení vody starých ramen, která se mohou nacházet až stovky metrů od současného toku. Dno fluviálních jezer je obvykle tvořeno bahnitým materiálem z náplavů řeky a množstvím odumřelé organické hmoty, proto dochází k jejich postupnému zazemňování. Fluviální jezera vzniklá zaslepením říčního meandru jsou nejčastějším typem jezer v České republice a najdeme je v nivách všech našich velkých řek (Janský a Šobr, 2003).

Labe

Řeka Labe pramení na české straně Krkonoš, na Labské louce, ve výšce 1383,6 m n. m. a poté teče na jih. U Pardubic se stáčí na západ a od Kolína teče severozápadním směrem. Jejími přítoky v ČR jsou zleva Úpa, Metuje, Orlice, Loučná, Chrudimka, Doubrava, Vltava, Ohře a Bílina; zprava Cidlina, Jizera, Ploučnice a Kamenice. Labe opouští Českou republiku u Hřenska. Protéká Německem a v městě Cuxhaven na severozápad od Hamburgu se vlévá do Severního moře.

Délka Labe na našem území je 364,5 km, plocha jeho povodí v Čechách je 50 176 km². Labe má dešťovo-sněhový režim odtoku středoevropského typu a povodně jsou na něm nejčastěji způsobovány jarním táním sněhu v horských oblastech (Punčochář a kol., 1994). V okolí Labe jsou holocénní fluviální náplavy, pod kterými se nacházejí horniny svrchní křídy (K. Holcová, ústní sdělení).

První zmínky o úpravách Labe pocházejí z 11. století. Tehdy se jednalo o odstraňování překážek v korytě pro zlepšení jeho splavnosti. K prvnímu napřímení toku Labe kvůli plavbě dřeva došlo v 16. století. Od 19. století je na Labi provozována pravidelná lodní doprava a od té doby bylo také Labe postupně upravováno až do dnešní podoby (stavba zdymadel, napřimování toku, zpevňování dna a břehů) (Punčochář a kol., 1994).

Na konci 80. let minulého století dosáhla úroveň znečištění Labe vrcholu, od té doby dochází k postupnému zlepšování kvality jeho vody. Přesto však není jakost vody v Labi stále uspokojivá. Za poslední tři desetiletí v Labi značně poklesly zejména koncentrace těžkých kovů a živin, jejich množství je však stále dost vysoké (Langhammer, 2005).

Povodně na Labi

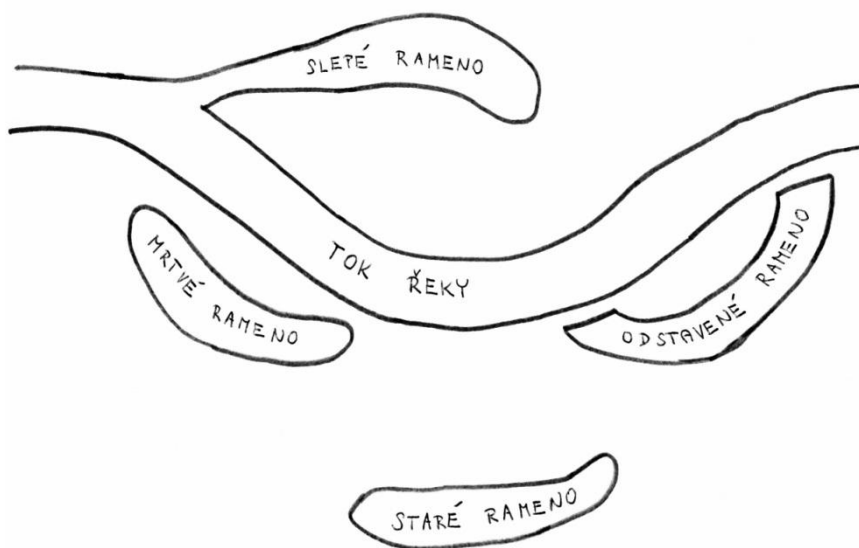
Při povodních se zvedne vodní hladina a tok vyteče z koryta. Voda může v kaskádách protékat starými rameny a nivou. Tím dojde k zaplavení nivy a propojení starých ramen s hlavním tokem. V důsledku povodní mohou komunikovat s tokem i stará ramena, která jsou jinak vzdálena desítky metrů od hlavního koryta (Pithart a kol., 2003). Po úpravách Labe v první polovině 19. století, které měly vést k lepší splavnosti řeky, došlo v roce 1845 k do té doby největší povodni na Labi. Tato povodeň byla zároveň největší v 19. století. V roce 1940 byla na Labi zaznamenána největší povodeň 20. století a povodeň z roku 2006 je zatím brána jako největší v 21. století (Krýžová, 2007).

Slepá ramena řeky Labe

Terminologie

Pro označení fluviálních jezer vzniklých v ramenech řek se používá několik názvů, podle způsobu, jakým komunikují s hlavním tokem řeky (Obr. 1). Slepé rameno je od toku odděleno pouze na jednom konci a druhým koncem je s tokem spojeno. Mrtvé

rameno (oxbow lake) je od toku odděleno z obou stran a s řekou komunikuje pouze přes spodní vodu nebo v době povodní. Označení staré rameno se často používá jako synonymum k mrtvému rameni, v některých pracích se však ještě odděluje pojem staré a mrtvé rameno. Mrtvým ramenem se v tomto případě označuje rameno, které je v bezprostřední blízkosti toku, staré rameno je dále od toku v nivě. Takovéto vymezení je ovšem dost subjektivní a někteří autoři ho neuznávají. Pokud rameno vzniklo umělým oddělením při regulaci řeky, používá se pro něj název odstavené rameno (P. Havlíková, ústní sdělení).



Obr. 1: Typy fluviálních jezer vzniklých v ramenech řek.

Protože neexistuje termín, který by souhrnně označoval všechny typy oddělených říčních ramen (slepého, starého, mrtvého a odstaveného), budu v této práci používat název **slepé rameno**, i pokud se bude jednat o obecné vlastnosti nebo označení všech těchto čtyř typů říčních ramen.

Slepá ramena

Slepá ramena na Labi vznikla primárně při povodních, a to odtržením meandru od hlavního toku řeky nebo ukládáním sedimentu, který řeka unášela. Sekundárně vznikala slepá ramena při umělém napřimování Labe. Tok byl regulován z důvodu lepší splavnosti nebo protipovodňové ochrany. Charakter slepých labských ramen je ovlivňován řadou faktorů – nejvýznamnější z nich je přilehlá řeka, s kterou komunikují buď přímo, nebo přes říční sedimenty. Dalšími faktory jsou zdroje znečištění z okolí –

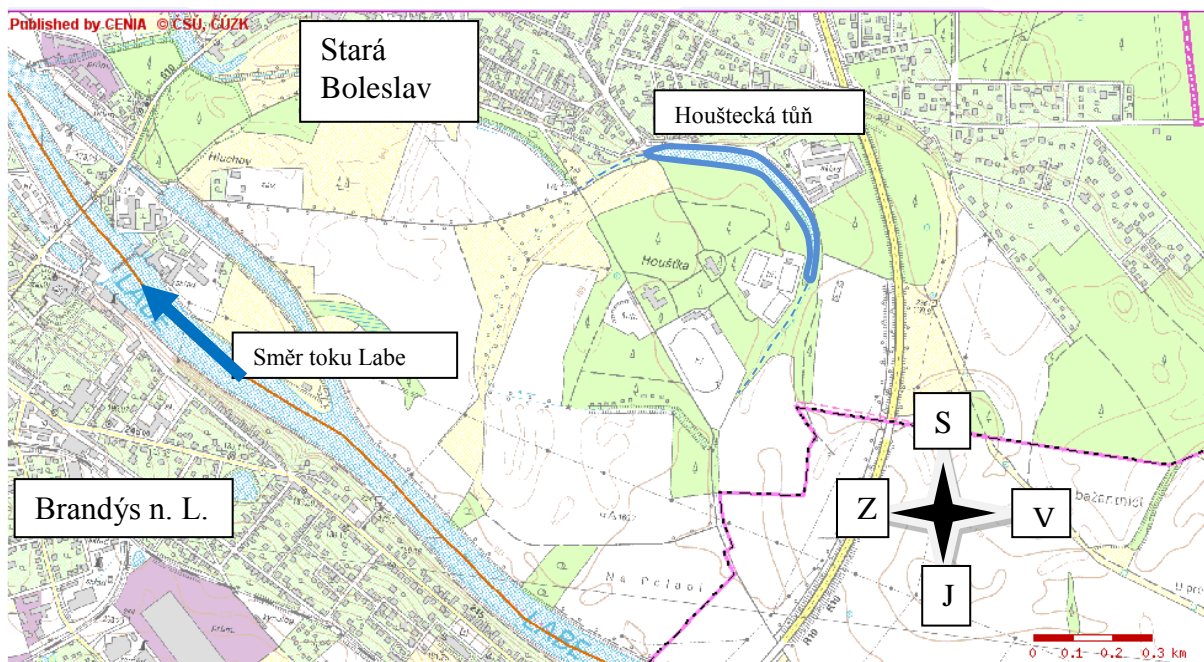
v Polabí, které je velmi úrodné, zejména z okolních polí. Slepá ramena také ovlivňuje rybolov a jejich rekreační využití (Havlíková, 2007).

Slepá labská ramena představují významné ekosystémy, protože jsou téměř posledními zbytky původní polabské krajiny a posledními útočišti některých vzácných druhů rostlin a živočichů (Šnajdr, 2002). Zvyšují celkovou diverzitu říční nivy tím, že rozrůžňují krajinu, tím přispívají k její mozaikovitosti a pomáhají tak vytvářet nové typy stanovišť pro různé druhy organismů (Prach, 2009). Slepá ramena jsou dále užitečná při regulaci povodní a slouží k rekreaci (Šnajdr, 2002). Poskytují nám také cenný důkaz o původním toku řeky a o jejím vývoji. Původním přirozeným biotopem v okolí labských ramen byl obvykle lužní les, popřípadě nivní louky (Chalupová a Janský, 2005).

Za minulého režimu se plánovalo úplné zrušení a zazemnění slepých ramen Labe, protože se jim nepřikládala žádný velký význam a chystalo se jejich využití jako zemědělské půdy. Prvními, kdo v té době začali slepá labská ramena blíže zkoumat a kdo jim přikládali patřičný význam, byli Hrbáček (Hrbáček a Novotná, 1965, Hrbáček, 1966) a Lellák (1966), kteří se zde zabývali především hydrobiologií. V posledních letech proběhl podrobný limnologický výzkum osmi slepých labských ramen: Labiště pod Opočínkem (Klouček, 2002), Obříství u Mělníka (Šnajdr, 2002), Doleháj u Kolína (Chalupová, 2003), Libiš u Neratovic (Turek, 2004) a Kluk, Vrt', Votoka a Semín (Havlíková, 2007).

Staré rameno Houštecká tůň

Houštecká tůň se nachází na pravém břehu Labe na jihovýchodě Staré Boleslavi (Obr. 2) v nadmořské výšce 170 m. Jezero má podlouhlý, prohnutý tvar, na jeho jižním břehu se nachází lužní les, severní břeh je zastavěn rodinnými domky, které od tůně odděluje travnatý pás a asfaltová silnice. Původní přirozené labské rameno bylo při napřimování toku v první polovině 20. století odděleno od hlavního toku Labe a od té doby s ním komunikuje pouze přes podzemní vodu nebo při povodních (Bratka, 2005).



Obr. 2: Poloha Houštecké tůně (zdroj – CENIA).

Staré rameno Houštecká tůň se nachází v oblasti Českého masivu, v České křídové pánvi a Labské oblasti. Podloží tůně a jejího okolí tvoří křídové sedimenty a kvartérní fluviální náplavy. Jezero se nachází v teplé klimatické oblasti, která je charakterizována dlouhým a teplým létem a relativně krátkou zimou, chudou na srážky. Lokalita se nachází v prostoru mírně zvýšeného znečištění ovzduší (Bratka, 2005).

Houštecká tůň je hodnocena jako významný krajinný prvek a je součástí systému ÚSES (územní systém ekologické stability). Vegetaci tvoří přirozená mokřadní a vodní společenstva a sladkovodní rákosiny stojatých vod, zoogeograficky patří tůň do obvodu Středočeských pahorkatin a nížin. V roce 2007 byla provedena rekultivace tůně, která spočívala v odtěžení sedimentu. Rekultivaci organizovalo město Brandýs nad Labem – Stará Boleslav. Přírodovědný monitoring, který rekultivaci předcházela, prováděl J. Bratka z organizace Zelený svět (Bratka, 2005).

Fyzikálně-chemické vlastnosti vody

Chemismus vod ovlivňují především geologické poměry na daném území a antropogenní vlivy (zemědělství, lesní hospodaření a různé typy znečištění), v případě sledované lokality kontakt starého ramene s hlavním tokem, antropogenní vlivy (především znečištění v důsledku intenzivního zemědělství a odpadních vod) a snížená schopnost samočištění Labe, která je dána umělou regulací jeho toku (Havlíková, 2007).

Tvrдост

Tvrдост vody je mírou obsahu rozpuštěných nerostů ve vodě, zejména solí vápníku a hořčíku. Vodu označujeme za tvrdou, pokud obsahuje větší množství vápenatých nebo hořečnatých solí. V povrchových vodách se setkáváme nejčastěji s přechodnou tvrdostí, která je způsobena hydrogenuhličitanu a která varem mizí. Množství jiných solí než uhličitanů je v povrchových vodách prakticky zanedbatelné (Hrbáček, 1956).

Z živočichů ovlivňuje tvrdost vody nejvíce měkkýše. Někteří žijí pouze ve vodách s vysokou tvrdostí (Hrbáček, 1956).

Průhlednost

Průhlednost vody (z_s) je fyzikální vlastnost, která ovlivňuje, kolik světla projde vodním sloupcem. Průhlednost je snižována zákalem (turbiditou), který způsobují částice anorganického materiálu (např. jílu) a organický materiál, především plankton a detrit (neživá organická hmota – odumřelé organismy, výkaly, rostlinný opad). Dalšími faktory, které ovlivňují průhlednost, jsou teplota (studená voda absorbuje méně světla než teplá) a rozpuštěné barevné látky, které mají rozdílnou absorpci světla (Lellák a Kubíček, 1992).

Vodivost (konduktivita)

Voda se stává vodivou v důsledku obsahu disociovaných látek (tj. iontů). Elektrická vodivost vody (K) proto odpovídá koncentraci látek, které jsou v ní rozpuštěné. Vedle koncentrace iontů ve vodě a jejich pohyblivosti závisí vodivost také na teplotě vody. Destilovaná voda je nevodivá. Hodnotu vodivosti pro elektrický proud vypočteme ze vztahu $L = A / \rho \cdot l$, kde L je hodnota vodivosti (jednotkou je siemens – S), A je povrch elektrody, l vzdálenost mezi elektrodami a ρ měrná vodivost. V limnologii se pro měrnou vodivost používají jednotky mS cm^{-1} nebo $\mu\text{S cm}^{-1}$. Vodivost závisí na teplotě, proto se udává teplota, při které byla vodivost měřena (K_{20} nebo K_{25} , podle teploty vody 20 °C nebo 25 °C) (Lellák a Kubíček, 1992).

Alkalita

Alkalita (Alk; používá se také označení acidita nebo neutrální reakce vody) je schopnost vody neutralizovat přidávanou kyselinu. Hodnota alkality je dána poměrem hydroxylových a vodíkových iontů ve vodě. V přírodě je nejvýznamnější anorganickou kyselinou kyselina uhličitá (resp. systém forem kyseliny uhličitě) a podíl ostatních anorganických kyselin lze prakticky zanedbat, proto je stanovení alkality v praxi stanovením forem kyseliny uhličitě. Kyselé vody (s převahou H^+ iontů) mají v přírodě nižší produktivitu než alkalické, protože kyselost snižuje rychlost rozkladu organických látek (Lellák a Kubíček, 1992).

Reakce vody (pH)

Kyselost a zásaditost je určena poměrem H^+ a OH^- iontů ve vodě. pH je definováno jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů: $pH = -\log [H^+]$. Neutrální voda má pH 7 a počet vodíkových i hydroxylových iontů je v ní stejný. pH je v přírodě určováno především rovnováhou mezi oxidem uhličitým, hydrogenuhličitany a uhličitany. Při intenzivní fotosyntéze fytoplanktonu se odčerpává CO_2 z vody a tím může dojít k prudkému zvýšení pH, které může mít dalekosáhlé důsledky pro organismy ve vodě (Lellák a Kubíček, 1992).

Oživení stojatých vod

Druhé složení planktonu a bentosu slepých ramen Labe

Na druhové složení organismů v jednotlivých slepých ramenech Labe mají největší vliv pH, koncentrace chloridů a fosforečnanů ve vodě, množství kyslíku (případně anaerobní prostředí u dna), barva vody, zastínění, teplota vody a predáční tlak ryb (Havlíková, 2007). Podle této autorky nemá vegetační sezóna na druhové složení slepých ramen velký vliv, v jednotlivých částech sezóny se mění pouze početní zastoupení konkrétních druhů (toto pravidlo pochopitelně neplatí pro zimu).

Zooplankton

Zooplankton je pojmenování pro živočichy mikroskopické velikosti, kteří se volně vznášejí či pohybují ve vodním sloupci. Ve stojatých vodách je mnohem větší zastoupení planktonu než ve vodách tekoucích. Zooplankton má obvykle menší druhovou diverzitu i menší zastoupení než fytoplankton. Fytoplankton má ve vodách funkci primárního producenta a slouží společně s detritem (mrtvou biomasou) jako potrava zooplanktonu. Zooplankton a mrtvá biomasa jsou zase potravou planktonožravých druhů ryb (Lellák a Kubíček, 1992). Podle míry predančního tlaku ryb a velikosti zooplanktonu lze jezera rozdělit na dva typy: 1. Jezera, kde převažují vířníci a menší druhy zooplanktonu, mají pravidelnou rybí obsádku a je v nich vysoký predanční tlak planktonožravých ryb. Tato jezera se také vyznačují vysokou biomasou řas, příp. sinic (vysokou koncentrací chlorofylu). 2. Jezera s větším zastoupením velkých druhů zooplanktonu, která jsou po určitou dobu nebo trvale bez obsádky planktonožravých ryb nebo se v nich vyskytuje větší podíl dravých ryb (Havlíková, 2007).

Ve všech dosud zkoumaných slepých a mrtvých ramenech v Polabí byly v zooplanktonu zastoupeny jeho hlavní skupiny, a to vířníci (Rotifera, dříve Rotatoria), klanonožci (Crustacea: Copepoda) a perloočky (Crustacea: Cladocera) (Chalupová, 2003). Rozvoj planktonu z velké části ovlivňuje průhlednost vody.

Makrozoobentos

Bentos je souhrnné označení pro organismy, obývající břehy a dno vod, případně žijící na vodní vegetaci. Bentos lze rozdělit na zoobentos (živočišný bentos) a fytoobentos (rostlinný bentos). Pojmem makrozoobentos jsou označováni živočichové břehu a dna větší než 1 mm. Zoobentos lze také rozdělit podle typu dna, na kterém (nebo ve kterém) organismy žijí, na litoreofilní (živočichové kamenitého nebo skalnatého dna), fytoareofilní (živočichové žijící na rostlinách), psammoreofilní (živočichové žijící v písku) a pelloreofilní (živočichové bahnitých sedimentů). Bentičtí živočichové se živí převážně biomasou dna (nárosty řas, bakteriemi, houbami, detritem, jinými živočichy) či vodními rostlinami a slouží jako potrava bezobratlým, rybám, obojživelníkům a některým ptákům a savcům. Podle velikostní struktury makrozoobentosu, druhového složení a zachovalosti jednotlivých jedinců lze určit míru predančního tlaku ryb (Lellák a Kubíček, 1992).

Metodika

Lokalita

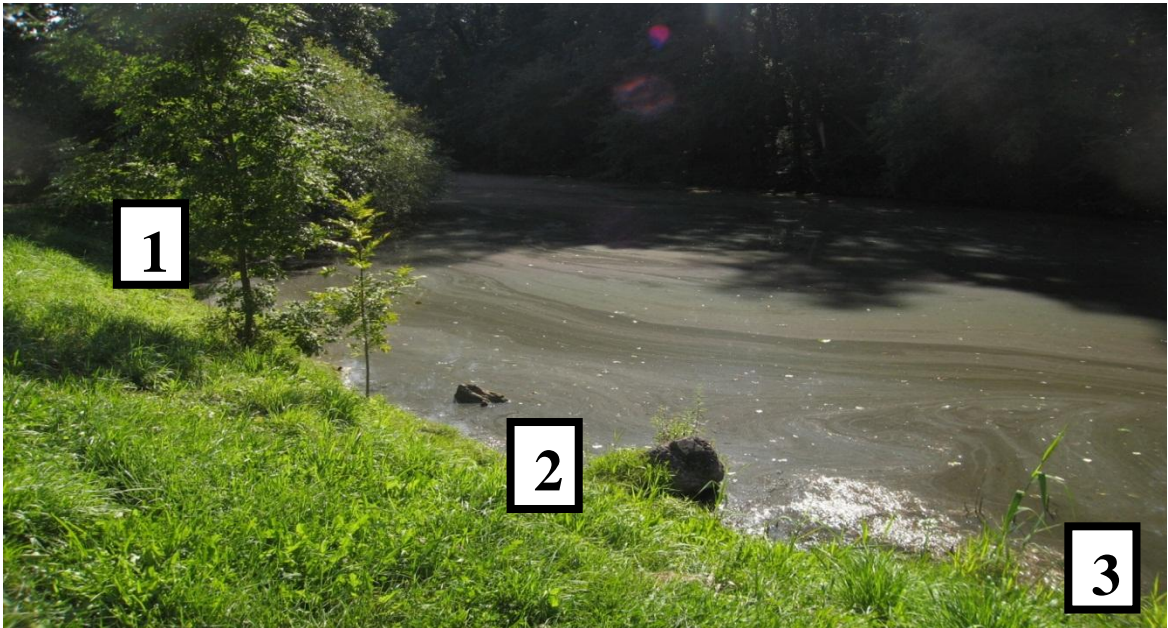
Studovala jsem sezónní vývoj základních fyzikálně-chemických parametrů vody a oživení slepého ramene Labe Houštecká tůň ve Staré Boleslavi. Pro tůň se používá také název Staré Labe, ale ten je nejednoznačný, protože se používá pro více slepých ramen řeky Labe. Houštecká tůň se nachází na pravém břehu Labe na jihovýchodě Staré Boleslavi (Obr. 2) v nadmořské výšce 170 m, její souřadnice jsou N: 50°11'32.7" a E: 14°41'18.6". Délka je 620 m a maximální šířka 30 m, plocha hladiny přibližně 1,4 ha a je vzdálena od hlavního toku Labe přibližně 1,2 km. Hloubka tůně se po revitalizaci pohybuje v rozmezí 20–220 cm (Bratka, 2007). Původní přirozené labské rameno bylo při regulaci řeky ve třicátých letech 20. století odděleno od hlavního toku, od té doby prochází procesem samovolného zazemňování. V roce 2007 proběhla revitalizace tůně (jejím investorem bylo město Brandýs nad Labem – Stará Boleslav), která spočívala v prohloubení dna (Bratka, 2007). Houštecká tůň je rybářsky obhospodařována. Vyskytují se v ní tyto druhy ryb: kapr, karas, cejn, perlín, lín, sumec, štika, candát, bolen, tolstolobik, amur (ústní sdělení – zástupce MO ČRS Brandýs nad Labem – Stará Boleslav).

Odběr vzorků

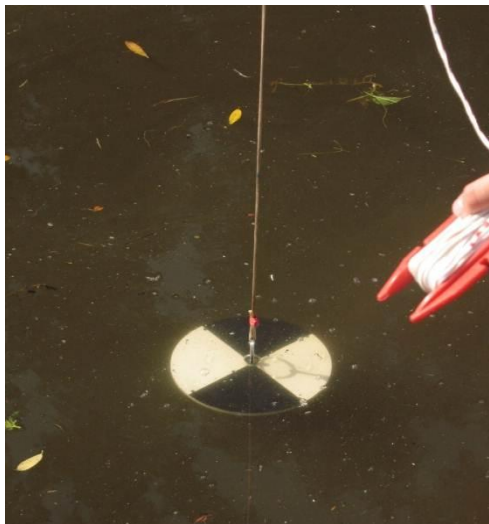
V průběhu roku 2010 bylo provedeno 16 odběrů, obvykle ve 2–3 týdenních intervalech (3. 4., 19. 4., 28. 4., 9. 5., 18. 5., 28. 5., 7. 6., 16. 6., 25. 6., 7. 7., 14. 8., 1. 9., 13. 9., 30. 9., 15. 10., 1. 11.). Odběry byly naplánovány tak, aby byl zachycen vývoj chemismu a oživení v hlavní vegetační sezóně. Odběry byly prováděny ve dne v odpoledních hodinách od severního (tj. pravého ve směru toku Labe) břehu tůně zhruba v polovině části ulice U Starého Labe, která vede paralelně s tůní. Odběrové místo bylo zvoleno tak, aby reprezentovalo západní část tůně, kde je lužní les pouze na levém (jižním) břehu. Mezi asfaltovou silnicí a tůní je na pravém (severním) břehu asi pětimetrový pás trávy téměř bez křovinné vegetace. Na druhé straně ulice stojí rodinné domy. Tato osvětlená část tůně s mělkým a teplým litorálem, menším množstvím opadu z listí a vegetace má na první pohled bohatší oživení než zastíněné části s bahnitým dnem

a nedostatkem kyslíku u dna. Odběry byly prováděny na 3 odlišných stanovištích, aby byla výsledná diverzita živočichů co nejvyšší (Obr. 3):

1. litorál s písčítým dnem,
2. oblast s výlučně bahnitým dnem (jemný anoxický materiál),
3. zárost tvrdé makrovegetace, ve které dominoval rákos (*Phragmites*).



Obr. 3: Odběrová místa na severním břehu Houštecké tůně.



Obr. 4: Secchiho deska – měření průhlednosti vody.

Na sledované lokalitě jsem každý odběrový den nejdříve odebrala vzorek vody pro stanovení základních fyzikálně-chemických parametrů, a to mezi stanovišti 1 a 3, přibližně 1,5 metru od břehu. Vodu jsem odebírala z hladiny (10 cm pod povrchem) umělohmotnou nádobou o objemu 250 ml a filtrovala ji přes síto z tkaniny Uhelon o velikosti ok 40 μm , abych odstranila všechny živočichy. Vzorky byly až do stanovení uchovávány v PET lahvích o objemu 0,5 l v chladničce.

Při každém odběru jsem měřila průhlednost Secchiho deskou (Obr. 4), a to z kmene vrby nad tůní poblíž stanoviště 1.

Po odběru vzorku vody jsem v prostoru mezi stanovišti 1 a 2 odebrala zooplankton. Používala jsem vrhací planktonní síť o velikosti ok 40 μm a odebírala jsem dlouhými šikmými tahy ode dna k hladině. Zahuštěný vzorek planktonu jsem převedla do PE lahve o objemu 100 ml a fixovala 80% etanolem.

Poté jsem do jednoho směsného vzorku odebrala bentos ze všech tří stanovišť. Při každém odběru jsem odebírala bentos na všech třech stanovištích po přibližně stejnou dobu s vynaložením stejného úsilí. Odebírala jsem pomocí většího cedníku o velikosti ok 1 mm a vzorek jsem poté konzervovala 80% etanolem.

Stanovení základních fyzikálně-chemických parametrů vody

V Laboratoři ochrany vod Ústavu pro životní prostředí PřF UK v Praze bylo po ukončení odběrů ve všech vzorcích stanoveno pH, vodivost, tvrdost a alkalita.

Stanovení provedly laborantky p. Blanka Popeláková a p. Sylva Nováková standardními metodami podle ČSN, se kterými mne podrobně seznámily.

pH bylo stanoveno potenciometricky, podle normy ČSN ISO 10523, s použitím pH-metru MACH HQ 30d flexi se skleněnou elektrodou. pH-metr byl nejdříve nakalibrován v pufrálních roztocích s pH 7 a 9. Podle aktuální teploty byla nastavena teplotní kompenzace a hodnota pH se odečítala po ustálení.

Měrná vodivost (konduktivita) byla měřena konduktometrem GRYF 107L, jako K_{25} (hodnota v $\mu\text{S cm}^{-1}$ při teplotě 25 $^{\circ}\text{C}$), dle normy ČSN EN 27 888.

Tvrdość vody (obsah Ca + Mg, v mmol l⁻¹) byla zjišťována chelatometrickou titrací s použitím barviva (eriochromové černi), kdy byly vzorky titrovány 0,05 M roztokem chelatonu 3 až do jasně modrého zbarvení (ČSN ISO 6059).

Celková alkalita vody (KNK, v mmol l⁻¹) byla stanovena dle normy ČSN EN ISO 9963-1 titrací vzorků 0,1 M roztokem HCl s použitím modrého směšného indikátoru (roztoku bromkresolové zeleně a etanolu smíšeného s methylenovou červení v etanolu), kdy bylo titrováno do odstínu cibulové barvy.

Kvalitativní a kvantitativní rozbor oživení tůně

Vzorky planktonu a bentosu jsem zpracovávala v Ústavu geologie a paleontologie PřF UK a na Ústavu pro životní prostředí PřF UK. Nalezené organismy jsem určovala podle determinačních klíčů, uvedených v Seznamu použité literatury (Šrámek-Hušek, 1953, Bartoš, 1959, Šrámek-Hušek a kol., 1962, Rozkošný a kol., 1980, Richoux, 1982, Beran, 1998, Elexová a kol., 2000, Makovinská a Tóthová, 2001, Pižl a Schenková, 2002, Straka a Sychra, 2007).

Plankton jsem prohlížela pod mikroskopem Pereval při zvětšení 96x. Přestože se jednalo o kvalitativní vzorky, byly mezi nimi zjevné rozdíly v početním zastoupení hlavních druhů (typů organismů). Proto jsem zaznamenávala také relativní četnost výskytu (velmi početné/dominantní druhy, četné druhy, málo zastoupené druhy, druhy s ojedinělým výskytem, druhy, u kterých byly nalezeny pouze chitinózní zbytky).

Bentos jsem nejdříve ve všech vzorcích přebrala – vybrala z každého vzorku živočichy, oddělila od sedimentu, očistila a rozdělila podle přibližných taxonomických skupin. Takto vybrané živočichy jsem určovala pod stereomikroskopem značky Olympus při zvětšení 20x - 80x s použitím uvedené determinační literatury. U všech nalezených druhů jsem zaznamenávala početnost v jednotlivých datech jako kvantitativní ukazatel jejich sezónního vývoje. U druhu, jehož zástupci v průběhu roku v tůni převládali (jepice *Cloeon dipterum*), jsem se jeho početností v jednotlivých vzorcích zabývala detailněji.

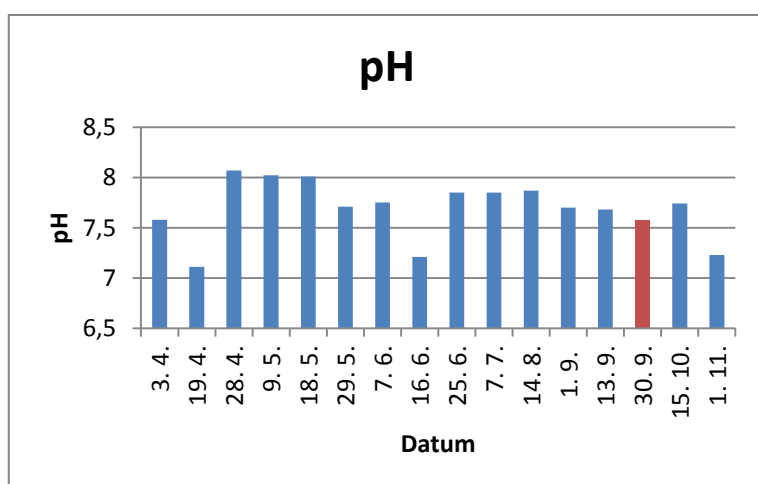
Zpracování dat

Práci (textovou část) jsem vytvořila v programu Microsoft Office Word, sloupcové grafy a tabulky v programu Microsoft Office Excel. Statistické zpracování výsledků jsem provedla v programu PAST. V tomto programu jsem také vypočítala koeficienty pořadové a lineární korelace mezi úhrnem srážek a vybranými fyzikálně-chemickými vlastnostmi vody.

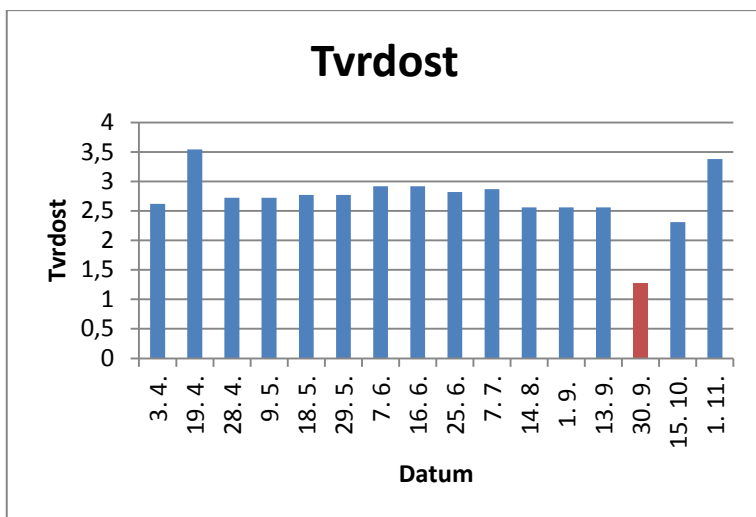
Výsledky

Fyzikálně-chemické vlastnosti vody a průhlednost

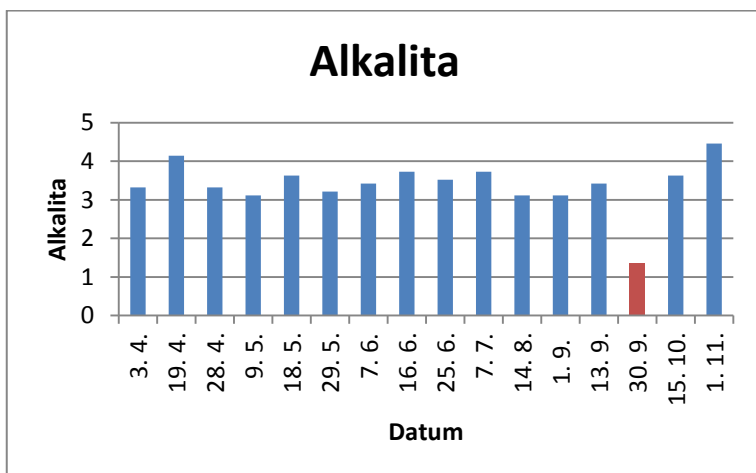
Při všech 16 odběrech byla v Houštecké tůni odebrána voda a stanoveno pH, tvrdost, alkalita a vodivost; zároveň byla měřena průhlednost. Přehled hodnot těchto parametrů v průběhu roku zachycují Tab. 1 a Grafy 1–5. Rozsah hodnot pH byl 7,11–8,07, tvrdost se pohybovala mezi 1,28–3,54 mmol l⁻¹, alkalita mezi 1,35–4,46 mmol l⁻¹ a vodivost mezi 221–876 μS cm⁻¹. Mimo pH byly nejnižší hodnoty těchto parametrů vody naměřeny 30. 9., kdy Houšteckou tůň postihla povodeň. Za normálního stavu vody byla nejnižší naměřená hodnota u tvrdosti 2,31 mmol l⁻¹, u alkality 3,11 mmol l⁻¹ a u konduktivity 708 μS cm⁻¹.



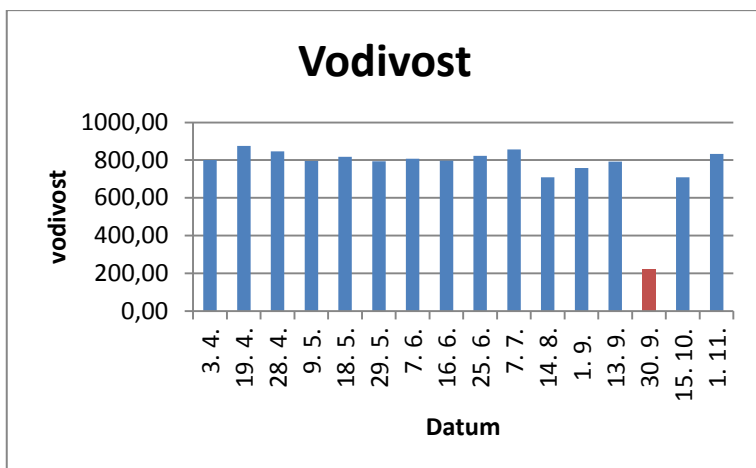
Graf 1: Sezónní změny pH v Houštecké tůni v průběhu roku 2010. Červený sloupec – povodeň.



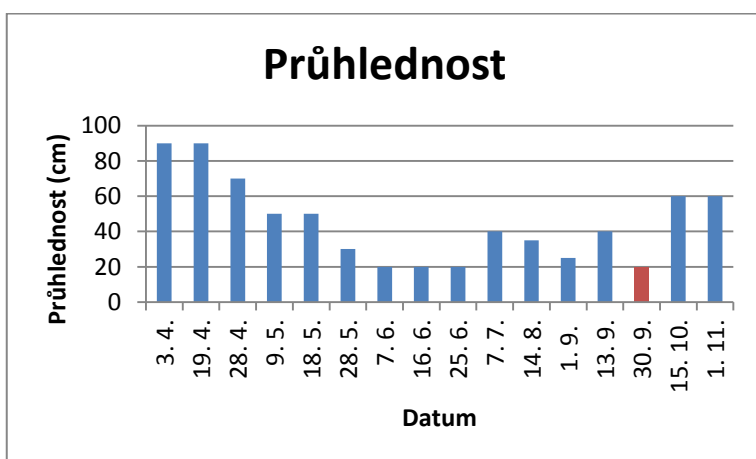
Graf 2: Sezónní změny tvrdosti vody (v mmol l⁻¹) v Houštecké tůňi v průběhu roku 2010. Červený sloupec – povodeň.



Graf 3: Sezónní změny alkality (mmol l⁻¹) v Houštecké tůňě v průběhu roku 2010. Červený sloupec – povodeň.



Graf 4: Sezónní změny vodivosti vody ($\mu\text{S cm}^{-1}$) v Houštecké tůňi v průběhu roku 2010. Červený sloupec – povodeň.



Graf 5: Sezónní změny průhlednosti v Houštecké tůňi v průběhu roku 2010. Červený sloupec – povodeň.

Tab. 1. Fyzikálně-chemické parametry Houštecké tůně pro odběrová data v r. 2010.

Hodnoty ze dne 30. 9. (vyznačeny v tabulce modrou a v grafech červenou barvou) byly ovlivněny povodní, proto nebyly brány v úvahu při stanovení průměrných, minimálních a maximálních zjištěných hodnot ve standardních odběrových dnech.

datum (2010)	pH	tvrdost (mmol l⁻¹)	alkalita (mmol l⁻¹)	vodivost (μS cm⁻¹)	průhlednost (cm)
3. 4.	7,58	2,62	3,32	802	90
19. 4.	7,11	3,54	4,14	876	90
28. 4.	8,07	2,72	3,32	847	70
9. 5.	8,02	2,72	3,11	796	50
18. 5.	8,01	2,77	3,63	818	50
29. 5.	7,71	2,77	3,21	795	30
7. 6.	7,75	2,92	3,42	807	20
16. 6.	7,21	2,92	3,73	797	20
25. 6.	7,85	2,82	3,52	822	20
7. 7.	7,85	2,87	3,73	857	40
14. 8.	7,87	2,56	3,11	708	35
1. 9.	7,70	2,56	3,11	758	25
13. 9.	7,68	2,56	3,42	792	40
30. 9.	7,58	1,28	1,35	221	20
15. 10.	7,74	2,31	3,63	709	60
1. 11.	7,23	3,38	4,46	833	60
průměr	7,69	2,80	3,52	801,21	47
maximum	8,07	3,54	4,46	876,08	90
minimum	7,11	2,31	3,11	708,32	20

Fyzikálně-chemické parametry a úhrn srážek

Měřené fyzikálně-chemické vlastnosti vody v Houštecké tůni jsem porovnávala s úhrnem srážek den před odběrem a s průměrnými denními srážkami pro 3, 4 a 5 dní před odběrem. Na takto vybraných hodnotách úhrnu srážek je dobře vidět, jak se měnilo jejich množství a tím i vlastnosti vody v tůni před odběrovými dny. Údaje o množství srážek spolu s vyznačením hlavních změn v chemismu tůně uvádím v Tab. 2.

Tab. 2: Úhrn srážek (mm) pro den před datem odběru na Houštecké tůni a průměrné denní srážky pro 3, 4 a 5 dní před odběrem ve vztahu k fyzikálně-chemickým parametrům vody a průhlednosti. Hodnoty denních srážkových úhrnů byly poskytnuty ČHMÚ ze stanice Semčice na Labi. Růžová barva označuje dny, kdy se naměřené fyzikálně-chemické vlastnosti vody výrazněji lišily od průměrných hodnot parametrů ve sledovaném období.

datum (2010)	poznámka	1 den před odběrem	3 dny před odběrem	4 dny před odběrem	5 dní před odběrem
3. 4.		0,00	3,70	2,78	2,56
19. 4.	nízké pH, vysoká tvrdost a alkalita	0,10	0,03	0,05	0,42
28. 4.	vysoké pH	0,00	0,33	0,25	0,20
9. 5.		0,00	3,37	3,43	3,08
18. 5.		0,00	0,00	1,50	2,08
29. 5.		5,50	3,03	2,43	2,20
7. 6.		0,30	0,10	0,23	2,58
16. 6.	nízké pH	0,00	4,03	3,10	2,48
25. 6.		0,00	0,00	0,00	0,00
7. 7.		0,50	0,87	0,65	0,52
14. 8.	nízká vodivost	16,80	6,13	4,60	3,74
1. 9.		0,30	2,80	2,68	2,56
13. 9.		0,00	0,00	0,80	1,60
30. 9.	nízká vodivost, tvrdost, alkalita, průhlednost	1,00	11,13	16,28	20,48
15. 10.		0,00	0,00	0,00	0,00
1. 11.	vysoká tvrdost, alkalita	0,00	0,00	0,00	0,00

Zooplankton

Tab. 3 v příloze ukazuje složení zooplanktonu a dominantních druhů fytoplanktonu v Houštecké tůni v průběhu vegetační sezóny v r. 2010. Houštecká tůň se vyznačovala převahou menších zástupců zooplanktonu, a to v průběhu celého roku. Nejvíce zastoupenými složkami živočišného planktonu byli vířníci, perloočky a nedospělá stádia klanonohých koryšů (zřejmě pouze buchaneček). Vířníci se v tůni vyskytovali hojně

především na jaře a v létě; jejich nejhojnějšími zástupci byly druhy *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* a *Asplanchna priodonta*. V létě tvořila hlavní složku zooplanktonu perloočka *Bosmina longirostris*. Z dalších perlooček byly v tůni čteněji zastoupeny druhy *Daphnia galeata*, *Ceriodaphnia pulchella* a *Chydorus sphaericus* (ten se početně rozvíjel hlavně v létě a na podzim). Perloočky *Daphnia galeata* a *Ceriodaphnia pulchella* jsem v tůni nacházela pouze v juvenilním stádiu.

U klanonožců v tůni po celou dobu převažovala larvální (naupliová) stádia. Časně na jaře byla hojněji zastoupena také starší kopepoditová stádia buchaneček, ve kterých tito klanonožci přezimovali v sedimentu na dně tůně. Větší množství kopepoditů jsem dále zaznamenala v pozdním jaru. Dospělí klanonožci (buchanky druhu *Cyclops vicinus*) se vyskytovali v mnohem menším počtu než nedospělá stádia, a to především v létě. V tůni naprosto převažovali samci buchaneček. Z nálevníků se v planktonu během celého sledovaného období vyskytovali nápadní zástupci rodu *Codonella*. Jejich četnost se během sezóny nijak výrazně neměnila a byli v tůni přítomní i po povodni dne 30. 9. Ostatní druhy zooplanktonu se v tůni vyskytovaly vždy jen po určitou část sezóny a v mnohem menším počtu, z některých (zejména u perlooček z čeledi Chydoridae) jsem nacházela pouze zbytky (části schránek).

Z fytoplanktonu se v tůni vyskytovaly především zelené řasy *Scenedesmus* a *Pediastrum*, rozsivky a sinice rodu *Microcystis*, které tvořily vodní květ.

Makrozoobentos

Složení a početnost makrozoobentosu v průběhu jara až podzimu 2010 uvádí Tab. 4 v příloze. Vzhledem k maximálně objektivní odběrové metodě (sběru vždy po přibližně stejnou dobu, stejným způsobem a s vynaložením srovnatelného odběrového úsilí) ilustrují kvantitativní výsledky dobře vývoj jednotlivých druhů během sezóny.

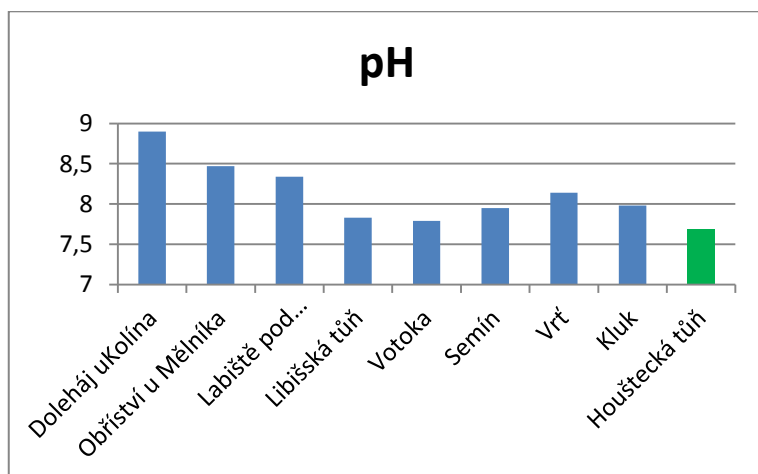
Nejhojněji zastoupenými druhy živočichů dna byli stejnonohý korýš *Asellus aquaticus* a jepice *Cloeon dipterum* (larvy). V tůni se dále hojně vyskytovali zástupci hmyzích řádů Heteroptera (ploštice), Odonata (vážky), Diptera (dvoukřídílí) a třídy Gastropoda (plži) měkkýšů. Makrozoobentos se v tůni vyskytoval po celé zkoumané období, nejhojněji však od konce jara do začátku podzimu. Při povodni 30. 9. byla většina druhů odplavena, na místě jsem odebrala pouze několik zástupců zmíněných nejhojnějších druhů.

Diskuse

Chemismus vody

Srovnání fyzikálně-chemických vlastností vody v slepých ramenech Labe

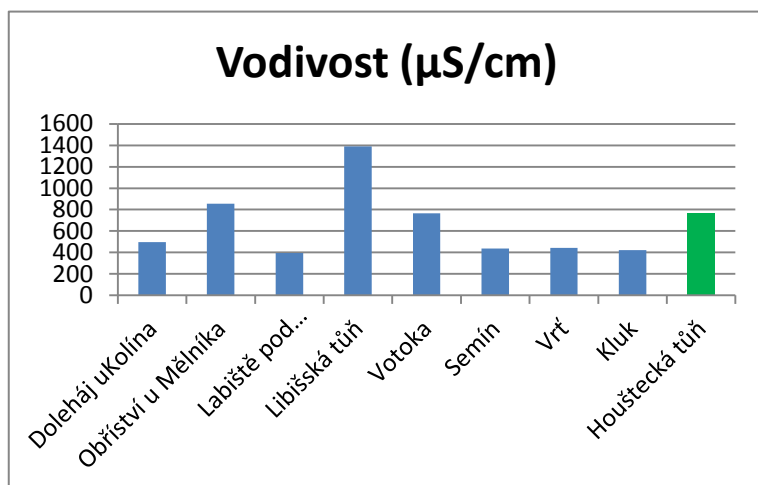
V letech 2002 – 2006 byl prováděn výzkum několika slepých ramen Labe. Jednalo se o Labiště pod Opočínkem (Klouček, 2002), Obříství u Mělníka (Šnajdr, 2002), Doleháj u Kolína (Chalupová, 2003), Libiř u Neratovic (Turek, 2004), Votoka, Semín, Vrt' a Kluk (Havlíková, 2007). Na těchto lokalitách byly měřeny stejné fyzikálně-chemické vlastnosti vody jako v Houštecké tůň, což mi umožnilo vzájemné porovnání různých slepých labských ramen. Pro účel tohoto srovnání jsem použila aritmetické průměry hodnot parametrů vody, které autoři prací naměřili na slepých ramenech v průběhu jednoho roku v sezóně od dubna do listopadu (u autorů, kteří měřili hodnoty pouze jedenkrát v každém ročním období, od jara do podzimu). Průměrné hodnoty naměřené na Houštecké tůň jsou v Grafech 6-10 vyznačeny zeleně.



Graf 6: Srovnání hodnot pH u různých slepých ramen Labe.

V porovnání s ostatními slepými rameny Labe má Houštecká tůň nejnižší pH. Její pH je neutrální, případně mírně zásadité, což je zřejmě dáno odčerpáváním CO_2 při fotosyntéze. Podle výsledků můžeme předpokládat, že intenzita fotosyntézy (a tudíž i množství fytoplanktonu) je v ostatních slepých ramenech Labe vyšší než v Houštecké tůň. Tento jev je nejlépe patrný u slepého ramene Doleháj u Kolína, které má také ze

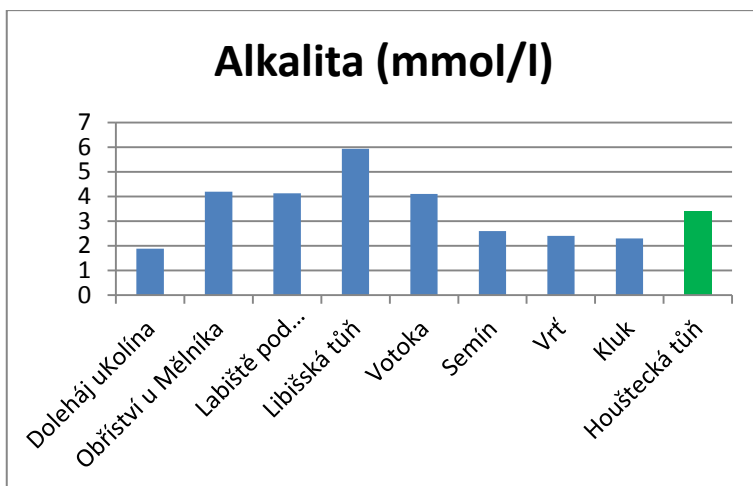
všech sledovaných lokalit nejnižší průhlednost (Graf 10). To ukazuje na masový výskyt fytoplanktonu a vysoké hodnoty pH v důsledku fotosyntézy.



Graf 7: Srovnání hodnot vodivosti u různých slepých ramen Labe.

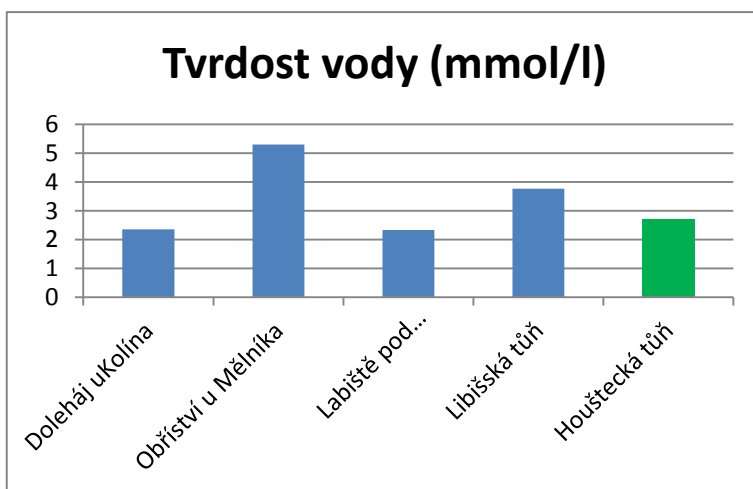
Vodivost Houštecké tůně byla vyšší než u většiny ostatních slepých ramen Labe. Její hodnota je srovnatelná pouze se slepými rameny Obříství u Mělníka a Votoka.

V případě Houštecké tůně může být vyšší celkové množství iontů ve vodě způsobeno zemědělským hospodařením v povodí Labe a odtokem vody z okolních pozemků do tůně. To je důvod zvýšené vodivosti i u slepých ramen Obříství a Votoka (Šnajdr, 2002; Havlíková, 2007). Velmi vysoká konduktivita v Libišské tůni je podle autora (Turek, 2004) dána zvýšeným obsahem chloridových aniontů a vápenatých kationtů ve vodě v tůni. Pokud hodnoty naměřené v Houštecké tůni srovnáme s hodnotami ve slepých ramenech jiných řek (Lužnice, Svratka), zjistíme, že hodnoty u Houštecké tůně (i u ostatních slepých ramen na Labi) jsou výrazně vyšší (Havlíková, 2007). Je to způsobeno geologickými podmínkami v povodí Labe a velkým množstvím znečišťujících látek antropogenního původu. V nivě Labe se jedná především o intenzivní zemědělství a znečištění vody ve městech. Řeka Labe, která s vodou v tůních komunikuje, poté ovlivňuje hodnotu jejich vodivosti.



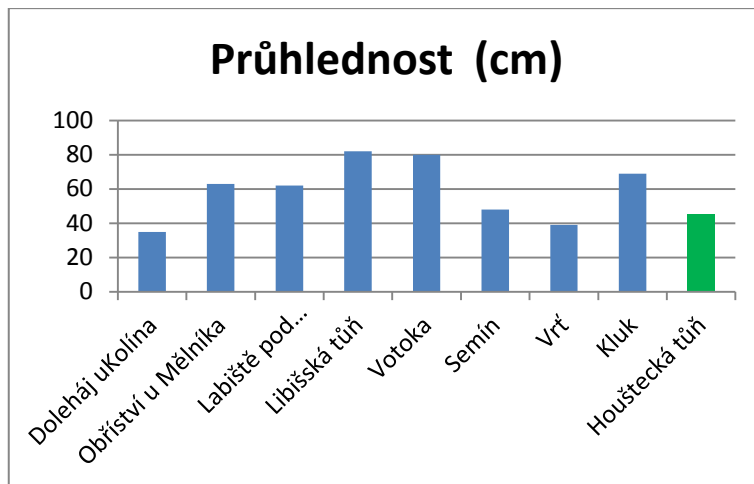
Graf 8: Srovnání hodnot alkality u různých slepých ramen Labe.

Alkalita v Houštecké tůni je v porovnání s ostatními slepými rameny Labe průměrná. Ve srovnání se slepými rameny jiných řek (Lužnice, Svratka) je její hodnota vyšší, což opět souvisí se složením geologického podloží a antropogenními aktivitami v Polabí. Vody s vyšší alkalitou mají vyšší produktivitu (Lellák a Kubíček, 1992), což může být jedním z důvodů nízké průhlednosti vody a mírně zásaditého pH v tůni.



Graf 9: Srovnání hodnot tvrdosti vody u různých slepých ramen Labe.

Hodnoty tvrdosti vody v Houštecké tůni jsou v porovnání s jinými slepými rameny Labe průměrné. Znamená to, že Houštecká tůň není extrémně znečišťována vypouštěním odpadních vod bohatých na dvoumocné kationty. Vysoká hodnota tvrdosti v slepém rameni Obříství je dána přítokem potoka Černavky, který toto slepé rameno znečišťuje (Šnajdr, 2002).



Graf 10: Srovnání hodnot průhlednosti vody u různých slepých ramen Labe.

Průhlednost vody je v Houštecké tůni celoročně poměrně nízká, což ukazuje na vysoký rozvoj fytoplanktonu a nepřímo tak také na vysoký predanční tlak ryb, který způsobuje, že filtrující zooplankton není schopen kontrolovat množství sinic a řas. Vzhledem k průměrné průhlednosti 45 cm v období vegetační sezóny můžeme vodu Houštecké tůně pokládat za eutrofní. Podobně je tomu i v ostatních slepých ramenech řeky Labe. Vysoká míra eutrofizace je způsobena znečišťujícími látkami ze zemědělství a hustým osídlením v okolí Labe. Nízká průhlednost, svědčící o vysokém množství fytoplanktonu, je také jedním z důvodů, proč je ve všech sledovaných ramenech Labe zásadité pH. Při srovnání průhlednosti tůní Labe, Svatky a Lužnice (Havlíková, 2007) je v tůních Lužnice a Svatky vyšší průhlednost. Může to být dáno menší biomasou fytoplanktonu. Toto tvrzení podkládá i hodnota pH, které bylo v tůních Lužnice neutrální až kyselé (Havlíková, 2007).

Porovnání fyzikálně-chemických parametrů s úhrnem srážek

Naměřené hodnoty fyzikálně-chemických vlastností vody a průhlednosti se v některých odběrových dnech výrazněji lišily od průměrných hodnot ve sledovaném období, do kterého jsem nezahrnula extrémní stav při povodni 30. 9. To může být ovlivněno několika faktory. Jedním z důvodů změn chemismu jsou zcela jistě sezónní změny poměrů v tůni, zejména kvalitativní a kvantitativní změny v oživení. Dalším důvodem je u menších vod obvykle úhrn srážek, které spadly ve dnech před odběrem.

Rozhodla jsem se vztáhnout nejnápadnější změny pH, tvrdosti, alkality, vodivosti a průhlednosti k množství srážek za den před odběrem a k průměrným denním srážkám za 3, 4 a 5 dní před odběrem. Přehled denních úhrnů srážek před odběrovými daty zachycuje Tab. 2. Při srovnání množství spadlých srážek s výslednými parametry vody můžeme skutečně pozorovat souvislost změn některých parametrů s množstvím srážek.

Vysoké hodnoty tvrdosti a alkality byly naměřeny v některých dnech, kterým předcházela minimální úhrn srážek (1. 11., 19. 4.). U tvrdosti je to zřejmě tím, že čím je v tůni méně dešťové vody, tím jsou v ní ionty koncentrovanější a tím je také tvrdost vyšší. Dešťová voda má kyselé pH, čímž snižuje alkalitu vody v tůni. Při malém úhrnu srážek je tedy alkalita vody vyšší. Obě tyto závislosti jsou v opačné podobě pozorovatelné na parametrech vody ze dne 30. 9., kterému předcházely vysoké srážkové úhrny a Labe i jeho stará ramena byly rozvodněné. Tento den byla v tůni velmi nízká tvrdost i alkalita. Množstvím srážek je podle výsledků ovlivňována i vodivost vody v tůni, což můžeme pozorovat znovu dne 30. 9. Vodivost byla nízká, protože voda v tůni byla „naředěná“ velkým množstvím dešťové vody s velmi nízkou vodivostí. Důvodem snížené průhlednosti je při silných deštích zvíření částic ze dna, které se dostanou do vodního sloupce, a zvýšený přísun organického i anorganického materiálu z povodí.

Při srovnání množství srážek a hodnot pH (respektive koncentrací H^+ iontů, které jsem vypočetla z hodnot pH) není vidět jednoznačná závislost mezi těmito dvěma faktory. Předpokládám proto, že pH vody je nejvíce ovlivňováno intenzitou fotosyntézy sinic a řas, rozkladem organické hmoty a respirací živočichů. To dokazuje, že oživení tůně (množství a druhové složení organismů) má skutečně velký význam pro fyzikálně-chemické vlastnosti její vody.

Statistické zpracování výsledků

Zjišťovala jsem statistickou korelaci mezi jednotlivými fyzikálně-chemickými parametry vody (tvrdost, alkalita, vodivost, koncentrace H^+ iontů) a úhrnem srážek před odběrem (úhrnem za 1, 3, 4 a 5 dnů). Nezjistila jsem žádnou statisticky významnou korelaci mezi jednodenním úhrnem srážek před odběrem a fyzikálně-chemickými vlastnostmi vody. Statisticky významná korelace se začala projevovat u srážkových úhrnů během tří dnů před odběrem a korelační koeficient (r) dosahoval maximálních

hodnot pro úhrny srážek v období 5 dnů před odběrem, přičemž rozdíly v korelacích pro 4 a 5 dní byly nevýznamné. Pro výpočty jsem proto zvolila průměr úhrnů srážek za období 5 dnů před odběrem. Nejvyšší korelaci pro úhrny srážek v období 5 dnů před odběrem si vysvětluji tím, že podíl dešťových srážek, které dopadnou přímo na tůň, je nepatrný, a vzhledem ke vzdálenosti tůně od hlavního toku řeky bude výměna vody formou podzemního odtoku velmi pomalá. Proto bude voda v tůni doplňována hlavně podpovrchovým odtokem z okolních pozemků (povodí), se zpožděním 3 nebo více dní po dešti (J. Křeček, ústní sdělení). Pro srážkové úhrny pro dobu delší než 5 dnů před odběrem již byla korelace statisticky nevýznamná.

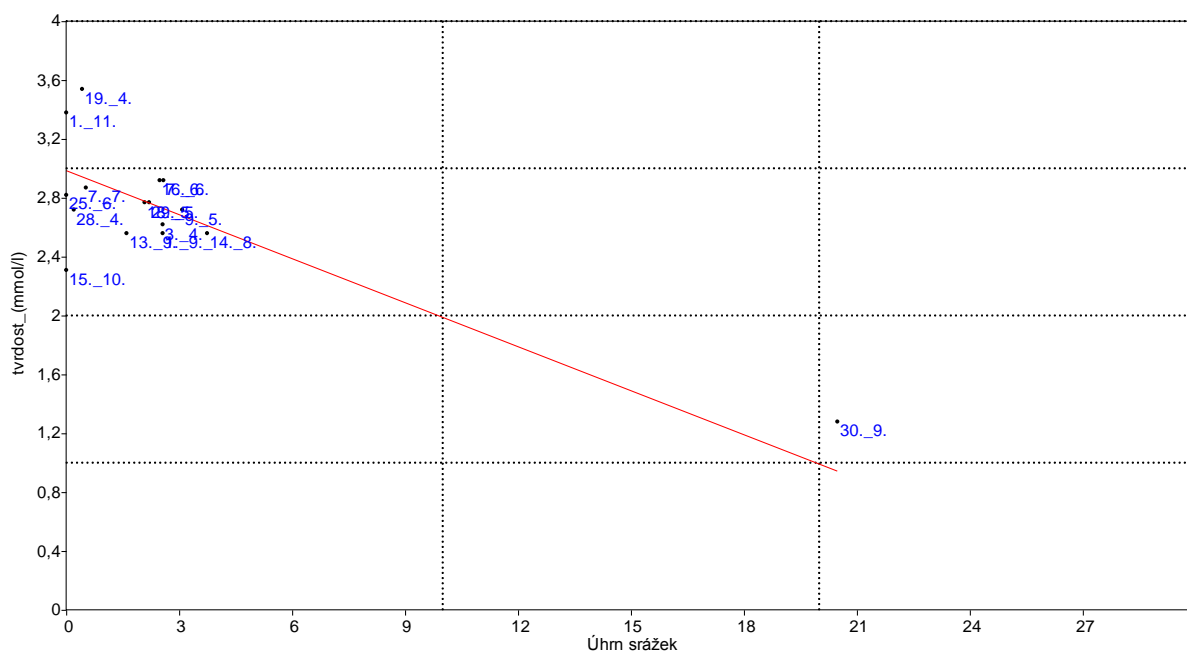
Korelační koeficienty jsem spočetla nejdříve pro hodnoty fyzikálně-chemických parametrů vody ve všech odběrových dnech, poté jsem stejné výpočty provedla pro data bez odběrového dne 30. 9. (6 dní před tímto datem se výrazně zvýšil úhrn srážek, což mělo za následek povodeň na Labi, která způsobila vysokou odchylku hodnot fyzikálně-chemických parametrů). Při zahrnutí hodnot pro všechny odběrové dny se lineární i pořadová korelace mezi koncentrací H^+ iontů a úhrnem srážek ukázala jako statisticky nevýznamná (u lineární korelace $r=-0,028$, $p=0,197$, u pořadové korelace $r=0,122$, $p=0,654$). U tvrdosti, alkality a vodivosti jsem ve vztahu k průměrnému úhrnu srážek zjistila lineární korelaci (Grafy 11–13). Mohu tedy říci, že průměrný úhrn srážek za 5 dní před odběrem ovlivňuje tvrdost, alkalitu i vodivost vody v tůni. Velmi podobných výsledků jsem dosáhla pro průměrný úhrn srážek za 4 dny před odběrem.

Při výpočtu statistické korelace s využitím hodnot pouze ze standardních odběrových dní (tedy bez hodnot ovlivněných povodní ze dne 30. 9.) jsem získala poněkud odlišné výsledky. Statisticky významná korelace se projevila pouze mezi alkalitou a úhrnem srážek (Graf 14). U tvrdosti, pH, vodivosti a průhlednosti byla korelace statisticky nevýznamná: tvrdost $r=-0,329$, $p=0,231$; pH $r=0,179$, $p=0,523$; vodivost $r=-0,459$, $p=0,085$; průhlednost $r=-0,315$, $p=0,252$ (Grafy 15, 16). Na základě takto vybraných parametrů jsem potvrdila pouze pro alkalitu vody, že je ovlivňována průměrným úhrnem srážek 5 dní před odběrem.

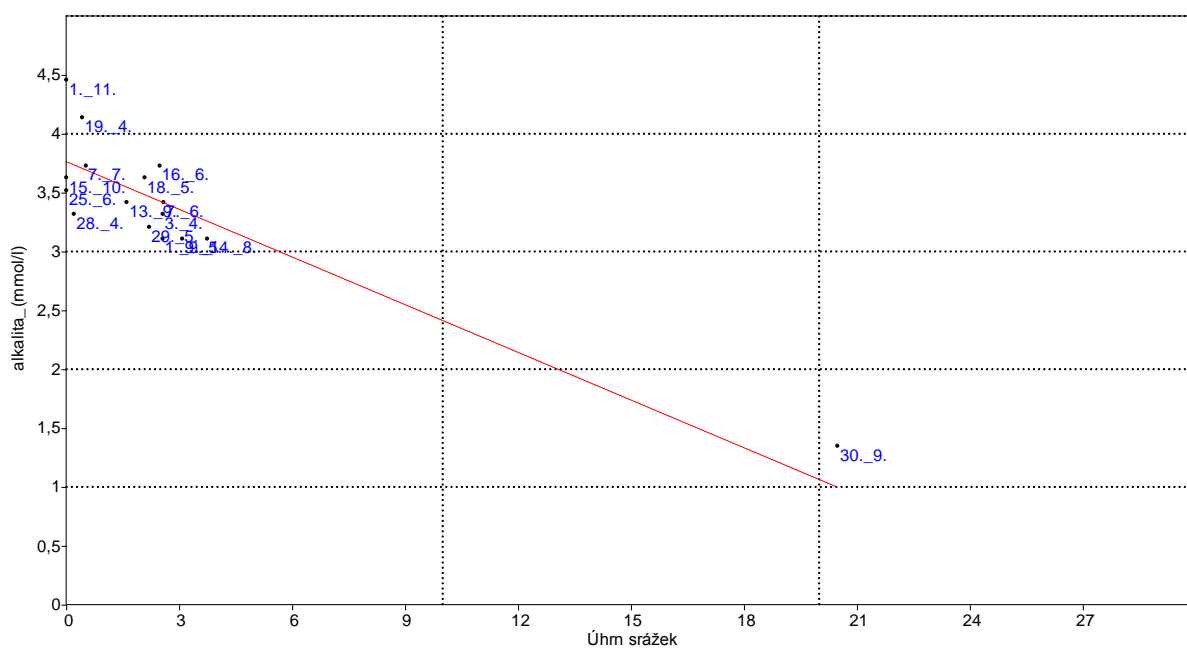
U hodnot fyzikálně-chemických parametrů vody pro standardní dny je vidět jejich nejvyšší rozptyl při minimálním až nulovém úhrnu srážek (Grafy 11–13). Vysvětluji si to tím, že za sucha či nízkých srážek jsou tyto parametry ovlivňovány jinými faktory prostředí. Korelace mezi množstvím srážek a fyzikálně-chemickými parametry vody

tedy platí pouze pro data, kdy je úhrn srážek před odběrem nenulový a spíše vyšší. Tuto hypotézu však nelze na základě mého souboru dat věrohodně ověřit, protože není dostatečně velký. Po vyjmutí dní s nulovým úhrnem srážek před odběrem (25. 6., 15. 10., 1. 11.) se projevila statisticky významná korelace u vodivosti a alkality mezi jejich hodnotami a průměrným úhrnem srážek za 5 dní před odběrem (vodivost $p=0,00025$, $r=0,75$; alkalita $p=0,03$, $r=-0,62$). Korelace mezi tvrdostí vody a úhrnem srážek byla i po vyjmutí dat s nulovými srážkami statisticky nevýznamná ($p=0,096$, $r=-0,50$), proto se domnívám, že tvrdost je ve větší míře ovlivňována jinými vlastnostmi prostředí, než je úhrn srážek.

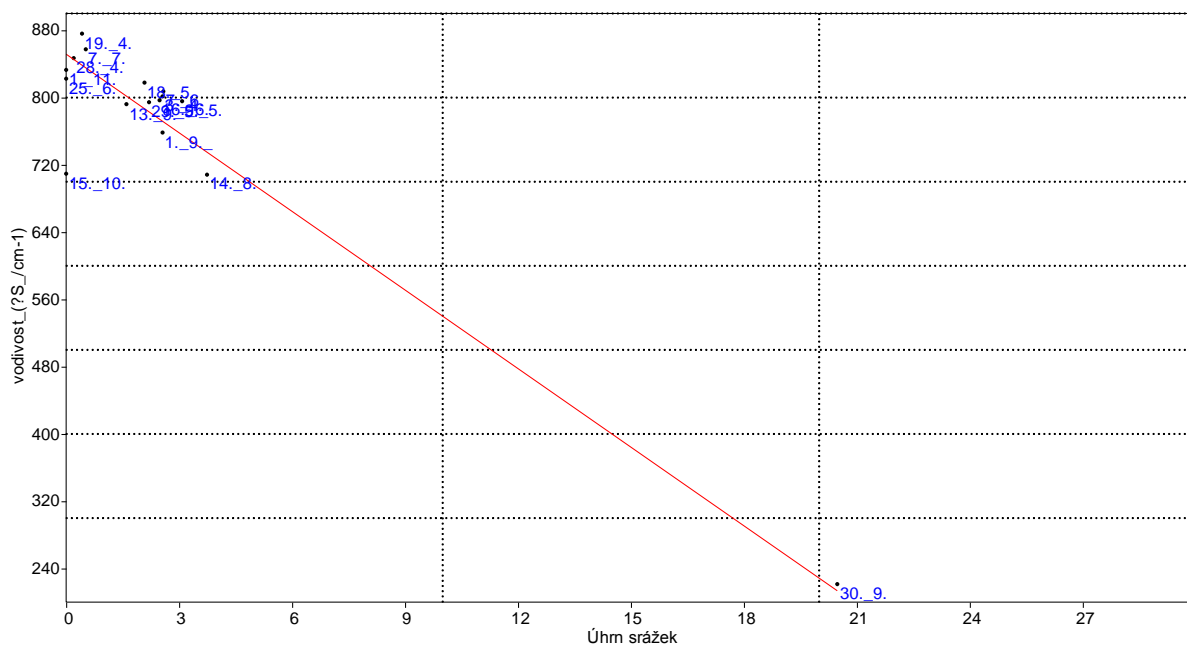
Pokoušela jsem se vztáhnout stejné parametry vody také k hodnotám denních průtoků v Labi, na základě údajů z ČHMÚ, a to pro 1, 3, 4 a 5 dní před odběrem. Výsledné korelace byly u vodivosti, alkality a tvrdosti obdobné, ale slabší; hodnoty pH ani průhlednosti nevykazovaly žádnou závislost.



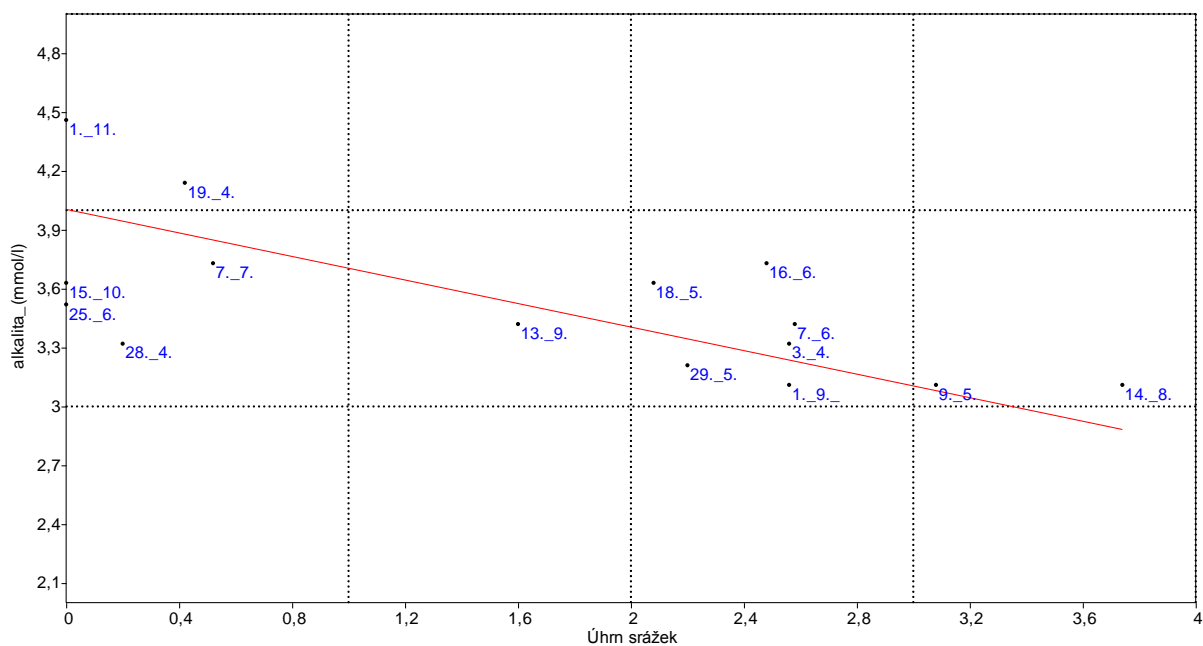
Graf 11: Lineární korelace mezi průměrným úhrnem srážek za 5 dní před odběrem (mm) a tvrdostí vody (mmol l^{-1}): $r=-0,809$, $p=0,000149$.



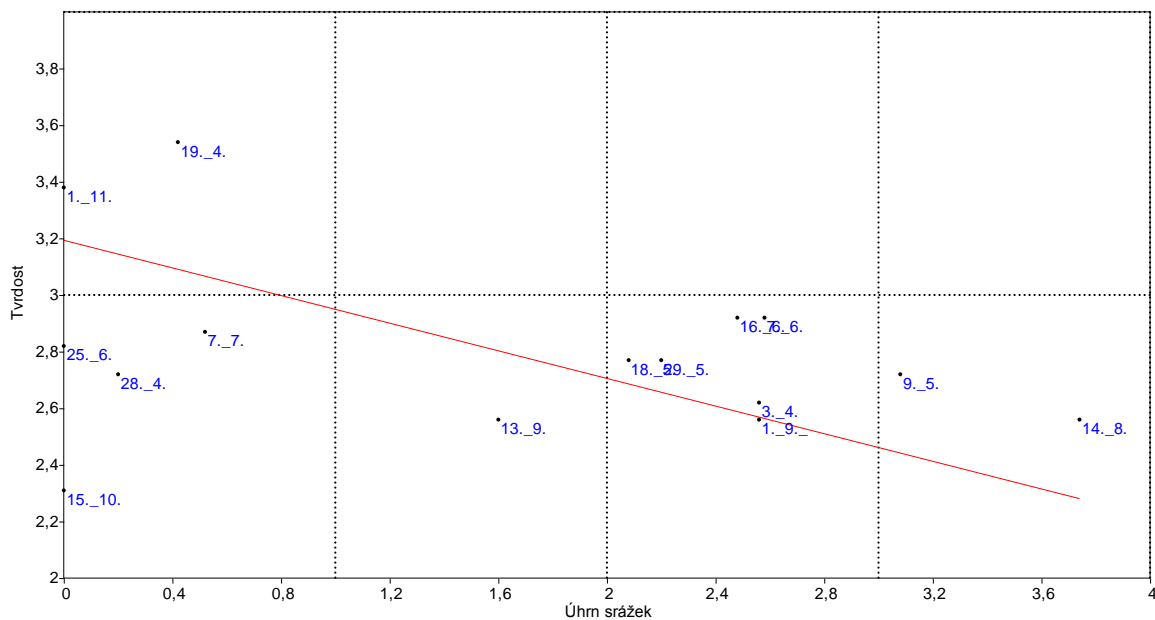
Graf 12: Lineární korelace mezi průměrným úhrnem srážek za 5 dní před odběrem (mm) a alkalitou vody (mmol l^{-1}): $r=-0,891$, $p=3,77 \cdot 10^{-6}$.



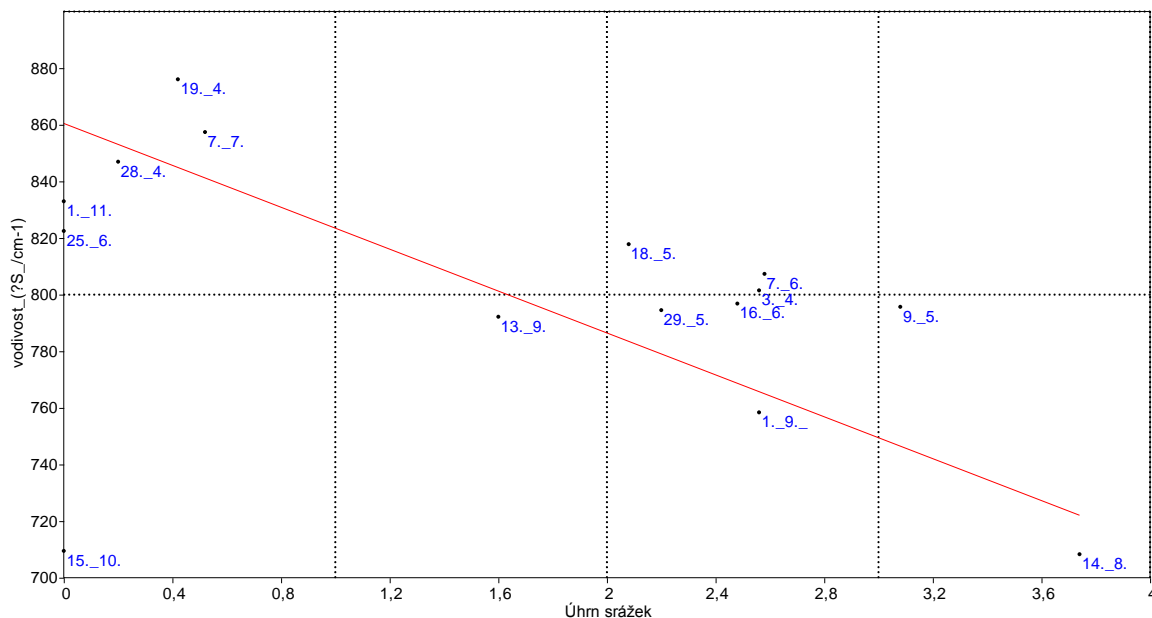
Graf 13: Lineární korelace mezi průměrným úhrnem srážek za 5 dní před odběrem (mm) a vodivostí ($\mu\text{S cm}^{-1}$): $r=-0,957$, $p=6,37 \cdot 10^{-9}$.



Graf 14: Lineární korelace mezi průměrným úhrnem srážek za 5 dní před odběrem (mm) a alkalitou (mmol l^{-1}) počítaná pouze pro hodnoty alkality ve standardních odběrových dnech: $r=-0,645$, $p=0,0094$.



Graf 15: Lineární korelace mezi průměrným úhrnem srážek za 5 dní před odběrem (mm) a tvrdostí (mmol l^{-1}) počítaná pouze pro hodnoty tvrdosti ve standardních odběrových dnech: $r=-0,33$, $p=0,23$).



Graf 16: Lineární korelace mezi průměrným úhrnem srážek za 5 dní před odběrem (mm) a vodivostí ($\mu\text{S cm}^{-1}$) počítaná pouze pro hodnoty vodivosti ve standardních odběrových dnech: $r=-0,46$, $p=0,085$).

Zooplankton

Podle složení zooplanktonu, ve kterém dominovali vířníci a menší perloočky a chyběly výrazněji zastoupené velké druhy nebo jejich dospělí jedinci, a podle trvale nízké průhlednosti (což ukazuje na vyšší biomasu fytoplanktonu v tůni) můžeme Houšteckou tůň přiřadit k jezerům s trvalou rybí obsádkou a vysokým predačním tlakem planktonožravých ryb (Hrbáček, 1965). Podle Havlíkové (2007) je tento typ jezer často propojen s řekou, což umožňuje neustálé obnovování rybí obsádky. V případě Houštecké tůně je rybí obsádka doplňována místním rybářským svazem, jehož revírem tato tůň je (Bratka, 2007).

Zajímavé bylo, že z dospělých buchanek druhu *Cyclops vicinus* jsem ve všech vzorcích pozorovala téměř výhradně pouze samce. To je podle J. Fotta (ústní sdělení) s největší pravděpodobností dáno způsobem odběru (vrhy sítí od břehu) a tím, že samci byli

zřejmě na rozdíl od samic soustředění v litorálu. V planktonu, kde jsou přítomni dospělí samci a velké množství nauplií, však musíme předpokládat výskyt jedinců obou pohlaví. Nabízí se vysvětlení, že dospělé samice, které jsou zejména s ovisaky (váčky s vajíčky, které nosí samice až do vylíhnutí larev na zadní části těla) ve vodním sloupci nápadné, byly v Houštecké tůni selektivně vyžírány rybami. Existuje dokonce hypotéza, že vajíčka z ovisaků procházejí trávicím traktem ryb zčásti neporušená a po vyloučení se z nich líhnou naupliové larvy (J. Fott, D. Vondrák, ústní sdělení).

U perloočky *Daphnia galeata* jsem v období vrcholného léta (při odběrech 14. 8. a 1. 9.) pozorovala na hlavě tzv. přilbu – výběžek chitinózního hlavového krunýře. Vytváření přilby je jev zvaný cyklomorfóza, tedy změna tvaru těla perloočky v průběhu sezóny (Hrbáček, 1959). Přilba je adaptací na vyšší teplotu (a z ní plynoucí nižší viskozitu) vody a na vodní proudy (pomáhá perloočce udržet se ve vodním sloupci). V drobnějších vodách (mezi něž patří i Houštecká tůň) se začínají tvořit vyrovnávací cirkulační tepelné proudy až na podzim (Hrbáček, 1959). Z tohoto důvodu a také pro vyšší teploty vody v letním období jsem zřejmě přilby u perlooček druhu *Daphnia galeata* pozorovala právě na přelomu léta a podzimu.

Na základě údajů o bionomii jednotlivých druhů lze říci, že ideální podmínky pro život nejpočetněji zastoupených druhů zooplanktonu odpovídají podmínkám v Houštecké tůni. Organismy, které jsem zde našla, se dají podle svých nároků na prostředí rozdělit do několika skupin. Jsou to druhy s širokou ekologickou valencí (*Asplanchna priodonta*, *Chydorus sphaericus*), které obývají velkou škálu stanovišť. Dále se jedná o druhy, které potřebují ke svému životu nížinné vodní nádrže a dobře snášejí eutrofizaci (*Keratella quadrata*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina longirostris*). Posledním typem organismů z hlediska nároků na prostředí jsou druhy, potřebující k životu nížinné tůně a mající navíc ještě nějaký specifický požadavek (*Keratella cochlearis* – preference alkalické vody) (Bartoš, 1959).

Z nejpočetněji zastoupených druhů v Houštecké tůni mají *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Ceriodaphnia pulchella* a *Bosmina longirostris* tendenci vyskytovat se ve vodě v určité části sezóny ve velkých masách (Bartoš, 1959). To se projevilo i ve velkém počtu těchto zástupců zooplanktonu v tůni a to po většinu sledovaného období.

V tůni se dne 3. 4. vyskytovalo velké množství kopepoditů, poté jsem pozorovala jejich citelný úbytek a znovu se objevili až v půlce května. Tuto nápadnou „mezeru“ v jejich výskytu vysvětluje jev zvaný diapauza. Klanonožci (buchanky i vznášivky) často, nejen v zimním období, ve stádiu kopepodita zalézají do sedimentu dna, kde tráví část života. V té době nerostou ani se nesvlékají a po určité době vylézají zpět do volné vody, kde se dále vyvíjejí. Diapauza je adaptací na podmínky prostředí, zejména na přechodný nedostatek potravy; u některých druhů je dána i geneticky. Vývojový cyklus a životní strategie se u různých druhů klanonohých korýšů liší (J. Fott, ústní sdělení).

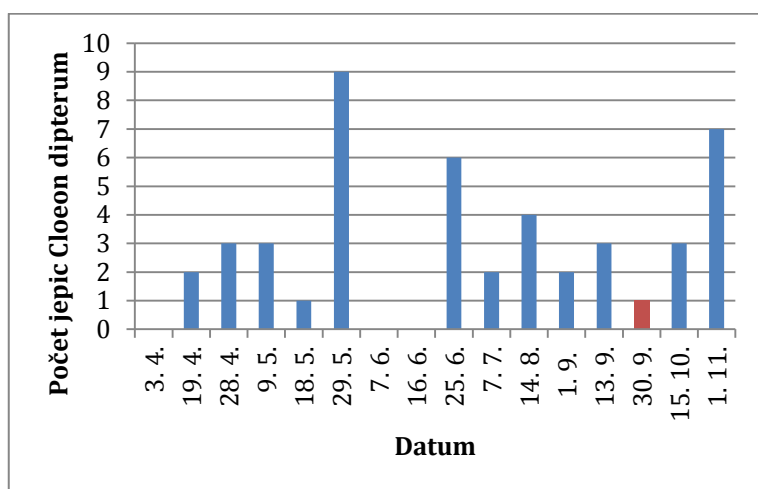
V letech 2005 – 2007 studovala P. Havlíková (Havlíková, 2007) zooplankton ve čtyřech slepých ramenech Labe (Vrt', Kluk, Votoka a Semín). To mi umožnilo srovnat složení zooplanktonu v těchto ramenech s jeho zastoupením v Houštecké tůni. Srovnávala jsem údaje, které se časově shodovaly s odběry planktonu z Houštecké tůně (tj. jaro – podzim).

Druhové složení zooplanktonu bylo ve všech slepých ramenech Labe podobné. Jinak je tomu při srovnávání početnosti druhů. V Houštecké tůni dominovali na jaře vířníci, v létě perloočky a na podzim byly obě tyto skupiny zastoupeny přibližně stejně. Klanonožci byli zastoupeni během celého roku, ovšem v menším počtu než perloočky a vířníci. Jezera Vrt', Votoka a Semín se od sebe početností skupin planktonu příliš nelišila. Ve všech byli dominantní skupinou vířníci, kteří tvořili 60 - 100 % vší biomasy zooplanktonu. Druhou nejpočetnější skupinou byli klanonožci, kteří představovali asi 5 - 30 % biomasy zooplanktonu. Perloočky byly zastoupeny nejméně, v některých případech dokonce vůbec (Havlíková, 2007). Jinak vypadala situace v slepém rameni Kluk. Přibližně 50 % biomasy zooplanktonu v něm tvořili klanonožci. Perloočky a vířníci byli v jezeře zastoupeni přibližně stejně (Havlíková, 2007). Rozdíly v zastoupení skupin zooplanktonu mezi jednotlivými slepými rameny jsou zřejmě dány rozdílnou intenzitou predačního tlaku ryb. Odlišnost v početním zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu mezi Houšteckou tůní a ostatními labskými rameny může být dána také jiným průběhem vegetační sezóny (např. jiným úhrnem a rozložením srážek a teplotou).

Makrozoobentos

Všichni nalezení zástupci makrozoobentosu patří mezi běžné živočichy tůní a eutrofních vod, takže jejich nároky na prostředí zcela odpovídají podmínkám Houštecké tůně. Výskyt máloštětinatců (Oligochaeta) a larev pakomárů (Chironomidae) poukazuje na bahnitě dno a nízké koncentrace kyslíku u dna tůně.

Druhová bohatost zachyceného makrozoobentosu je poměrně nízká, což je nejspíše zčásti dáno způsobem mých odběrů u břehu tůně – na malé ploše a po krátký časový úsek. Výsledky odrážejí pouze diverzitu litorálu, který je však obvykle nejbohatěji osídlen. Dalším a pravděpodobně hlavním důvodem nízké druhové bohatosti je vysoký predanční tlak ryb v tůni. Jeho následky jsem pozorovala u larev jepice *Cloeon dipterum*: po většinu sezóny se v tůni vyskytovali jen menší jedinci s nápadně olámanými tělními přívěsky (štěty, paštětem, tykadly). Tato poškození mohou být způsobena rybami, kterým se nepodařilo jepici ulovit, a utrhy jí pouze některou vyčnívající část těla. Posledním důvodem nízké diverzity makrozoobentosu je zřejmě přílišná úživnost vody tůně. To zvyhodňuje menší spektrum druhů, které jsou způsobem života dobře adaptované na eutrofní podmínky, velké množství organického materiálu a pravděpodobně nižší obsah kyslíku u dna.



Graf 17: Změny četnosti larev jepice *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera, Baetidae) v průběhu sezóny 2010 (povodeň 30. 9. je vyznačena červeně).

Graf 17 ukazuje změny početnosti nejběžnějšího organismu v bentosu Houštecké tůně – larev jepice *Cloeon dipterum*. Četnost larev této jepice rostla v mých vzorcích až do vrcholného jara, zčásti možná i proto, že starší (=větší) larvy – tzv. najády – se s větší pravděpodobností zachytávaly v sítu. Kompletní vymizení v první polovině června bylo způsobeno proměnou larev v dospělce a s tím spojeným vylétnutím na souš. Hromadný (synchronizovaný) výlet je pro některé druhy jepic typický (Rozkošný a kol., 1980). Vymizení najád mohlo být ještě podpořeno intenzivním predacním tlakem ryb v tomto období. Na konci června (25. 6.) již byly opět ve vzorku zachyceny nově vylíhlé larvy. Podle Lelláka (1985) se po oplození na souši vajíčka vyvíjejí asi 10 dní v těle samice, která potom klade do vody rovnou larvy. V průběhu léta a podzimu zůstávala početnost larev jepic přibližně konstantní. Jejich vyšší četnost 1. 11. si vysvětlují nižší predací ryb v tomto období a tím, že v tůni dospívala další generace jepic a chystala se k výletu.

Závěr

V této práci jsem se zabývala základními abiotickými a biotickými parametry starého labského ramene Houštecká tůň (Staré Labe) ve Staré Boleslavi s cílem doplnit poznatky o historii a současném stavu fluviálních jezer v České republice, a napomoci tak vymezení významu těchto ekosystémů v naší přírodě a jejich účinné ochraně.

Houštecká tůň vznikla oddělením přirozeného ramene Labe od jeho hlavního toku při regulaci řeky ve třicátých letech 20. století a následně postupným zazemňováním. Má pro říční jezera typický podlouhlý, prohnutý tvar, plochu 1,4 ha a hloubku až 2,20 m a je vzdálena od hlavního toku Labe přibližně 1,2 km. Leží v nadmořské výšce 170 m a její charakter do značné míry ovlivňuje to, že je rybářsky obhospodařována.

V průběhu vegetační sezóny (od dubna do listopadu) 2010 jsem ve dvou- až třítydenních intervalech zjišťovala vybrané fyzikálně-chemické parametry vody, průhlednost a složení zooplanktonu a makrozoobentosu. Údaje o chemismu vody jsem vztáhla k úhrnu srážek před odběrem. Veškeré odběry, třídění a determinaci organismů a statistickou analýzu jsem prováděla sama s odbornou pomocí, kterou v práci zmiňuji, fyzikálně-chemické vlastnosti vody byly stanoveny servisně na pracovišti vedoucí práce. Výsledky jsem porovnávala s údaji z jiných slepých ramen Labe i slepých ramen dalších řek (Lužnice, Svratka).

Zjištěné hodnoty tvrdosti vody (za standardních srážkových poměrů 2,3–3,5 mmol l⁻¹) a alkality (3,1–4,5 mmol l⁻¹) byly v Houštecké tůni v porovnání s jinými slepými rameny Labe průměrné. Alkalita byla vyšší než u slepých ramen Lužnice a Svratky, což souvisí s charakterem geologického podloží a antropogenními aktivitami v Polabí (intenzivní zemědělství, vysoká míra urbanizace v okolí Labe,...). Vodivost vody Houštecké tůně byla vyšší než u většiny ostatních slepých labských ramen (708–876 μS cm⁻¹) a výrazně vyšší než u slepých ramen Lužnice a Svratky. Důvodem je zřejmě intenzivní zemědělské hospodaření a vysoká míra znečištění v Polabí. Za povodňového stavu 30. 9. 2010 však byly nalezené hodnoty tvrdosti, alkality i vodivosti mnohem nižší (tvrdost 1,3 mmol l⁻¹, alkalita 1,4 mmol l⁻¹ a vodivost 221 μS cm⁻¹).

pH Houštecké tůně bylo po celé sledované období neutrální až mírně zásadité (7,11–8,07) a průhlednost vody nízká (20–90 cm). Obojí ukazuje na vysokou biomasu fytoplanktonu a nepřímo také na vysoký predační tlak ryb v tůni. K produktivitě tůně

může přispívat i její vyšší alkalita. Průměrná hodnota průhlednosti v období vegetační sezóny (0,45 m) řadí Houšteckou tůň mezi eutrofní vody podobně jako ostatní slepá ramena řeky Labe, která mají vyšší hodnoty pH a podobně nízké hodnoty průhlednosti. Tůň Lužnice a Svratky však vykazují vyšší hodnoty průhlednosti a nižší pH, zřejmě v důsledku nižší biomasy fytoplanktonu.

Ověřila jsem, že naměřené hodnoty některých fyzikálně-chemických parametrů vody v Houštecké tůni (tvrdosti, alkality a vodivosti) vykazovaly statisticky významnou korelaci s úhrnem srážek v období před odběrem, a to nejtěsněji s průměrným množstvím srážek za 4–5 dní před odběrem. Naznačuje to, že voda v tůni je doplňována hlavně podpovrchovým odtokem z povodí, se zpožděním 3 nebo více dní po dešti. Tento vztah jsem však neprokázala pro pH, respektive koncentraci H^+ iontů ve vodě, což si vysvětluji tak, že pH vody závisí především na intenzitě fotosyntézy sinic a řas, rozkladu organické hmoty a respiraci živočichů a rostlin.

Stejně parametry vody jsem se pokoušela vztáhnout také k hodnotám denních průtoků v Labi. Výsledné korelace byly u vodivosti, alkality a tvrdosti obdobné, ale slabší; hodnoty pH ani průhlednosti nevykazovaly žádnou závislost.

Složení zooplanktonu v tůni se v průběhu sledovaného období mírně měnilo, typická byla převaha malých organismů, což dokazuje selektivní vyžírání větších druhů zooplanktonu rybami. Nejpočetněji zastoupeni byli vířníci (Rotifera) a perloočky (Cladocera). Z klanonožců (Copepoda) se v tůni vyskytovaly v menším množství buchanky (Cyclopoidea). U perloočky *Daphnia galeata* jsem na přelomu léta a podzimu pozorovala cyklomorfózu, která se projevila přítomností přílby.

Druhovým složením zooplanktonu byla Houštecká tůň srovnatelná s jinými slepými rameny Labe, ale kvantitativní zastoupení druhů se u různých těchto ramen lišilo.

Druhová diverzita makrozoobentosu byla nízká; nejběžnějšími představiteli byli v Houštecké tůni stejnonozí korýši druhu *Asellus aquaticus* (beruška vodní) a larvy jepice *Cloeon dipterum*. To souvisí zřejmě s vysokým predčním tlakem ryb v tůni, vysokou úživností vody, anoxií nebo nízkými hodnotami kyslíku u dna a způsobem odběru makrozoobentosu (pouze v oblasti litorálu).

Slepá ramena Labe jsou pokládána za cenné a významné ekosystémy, které tvoří útočiště pro mnohé druhy organismů, zvyšují diverzitu říční nivy, zpestřují krajinu,

pomáhají při regulaci povodní a jsou důkazem původního toku Labe. Tato práce ukazuje, jak bohatý a složitý může takový ekosystém být. Parametry chemismu a oživení se vzájemně ovlivňují a na obojí působí dále vnější faktory (znečištění, přísun organického materiálu, přísun srážkové vody, komunikace s hlavním říčním korytem aj.). Při srovnání různých labských slepých ramen mezi sebou a jejich porovnání se slepými rameny Lužnice a Svratky jsem pozorovala některé odlišnosti. To ukazuje na pestrost a různorodost těchto ekosystémů a potřebu je chránit, protože se liší podmínkami svého vzniku a zachování a citlivostí vůči změnám říčních toků a krajiny.

Domnívám se, že pro zlepšení podmínek v Houštecké tůni by bylo dobré zamezit v jejím okolí intenzivnímu zemědělství a s ním spojené eutrofizaci vody. Problémem v ochraně tůně je i zástavba domů na jednom jejím břehu, která pravděpodobně také přispívá k eutrofizaci vody v slepém rameni. Pro zachování tůně je potřebná údržba v podobě občasného odstranění sedimentu (jako to bylo provedeno v roce 2007), aby nedošlo k jejímu úplnému zazemnění. Bohatšímu složení zooplanktonu a živočišného bentosu a zvýšení průhlednosti by napomohlo snížení či změna rybí obsádky (např. odlov, omezené dosazování ryb nebo vyšší podíl dravých ryb).

Seznam literatury

- BARTOŠ, E. *Fauna ČSR: Viřníci, Rotatoria*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1959.
- BERAN, L. *Vodní měkkýši ČR*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 1998. ISBN 80-90469-4-X.
- BRATKA, J. *Zpráva k ukončení revitalizační akce Staré Labe*. Zelený svět, 2007.
- ELEXOVÁ, E. a kol. *Konzumenty I. Makrozoobentos – permanentná zložka*. Bratislava: Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd na Slovensku, 2000. ISBN 80-968282.
- HAVLÍKOVÁ, P. *Srovnávací studie fluviálních jezer středního Polabí, horní Lužnice a Svatky u Milov*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2011.
- HAVLÍKOVÁ, P., JANSKÝ, B. *Biologické hodnocení jakosti vody – srovnávací studie říčních toků a jezer fluviálního původu. Závěrečná zpráva, Projekt č. 321/2004/B-GEO/PrF. PřF UK Praha, 2007.*
- HRBÁČEK, J. *Circulation of water as a main factor influencing the development of helmets in Daphnia cucullata*. Hydrobiologia, 1959, s. 170-175.
- HRBÁČEK, J. *Hydrobiologie*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 1956.
- HRBÁČEK, J. a kol. *Limnologické metody*. Praha: SPN, 1985.
- HRBÁČEK, J. a kol. *Plankton of four backwaters related to their size and fish stock*. Rozpravy ČSAV 75, 1965.
- CHALUPOVÁ, D. *Limnologické poměry, kvalita vody a sedimentů ve starém labském rameni Doleháj u Kolína*. Diplomová práce. Ústav pro životní prostředí PřF UK Praha, 2003.
- CHALUPOVÁ, D., JANSKÝ, B. *Anthropogenic impact on selected oxbow lakes in the Elbe River floodplain*. Journal of Hydrology and Hydromechanics, 2007, vol. 55, no. 2, s. 86-97, ISBN 0042-790X.

CHALUPOVÁ, D., JANSKÝ, B. *Fluviální jezera středního Polabí – porovnání kvality vody a obsahu těžkých kovů v sedimentech*. Sborník České geografické společnosti, 2005, roč. 110, č. 3, s. 229-242. ISBN 80-7181-125-4.

JANSKÝ, B. *Tradice geografických výzkumů jezer na Karlově univerzitě*. Sborník České geografické společnosti, 1996, roč. 101, č. 1, s. 59-63.

JANSKÝ, B., ŠOBR, M. a kol. *Jezera České republiky – současný stav geografického výzkumu*. Praha: Katedra fyzické geografie PřF UK, 2003, ISBN 80-86561-05-4.

KLOUČEK, O. *Limnologické poměry, kvalita vody a sedimentů v Labišti pod Opočínkem*. Diplomová práce. Ústav pro životní prostředí PřF UK Praha, 2002.

KRÝŽOVÁ, E. *Vztah vegetace a faktorů prostředí vybraných labských tůní*. Diplomová práce. Ústav pro životní prostředí PřF UK Praha, 2007.

KŘTĚNOVÁ, M. *Limnologické poměry vybraných pískoven v povodí Lužnice*. Diplomová práce. Ústav pro životní prostředí PřF UK Praha, 2006.

LELLÁK, J., KOŘÍNEK, V. *Biologie vodních živočichů*. Univerzita Karlova v Praze, 1985.

LELLÁK, J., KUBÍČEK, F. *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova v Praze, 1992, ISBN 80-7066-530-0.

LANGHAMMER, J. *Geostatistická klasifikace změn kvality vody v povodí Labe*. Sborník České geografické společnosti, 2005, roč. 110, č. 1, s. 43-84, ISSN 1212-0014.

MAKOVINSKÁ, J., TÓTHOVÁ, L. *Zborník z hydrobiologického kurzu*. Rajecké Teplice: Slovenská limnologická spoločnosť, 2001.

Národní geoportál INSPIRE: Topografické mapy. [online]. [cit. 2011-12-10]. Dostupné na WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>.

PITHART, D. a kol. *Vodní ekosystémy v nivě*. In: PRACH, K., PITHART, D., *Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách*. Botanický ústav AV ČR Třeboň, 2003.

- PITTER, P. *Hydrochemie.*, Praha: VŠCHT, 1999. ISBN 80-03-00525-6.
- PIŽL, V., SCHENKOVÁ, J. *Aphanoneura a Oligochaeta*. Brno: Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity, 2002.
- PRACH, K. a kol. *Ekologie a rozšíření biomů na Zemi*. Praha: Scientia, 2009. ISBN 978-80-86960-46-3.
- PUNČOCHÁŘ, P. a kol. *Ekologická studie k ochraně a vytváření vodních struktur a břehových zón Labe*. Magdeburg: Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1994.
- RICHOUX, P. *Coléoptères aquatiques*. Lyon: Association Française de Limnologie, 1982.
- ROZKOŠNÝ, R. a kol. *Klíč vodních larev hmyzu*. Praha: Československá akademie věd, 1980. ISBN 509-21-857.
- STRAKA, M., SYCHRA, J. *Coleoptera*. Brno: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, 2007.
- ŠNAJDR, M. *Limnologické poměry, kvalita vody a sedimentů v mrtvém labském rameni u Obříství*. Diplomová práce. Ústav pro životní prostředí PřF UK Praha, 2002.
- ŠOBR, M. *Jezera České republiky – fyzickogeografické a fyzikálně-limnologické poměry*. Dizertační práce. Katedra fyzické geografie PřF UK Praha, 2007.
- ŠRÁMEK-HUŠEK, R. a kol. *Fauna ČSSR: Lupenonožci, Branchiopoda*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1962.
- ŠRÁMEK-HUŠEK, R. *Naši klanonožci*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1953.
- TUREK, M. *Libišská tůň v přírodní rezervaci Černínovsko: Současný stav a antropogenní narušení ekosystému fluviálního jezera z komplexně limnologického pohledu*. Sborník České geografické společnosti, 2005, roč. 110, č. 3, s. 243-254. ISBN 80-7181-125-4.
- TUREK, M. *Komplexní limnologická studie odstaveného labského ramene Libišská tůň v PR Černínovsko*. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie PřF UK Praha, 2004.

ZEMAN, O. *Polabské tůně a zátoky dříve a dnes*. Státní práce. Praha: Katedra botaniky
PřF UK v Praze 1949.

Přílohy

Tab. 3: Druhové složení zooplanktonu a dominantních druhů fytoplanktonu v Houštecké tůni v průběhu sezóny 2010. Povodeň dne 30. 9. je vyznačena modře.

x – velmi početné (dominantní) druhy

x – četné druhy

x – málo zastoupené druhy

(x) – druhy s ojedinělým výskytem

(zb) – nalezeny pouze chitinózní zbytky

*) přítomnost helmy.

Kontrolu správného určení provedla Z. Hořická, revizi mé determinace vířníků a klanonožců laskavě provedl Mgr. Daniel Vondrák z ÚŽP PřF UK.

Organismus / datum (2010)	3.4.	19.4.	28.4.	9.5.	18.5.	29.5.	7.6.	16.6.	25.6.	7.7.	14.8.	1.9.	13.9.	30.9.	15.10.	1.11.
Ciliophora, Spirotrichea																
Codonella	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tardigrada																
Rotifera																
Keratella cochlearis		x	x	x	x	x	x	(x)	x	x	x	x	x			x
Keratella quadrata	x	x	x	x	x		(x)	x	(x)			(x)				
Kellicottia longispina		x					(x)	x	x							
Keratella valga	x									x	x	x	(x)			
Asplanchna priodonta		(x)			x					x	x	x				
Synchaeta stylata	x															
Polyarthra	x									x						
Brachionus angularis	x	x	x						x							
Brachionus calyciflorus												x				
Lecane lunaris																
Bdelloidea	x	x														x
Crustacea, Cladocera																
Daphnia galeata				(x)						x	x*	x*				
Ceriodaphnia pulchella					(x)				(x)	x	x	x				
Bosmina longirostris	(zb)	(zb)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		(zb)	(zb)
Moina juv.											(x)					
Macrothrix laticornis																(x)
Alona tenuicauda							(x)									
Alona intermedia													(x)			(x)
Alonella exigua																(x)
Paracantha truncata												(x)				
Pleuroxus aduncus	(zb)															
Pleuroxus laevis		(zb)	(zb)													
Chydorus sphaericus	(zb)	(zb)		x		(x)				x	x	x	x	x	x	x
Chydoridae															(zb)	(zb)
Crustacea, Copepoda																
nauplia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	(x)			
koepoditová stádia	x	(x)	(x)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Cyclops vicinus (č)					x	x	x	x	x	x	x	x				
Ostracoda									(x)							
Oligochaeta																
Nais		(x)														
Chromalveolata																
rozsivky	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x
Zelené řasy																
Scenedesmus		x	x	x	x	x	x	x								
Pediastrum							x									
Dimorfní on		x	x	x	x	x	x									
jiné drobné zelené řasy		x	x	x	x	x										
Sinice																
Microcystis									x		x	x	x		(x)	(x)

Tab. 4: Druhové složení a četnost makrozoobentosu v Houštecké tůni v průběhu sezóny 2010. Povodeň dne 30. 9. je vyznačena modře. Určení překontrolovala Z. Hořická.

organismus / datum (2010)	3.4.	19.4.	28.4.	9.5.	18.5.	29.5.	7.6.	16.6.	25.6.	7.7.	14.8.	1.9.	13.9.	30.9.	15.10.	1.11.
Annelida, Oligochaeta																
<i>Tubifex</i> sp.															3	7
Annelida, Hirudinea																
<i>Eprobella octoculata</i>					1					5					4	1
<i>Eprobella testacea</i>									1							
Mollusca, Gastropoda																
<i>Anisus spirorbis</i>	4	1	2			6			2						1	
<i>Anisus leucostoma</i>						1										
<i>Anisus</i> sp.						1										
<i>Bathymphalus cortortus</i>		1										3		2	1	1
<i>Gyraulus</i> sp.											1					
<i>Lymnaea palustris</i>																
Arthropoda, Isopoda																
<i>Asellus aquaticus</i>	0	0	0	0	0	17	6	4	10	2	2	0	0	1	13	2
Ephemeroptera (larva)																
<i>Cloeon dipterum</i>	0	2	3	3	1	9	0	0	6	2	4	2	3	1	3	7
Heteroptera																
<i>Micronecta griseola</i>				2												
<i>Micronecta scholtzi</i>						5	3	2	2	31	3	1	2		8	4
<i>Sigara nigrolineata</i>										1						1
<i>Sigara striata</i>		1														
<i>Paracorixa concinna</i>									3							
Corixidae - nedosp. jedinci							1	1		1						
Coleoptera																
<i>Hydroglyphus geminus</i>										1						
<i>Halipilus</i> sp.										2						
<i>Noterus crassicornis</i>	4	5			1				1							
Odonata (larva)																
<i>Libellula quadrimaculata</i>					1	5	1	2								
<i>Ischnura elegans</i>						2			1		1	1	1			2
Diptera (larva)																
Chironominae					1	1	4		1	4		3	3		2	
Culicidae									3	2						