

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 8: Ochrana a tvorba životního prostředí**

## **Monitoring krásivek na rašeliništích v přírodní rezervaci Chvojnov a zhodnocení ekologického stavu lokality před a po její revitalizaci**

**Karel Plavec**

**Kraj Vysočina**

**Jihlava, 2023**

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 8: Ochrana a tvorba životního prostředí**

**Monitoring krásivek na rašeliništích v  
přírodní rezervaci Chvojnov a zhodnocení  
ekologického stavu lokality před a po její  
revitalizaci**

**Monitoring of desmids in peat bogs in the  
Chvojnov nature reserve and evaluation of the  
ecological state of the locality before and after  
its revitalization**

**Autoři:** Karel Plavec

**Škola:** Soukromé gymnázium AD FONTES,  
o.p.s. Fibichova 18, 586 01 Jihlava

**Kraj:** Kraj Vysočina

**Konzultant:** Mgr. Kateřina Poláková

Jihlava, 2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Jihlavě dne 5. února 2024.....

## Poděkování

V první řadě bych chtěl vyjádřit svou nejupřímnější vděčnost paní Mgr. Kateřině Polákové za její ochotu, odborné vedení a cenné rady v průběhu celého výzkumného procesu. Její podpora byla klíčovým prvkem mého úspěchu a přispěla k hlubšímu porozumění mého tématu.

Dále bych rád poděkoval paní učitelce Mgr. Martině Markové a Mgr. Janu Šťastnému Ph.D. za dohled nad výzkumným procesem a vedením mého projektu. Jejich odborné rady byly pro mé úsilí nepostradatelné.

Nesmírně si vážím rodičů za jejich trvalou podporu a finanční zázemí, které mi umožnilo provést tuto práci. Jejich obětavost a povzbuzení pro mě bylo neocenitelné.

Srdečně děkuji Kláře Ptáčkové za její nedocenitelný přínos v oblasti korektury textu. Její pozornost k detailům a odborný přístup přispěly k vylepšení celkové kvality mé práce.

Rovněž chci vyjádřit uznání Ústavu experimentální botaniky za laskavé poskytnutí konfokálního mikroskopu, který byl klíčovým nástrojem v rámci mého výzkumu.

Nakonec, děkuji Jitce Smyčkové za její nezištnou pomoc s dopravou na místo výzkumu a její matce Janě Waldhauserové za její laskavost.

## **Anotace**

Ve své práci jsem se zabýval mapováním krásivek, zelených řas z řádu Desmidiáles, na mokřadní lokalitě přírodní rezervace Chvojnov, která se nachází u obce Dušejov v kraji Vysočina a patří k nejvýznamnějším rašeliništím na Jihlavsku. Cílem práce bylo zmapovat diverzitu krásivek za účelem zhodnocení ekologického stavu rašelinišť. Součástí práce bylo i porovnání mnou získaných výsledků s daty z mapování krásivek z roku 2008, tedy před revitalizací rašelinišť. Pro splnění tohoto cíle proběhlo na lokalitě několik sběrů řasových společenstev a jejich následné určování pod světelným mikroskopem za použití odborné určovací literatury a srovnání dat s již publikovanými daty z roku 2008. Ekologický stav rašelinišť byl vypočítán pomocí tzv. krásivkového indexu, který zohledňuje faktory jako jsou diverzita druhů na lokalitě, vzácnost druhů a jejich ekologická senzitivita. Výsledkem studie je další potvrzení faktu, že přírodní rezervace Chvojnov je ekologicky významná lokalita, kde se vyskytuje řada vzácných mokřadních druhů. Získaná data poskytují zásadní informace o diverzitě krásivek na lokalitě a mohou sloužit jako podklad pro orgány ochrany přírody k podpoře další revitalizace rašelinišť.

## **Klíčová slova**

Desmidiáles; morfologická diverzita; mokřadní společenstva; ochrana biodiverzity

## **Annotation**

In my thesis, I focused on monitoring desmids, green algae of the order Desmidiáles, in the wetland area of the Chvojnov natural reserve, located near the village of Dušejov in the Vysočina region. This area is among the most significant peat bogs in the Jihlava district. The aim of the study was to map the diversity of desmids to assess the ecological condition of the peat bogs. The work also included the comparison of the results obtained by me with data from a desmid monitoring in 2008, before the peat bogs' revitalization. To achieve this goal, several field samplings of algal communities were conducted at the site, followed by their identification under a light microscope using identification keys. The data were then compared with already published data from 2008. The ecological condition of the peat bogs was calculated using the so-called desmid index, which takes into account factors such as species diversity at the site, species rarity, and their ecological sensitivity. The study's results further confirm that the Chvojnov natural reserve is an ecologically significant location, hosting a variety of rare wetland species. The obtained data provide essential information about the diversity of desmids at the locality and can serve as a basis for nature conservation authorities to support further peat bog revitalization efforts.

## **Keywords**

Desmidiáles; morphological diversity; wetland communities; biodiversity conservation

## Obsah

1 ÚVOD.....	1
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	2
2.1 Mokřady.....	2
2.1.1 Typy mokřadů v České republice.....	2
2.1.2 Význam mokřadů v krajině.....	4
2.1.3 Člověk a mokřady.....	4
2.2 Mokřady na Vysočině .....	5
2.2.1 Přírodní rezervace Chvojnov .....	5
2.3 Mokřadní společenstva .....	8
2.3.1 Mikrobiální společenstva .....	8
2.3.2 Flora.....	9
2.3.3 Fauna .....	12
2.3.4 Biologická významnost lokality .....	13
2.4 Krásivky.....	14
2.4.1 Obecná charakteristika krásivek.....	14
2.4.2 Morfologie .....	15
2.4.3 Rozmnožování .....	15
2.4.4 Fylogeneze třídy Zygnematophyceae.....	16
2.4.5 Taxonomie krásivek .....	17
2.5 Ekologie krásivek a jejich využití v ochraně přírody .....	18
3 CÍLE PRÁCE.....	19
4 METODIKA .....	20
4.1 Popis studované lokality .....	20

4.2 Sběr vzorků .....	21
4.3 Hodnocení diverzity krásivek.....	21
5 VÝSLEDKY .....	22
6 DISKUZE .....	26
7 ZÁVĚR.....	29
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	30
9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	36
10 PŘÍLOHY .....	38

# 1 ÚVOD

Mokřady představují komplexní ekosystémy, které zastávají klíčovou úlohu v krajině. Zajišťují dostatek vody v krajině a zároveň působí jako prevence proti povodním. Jejich vliv se také projevuje v kvalitě vody v okolním prostředí. Díky své specifické povaze vytvářejí komplexní společenstva od protistů až po obratlovce. Mokřady jsou hostiteli rozmanitého množství organismů, včetně velkého počtu obojživelníků, kteří by bez těchto mokřadů nemohli existovat. Zároveň jsou neodmyslitelně spojeny s ptáky, kteří zde hnízdí, přepeřují se nebo odpočívají před migrací. Mokřady tak představují nejen biologickou, ale i krajinářskou hodnotu pro celý ekosystém (Bhowmik 2022, Nayak & Bhushan 2022).

Mokřady poskytují útočiště pro zajímavou skupinu vodních řas z řádu Desmidiáles, známých též jako krásivky. Tato jedinečná společenstva řas jsou specializovaná především na prostředí s kyselým pH. Vykazují vysokou citlivost na změny v ekosystému, jako je například fluktuace pH nebo eutrofizace vod (Lenzenweger 2003). Díky těmto citlivým parametrům mohou být výbornými indikátory stavu mokřadních oblastí. Pro hodnocení stavu dané lokality se používá tzv. krásivkový index, který umožňuje měřit ekologickou kvalitu prostředí (Coesel 2001, González & kol. 2019). Tento postup je nesmírně užitečný v oblasti ochrany přírody a může být využit jako cenný podklad pro projekty orgánů ochrany přírody a udržitelného hospodaření v mokřadních ekosystémech.

Velkým problémem pro mokřady je jejich destrukce či narušení přirozených procesů. Z důvodu tlaku dnešní doby na rozvoj infrastruktury dochází čím dál více k zásahům do cenných přírodních lokalit. Dochází tak často k ničení mokřadních ekosystémů ve prospěch výstavby domů, silnic nebo přeměně mokřadů na lesní plochy. Mokřady také mohou přestávat být obhospodařovány, například ukončením sečení nebo pastvy dobytka. To má za následek degradaci lokalit a ztrátu vzácných druhů. Proto je klíčové na těchto lokalitách uplatňovat správný management, jako je pravidelná seč nebo pastva, aby se zachovala funkce mokřadů v ekosystému a udržela se bohatá biodiverzita (Mitch & Cronk 1992, Erwin 2009).



## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Mokřady

Mokřady jsou významnými biotopy, které jsou celosvětově chráněné Ramsarskou úmluvou (Sdělení MZV č. 396/1990 Sb.), mezinárodní úmluvou o ochraně mokřadů, jejíž smluvní stranou je ČR od roku 1990. Pro potřeby České republiky se mokřadem rozumí zejména: rašeliniště a slatiniště, rybník či soustava rybníků, lužní lesy, nivy řek, mrtvá ramena, tůně, zaplavované nebo mokré louky, rákosiny, ostřicové louky, prameny, prameniště, toky a jejich úseky, jiné vodní a bažinné biotopy, údolní nádrže, zatopené lomy, šterkovny, pískovny, horská jezera či slaniska (Ministerstvo životního prostředí). Mokřady hrají v naší přírodě významnou roli v zadržování vody v krajině a díky tomu mohou i pozitivně ovlivňovat klima v jejich blízkém okolí (Hlúbiková & Makovinská 2009). Řada mokřadních lokalit byla bohužel vlivem nevhodného hospodaření, hlavně v druhé polovině 20. století, zničena buď odvodněním (melioracemi) a následnou přeměnou mokřadů na ornou půdu nebo absencí pravidelné seče následované zarůstáním lokalit náletovými dřevinami. Těmito zásahy došlo k necitlivému narušení těchto ekosystémů a v některých případech i úplné devastaci těchto biologicky i krajinářsky cenných lokalit. V dnešní době jsou snahy mokřadní stanoviště obnovovat, ale je to velice finančně a časově náročný proces.

#### 2.1.1 Typy mokřadů v České republice

##### *Rákosina*

Nejrozšířenějším mokřadním biotopem v České republice jsou rákosiny, které najdeme v místech mimo horská pásma. Rákosiny vznikají v místech, která jsou trvale zaplavena nebo alespoň periodicky zaplavována. Najdeme je zejména na březích a mělkých zónách rybníků, ve slepých ramenech řek a tůních, na říčních náplavách, mokřích loukách či opuštěných lomech a pískovnách. Protože v rákosinách dominují mohutné porosty bahenních trav, které mohou dorůst až 4 m, je zde výrazně potlačeno nižší bylinné patro. Typickými rostlinami rákosin jsou orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) nebo rákos obecný (*Phragmites australis*). Rákosiny dobře slouží jako úkryty pro mnoho druhů ptáků i některých hlodavců. Někteří ptáci zde i hnízdí nebo nabírají energii při migraci do teplých krajin (Chytrý & kol. 2010).

##### *Niva*

Nivy najdeme v údolích řek, kde se v důsledku záplav vyplavují sedimenty a tvoří se tak náplavové říční plochy. Díky tomu se vytváří mělká koryta, která přirozeně meandrují a která mohou být zaplavována. Historicky byla úrodná půda niv člověkem hojně využívána (Chytrý & kol. 2010)

### *Prameniště*

Prameniště jsou malé plochy v místech, kde na povrch prostupuje podzemní voda. Díky stálému proudění vody není pH vody na prameništích v porovnání s rašeliništi tak kyselé. Dominantu zde tvoří mechorosty, převážně mechy a játrovky. Vyskytují se zde také druhy řas či ostřic (Chytrý & kol. 2010).

### *Lužní les*

Lužní lesy se rozkládají na březích řek a potoků. V lužním lese najdeme dřeviny, které dobře snášejí dočasné zamokření. Dominantu zde tvoří např. olše (*Alnus glutinosa* a *A. incana*), jasany (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* a *F. excelsior*), jilmy (*Ulmus laevis* a *U. minor*), dub letní (*Quercus robur*), vrba bílá (*Salix alba*) a topol černý (*Populus nigra*). Z bylinného patra se zde hojně vyskytují např. bledule jarní (*Leucojum vernalis*) nebo dymnivka dutá (*Corydalis cava*). Mechové patro je zde téměř úplně potlačeno. Lužní lesy nejvíce ohrožuje regulace vodních toků a devastace biotopů těžbou dřeva nebo vysoušením lokalit (Chytrý & kol. 2010).

### *Slanisko*

Na území České republiky najdeme slaniska na celkové ploše cca 110 hektarů, a to převážně v Jihomoravském kraji a západních Čechách. Na jaře a v zimě jsou slaniska zavlažena, přes léto potom dochází k vysychání a usazování solí. Převažují zde rostliny, které dokážou snést různé množství soli v půdě jako např. zblochanec oddálený (*Puccinellia distans*) nebo kuřinka solná (*Spergularia salina*). Mechové patro zde skoro chybí. Slaniska mohou vznikat i uměle činností člověka v místech, kde dochází k odvodňování a vysoušení lokalit a kde převažuje výpar nad vsakováním. Tento jev můžeme pozorovat i v okolí minerálních pramenů. Slaniska jsou nejvíce ohrožena změnou vodního režimu, která může narušit cyklus usazování solí. Stanoviště následkem toho začne zarůstat rostlinami schopnými konkurence a původní druhy slanisek již nedokáží s jinými rostlinami konkurovat. Velkým problémem pro slaniska je také ruderalizace stanovišť a eroze půdy (Chytrý & kol. 2010).

### *Slatinná a přechodová rašeliniště*

Rašeliniště vznikají na místech s nepropustným podložím a jsou typem mokřadů, v kterých vzniká rašelina. Rašeliniště jsou převážně oligotrofní stanoviště s nízkým pH, kam se živiny dostávají jen díky srážkám nebo podzemní vodě. Dominantu zde tvoří společenstva ostřic a mechorostů. Dále zde najdeme různé druhy suchopýrů, přesliček, orchidejí a masožravých rostlin. Slatě jsou, na rozdíl od rašelinišť, bohatší na minerály a nedominuje zde rašelíník (*Sphagnum* sp.), ale jiné druhy mechů. Nízké pH vody v rašeliništích omezuje rozklad odumřelých mechorostů, proto se tvoří černá mazlavá hmota – rašelina. Na rašeliništích může vzniknout 1 až 2 mm rašeliny za rok. Rašeliniště a slatě byly do dnešní doby zachovány díky pravidelnému kosení a pasení dobytka (Kučera & kol. 2012).

## *Vrchoviště*

Vrchoviště jsou sycena pouze vodou a živinami ze srážek a nejčastěji je najdeme v horských oblastech. Typickými útvary vrchovišť jsou šlenky, což jsou to malé vodní plochy, jejichž velikost nepřesahuje jednotky decimetrů čtverečních a jejichž hloubka většinou nepřesahuje 10 cm. Rostlinná společenstva jsou zde tvořena druhy, které jsou adaptovány na málo živin a kyselou vodu. Dominují zde rašeliníky, dále také některé druhy suchopýru a ve vyšších nadmořských výškách můžeme najít i borovici kleč (*Pinus mugo*) a borovici blatku (*Pinus uncinata*). Nejvíce ohrožujícím faktorem pro vrchoviště je přibývající koncentrace dusíku ve srážkách, díky němuž dochází k eutrofizaci lokalit. Důsledkem toho mohou na těchto lokalitách dominovat traviny, které přerostou rašeliník a další původní květeny (Chytrý & kol. 2010).

### **2.1.2 Význam mokřadů v krajině**

#### *Retenční schopnost mokřadů*

Mokřady jsou známé svou dobrou retenční schopností, tzn. schopností zadržovat vodu v krajině (Todd & kol. 2010, Jing & kol. 2017). Důležitou roli mohou mokřadní lokality hrát např. při bleskových povodních, při kterých dokážou výrazně snížit dopad povodně tím, že zadrží vodu na svém území (Ghermandi 2010). Díky odvodňování mokřadních lokalit, narovnávání vodních toků, či rozšiřování celků zemědělské půdy však krajina výrazně ztrácí tuto důležitou funkci (Eiseltová 2018).

#### *Vliv mokřadů na klima*

Mokřady fungují také jako „chladiče krajiny“. Mokřady totiž mají, kromě své schopnosti zadržovat vodu, také dobrou schopnost zadržovat sluneční energii. Funguje zde tzv. malý koloběh vody, kdy se přes den voda začne odpařovat a chladit tak krajinu, v noci pak voda začne zpět kondenzovat a uvolní svou energii zpět (Jing & kol. 2017). Vliv na klima mají mokřady i v průběhu roku – v jarních měsících je na mokřadech chladněji než v jejich okolí a na podzim zas mokřady umí držet teplo (Mitsch & Gosselink 2000).

### **2.1.3 Člověk a mokřady**

Uvádí se, že mokřady byly člověkem vždy využívány. V rámci našeho území se tradičně mokřady využívaly k pasení dobytka, těžbě rašeliny na topivo nebo získávání materiálu na stavby např. rákos na střechy. Díky kosení podmáčených nebo nivních luk a získávání sena pro dobytek se dříve přirozeně zabraňovalo zarůstání mokřadů. Člověk tímto způsobem hospodaření nahradil původní megafaunu a udržoval tak cenné plochy bezlesí. Od těchto činností se začalo upouštět v 18. až 19. století z důvodů průmyslové revoluce a migrace lidí z vesnice do měst. Následkem bylo zarůstání mnoha mokřadních lokalit náletovými dřevinami (Richter 2020).

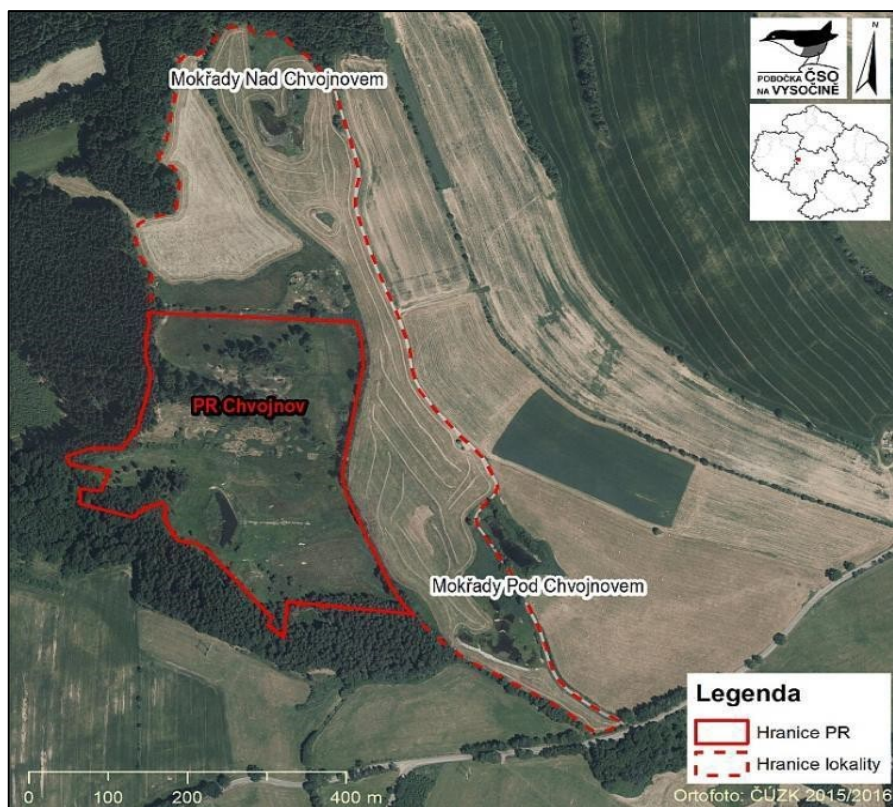
## *Meliorace*

Slovo meliorace pochází z latinského *melioratio* neboli zlepšení. Již od pradávna se lidé snažili zlepšit půdu, předělat ji pro své potřeby a mít z ní co největší užitek. Už počátkem 10. století začali lidé odvodňovat bažiny a vytvářeli z nich rybníky, které pro ně byly výdělečné. Velký rozmach rybníkářství během 14. až 16. století znamenal vznik mnoha rybníčních soustav na úkor rašelinišť či jiných mokřadních biotopů. Díky růstu populace, mechanizaci zemědělství a vyšší poptávce po zemědělské půdě v 18. a 19. století, došlo k ještě většímu rozmachu meliorizací. V roce 1884 v Uhersku dokonce vznikl říšský meliorační zákon. Od konce druhé světové války až do sametové revoluce v roce 1989 došlo s příchodem socialistického hospodaření ke kolektivizaci značné části zemědělské půdy a scelení mnoha pozemků. Během 60. a 70. let 20. století se ve velkém rušily remízky a meze, zaváděly se klasické trubkové drenáže nebo se upravovala koryta malých potoků. Některé mokřady byly dokonce zcela odvodněny a přeměněny na zemědělskou půdu. Voda v mokřadech se dále využívala k zavlažování a zkvalitňování orné půdy. Následkem toho došlo ke zničení mnoha cenných mokřadních lokalit. Po roce 1989 začal stát vyhrazovat finanční prostředky na obnovu lokalit zničených melioracemi. V procesu obnovy lokalit nám mohou pomoci staré letecké snímky a historické mapy, ve kterých lze původní mokřady dohledat v jejich plné velikosti (Sádlo 2005).

## **2.2 Mokřady na Vysočině**

### **2.2.1 Přírodní rezervace Chvojnov**

PR Chvojnov se nachází na Vysočině v okrese Jihlava nedaleko mezi obcemi Dušejov a Milíčov. Přírodní rezervace se rozkládá v údolí Jedlovského potoka na ploše 10,7 hektaru v nadmořské výšce okolo 610 m. Chráněné území je ze západu lemována lesem. Který je postižený kůrovcovou kalamitou. V přímé blízkosti přírodní rezervace se nachází i další plochy mokřadů viz. Obr. 1.



Obr. 1 Oblast přírodní rezervace Chvojnov. Zdroj: prirodavysociny.cz

### *Charakteristika lokality*

V PR Chvojnov najdeme celou řadu rašelinných a slatinných biotopů jakými jsou rašeliniště údolního typu či boční prameniště. Přírodní rezervace je významným bezlesým biotopem se zachovalými pozůstatky primárního rašeliniště. Ačkoli se do dnešní doby na lokalitě dochoval pouze malý zlomek původní rozlohy rašeliniště, lokalita je, nejen v rámci Vysočiny, cenná a vyskytuje se zde velký počet ohrožených cévnatých rostlin a mechorostů. Z degradovaných částí původního rašeliniště vznikly luční biotopy, jako jsou vlhké pcháčové louky, podhorské smilkové trávníky, rašelinné louky a mezofilní louky (Kodet & kol. 2015).



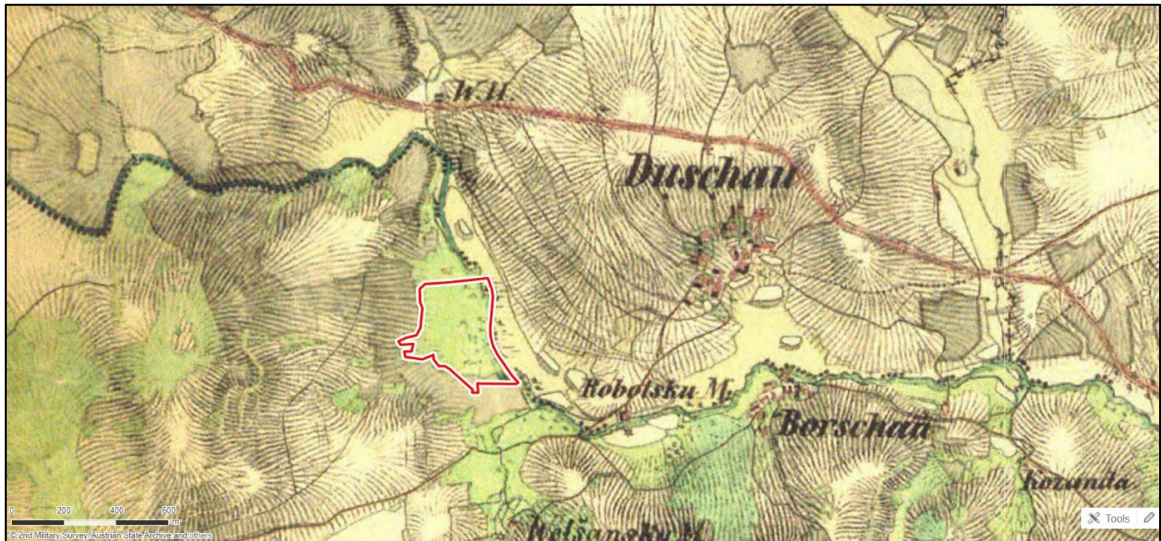
Obr. 2 Biotopy na lokalitě Chvojnov. Zdroj: Kodet & kol. 2015.

### *Historie lokality*

Stáří lokality se odhaduje kolem 11690–11271 BP a byla zde využita radiokarbonová metoda (Peterka & kol. 2022). V průběhu středověku se rašeliniště a přilehlé nivy využívaly na pastvu nebo sečení sena pro dobytek. V 50. a 60. letech 20. století bylo rašeliniště do značné míry poškozeno maloplošnou těžbou rašeliny, v procesu zvaném borkování rašeliny. Největší zásah proběhl intenzifikací zemědělské půdy v 80. letech 20. století, kdy došlo k regulaci Jedlovského potoka a byly vytvořeny odvodňovací systémy. Některé části rašeliniště byly převedeny na ornou půdu. Díky osobní snaze botanika Jihlavského muzea RNDr. Ivana Růžičky byla centrální část rašeliniště o rozloze 1,4 ha z projektu odvodnění vyjmuta a ponechána svému vývoji. Nebyla teda kosena a postupně zarůstala náletovými dřevinami a rákosem. V průběhu 90. let se začalo na lokalitě opět kosit a lokalita začala být znovu udržována. V roce 1999 byla vyhlášena přírodní rezervace Chvojnov. Na lokalitě v roce 2008 proběhl biologický průzkum a příprava podkladů na revitalizaci mokřadu. Hlavní revitalizace byla uskutečněna v roce 2014. Důraz byl kladen hlavně na přerušení odvodňovacích kanálů a obnovení vodního režimu lokality a včetně obnovení pramenišť a budování nových tůní. Každoročně probíhá výřez náletových dřevin a kosení luk. Důraz je zde kladen na mozaikovou seč, díky které je podpořena diverzita květeny a zvětšuje se areál jejího výskytu. Diverzita mechorostů je podpořena mulčováním ploch a následným shrabáním ploch. V



posledních letech je prioritou hlavně revitalizace Jedlovského potoka, která by mohla přispět ke vzniku nových cenných biotopů (Ekrtová & Kodet 2021, prezentace, Macková 2021).



Obr. 3 Historická mapa přírodní rezervace Chvojnov z 19. století. Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

## 2.3 Mokřadní společenstva

### 2.3.1 Mikrobiální společenstva

Kromě velké diverzity fauny a flory (viz následující podkapitoly) najdeme na lokalitě i řadu mikroskopických živočichů a mikrobiálních eukaryot (protist). Ti zde spolu s prokaryoty pomáhají rozkládat organické látky, čímž vytvářejí humus a navrací látky zpět do systému. Nalezneme zde např. vířníky (Rotifera), kteří jsou významnými predátory bakterií a protist, mohou se ale žít i organickými zbytky. Protista jsou velice diverzifikovanou skupinou organismů a najdeme je jak v kyslíkatém (aerobním) prostředí, tak i v bezkyslíkatém (anaerobním) prostředí, mohou se tedy podílet na metabolických procesech v obou typech prostředí (Mureae & Asiloglu 2023). Mohou se tu vyskytovat jak heterotrofní organismy, jako jsou např. nálevníci (Ciliophora), tak i řada autotrofních organismů jako jsou např. krásnoočka (Euglenoidea), rozsivky (Bacillariophyceae) nebo zlativky (Chrysophyceae) (An & kol. 2023).



Obr. 4 Příklady eukaryotických mikroorganismů nalezených v PR Chvojnov. Zleva: rozsivka (Bacillariophyceae), krásnoočko (Euglenozoa), anaerobní nálevník *Brachonella contorta* (třída Armophorea) a nálevník z třídy Oligohymenophorea.

## 2.3.2 Flora

### *Mechorosty*

Nedílnou součástí společenstev na lokalitě jsou mechorosty. Na lokalitě PR Chvojnov se vyskytuje 70 druhů mechorostů a jedná se o jednu z nejvýznamnějších bryologických lokalit na Vysočině. Někdy mohou mechorosty vytvářet na mokřadech dominantní vegetaci, jako například rašeliníky (hlavně rod *Sphagnum*). I v přírodní rezervaci Chvojnov, jsou rašeliníky převládajícími mechorosty a můžeme zde najít i vzácnější druhy jako např. rašeliník modřínový (*Sphagnum contortum*), rašeliník statný (*Sphagnum russowii*) nebo rašeliník středový (*Sphagnum centrale*). Níže je zmíněno několik dalších významných mechorostů přírodní rezervace Chvojnov (Ekrtová & Kodet 2021, prezentace).

Poparka třířadá (*Meesia triquetra*) je mech řazený mezi kriticky ohrožené druhy a patří v České republice mezi glaciální relikty. Tento druh potřebuje stálý vodní režim a nedokáže snášet příliš kyselé rašeliníště. Často se vyskytuje u malých tůňek s vodou s dalšími druhy mechů. Jedná se o druh mechu, který má nízkou konkurenční schopnost vůči jiným mechorostům, například rašeliníkům. Jeho populace mizí z důvodu nevhodného hospodaření v krajině. Velký problém činí poparce třířadá eutrofizace a zarůstání biotopu a její malá schopnost konkurovat dominantnějším druhům mechorostů a rozsáhlým melioračním úpravám (Kučera & Váňa 2012).

Mechem s podobnými nároky jako poparka třířadá je bařinatka obrovská (*Calliergon giganteum*), mech, který také patří mezi glaciální relikty, je řazen mezi zranitelné druhy. Vyskytuje se na slatiništích se stálým vodním režimem. V přírodní rezervaci Chvojnov se vyskytuje pouze v nejzachovalejší části lokality (Hájková & Hájek 2001).



Srpnatka fermežová (*Hamatocaulis vernicosus*) se vyskytuje na rašeliništních loukách nebo na slatiništích. Obývá stále zamokřené části lokality, nevadí jí zásadité ani slabě kyselé prostředí. Tento druh byl zařazen do soustavy Natura 2000. Jeho úbytek způsobilo hlavně odvodňování lokalit, eutrofizace lokalit, a zarůstání jinými druhy mechorostů či bylinami (Váňa 2005).

### *Cévnaté rostliny*

Cévnaté rostliny jsou nedílnou součástí mokřadního společenstva a mají obrovský vliv na fungování celého biotopu. Jsou to primární producenti, kteří přinášejí do vody kyslík a úkryt pro různé organismy. Díky svému kořenovému systému udržují zpevněné břehy a ovlivňují spodní vodu. Absorpce a fixace různorodých látek z vody cévnatými rostlinami ovlivňují vlastnosti vody v prostředí včetně pH, teploty a vlhkosti. Cévnaté rostliny tedy slouží jako vhodné indikátory stavu dané lokality a umožňují zhodnotit míru degradace lokalit.

Níže je vybráno několik vlajkových rostlinných druhů, které se vyskytují na lokalitě PR Chvojnov a které jsou významné z ochrannářského hlediska.

Bahnička chudokvětá (*Eleocharis quinqueflora*) je kriticky ohrožený druh, jenž se vyskytuje na minerálně bohatých rašeliništích a prameništích. Vyskytuje se v krátkostébelných společenstvech a často ji můžeme nalézt okolo malých tůňek v rašeliništi, protože je to rostlina velice citlivá na změnu vodního režimu. Její úbytek z krajiny zapříčinilo hlavně odvodňování mokřadů a zarůstání ploch náletovými dřevinami. Nestačí jí jenom pravidelná seč, potřebuje také mírnou disturbanci mechového patra jako je např. mulčování (Kaplan & kol. 2019, Čech & kol. 2021).

Všivec bahenní (*Pedicularis palustris*) je ohrožená dvouletá poloparazitická rostlina. Můžeme ji nalézt na rašeliništních a slatiništních loukách. Všivec bahenní se v české krajině dříve vyskytoval roztroušeně až hojně. V dnešní době patří mezi rostliny, které z mokřadních biotopů nejvíce mizí. Důvodem úbytku jsou jeho nároky na pravidelné seče, stálý vodní režim a dostatek světla (Kaplan & kol. 2019, Čech & kol. 2021).

Tolije bahenní (*Parnassia palustris*) je ohrožená rostlina a jak už její název napovídá, vyskytuje se na zamokřených biotopech jako jsou ostřicové louky, rašeliništní nebo slatiništní louky a v Alpách a Karpatech mokřadních vápencových skálách. Tento druh se vyskytuje ve vyšších nadmořských výškách, v nížinách ho v podstatě nenajdeme. Dříve byla běžnou rostlinou, dnes však z důvodu ničení mokřadních biotopů její populace prudce klesají. Vzhledem k tomu, že tolije bahenní kvete a tvoří semena v druhé polovině léta vyžaduje, specifickou seč (Kaplan & kol. 2019, Čech & kol. 2021).

Bublinatka menší (*Utricularia minor*) patří mezi zranitelné druhy naší květeny. Je to vodní masožravá rostlina, která nemá kořeny, a tak se vznáší u vodní hladiny. Svou potravu chytá

do zvláštních měchýřků, kterým se říká pasti, a kvete nápadně žlutými květy nad hladinou. Vyskytuje se v mělkých tůňkách na rašeliništích a na okraji rybníků. Vyžaduje oligotrofní podmínky a často ji můžeme najít v porostech vysokých ostřic. Odvodňováním biotopů společně s eutrofizací došlo k vymizení malých oligotrofních tůňek, které jsou pro bublinatku ideálním prostředím. Populace bublinek tak prudce klesají (Kaplan & kol. 2019, Čech & kol. 2021).

Rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*) (Obr. 5) je silně ohrožená rostlina a jedna z našich nejznámějších masožravých rostlin. Tento druh je přizpůsoben enormnímu zamokření a nedostatku živin. Její zmizení z krajiny je způsobeno opuštěním tradičního hospodaření v krajině a odvodňováním mokřadních biotopů. Rosnatka okrouhlostá je druh, který není konkurenčně schopný (Kaplan & kol. 2019, Čech & kol. 2021).



Obr. 5 Silně ohrožené rostliny charakteristické pro PR Chvojnov. Zleva: Rosnatka okrouhlostá, suchopýr úzkolistý a prstnatec májový.

Prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*) (Obr. 5) má v České republice několik poddruhů. Dříve velmi hojná orchidej se z naší krajiny v důsledku změn hospodaření začala rychle vytrácet. Její úbytek v krajině zapříčinilo odvodňování biotopů a eutrofizace lokalit. Najdeme ji ve vyšších a středních polohách, v nížinách pouze ojediněle (Joze 2020). Tento druh můžeme najít na rašeliništích, slatiništích, vrchovištích a prameništích (Kaplan & kol. 2019, Čech & kol. 2021).

Suchopýr širolistý (*Eriophorum latifolium*) je rostlina typická pro slatinné louky, prameniště a mezotrofní rašeliniště a je mnohem vzácnější než suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*). V minulosti se tento druh hojně vyskytoval na podmáčených biotopech, dnes patří mezi silně ohrožené druhy. Odvodňování rašelinišť, jejich předělání na zemědělskou půdu a následná eutrofizace způsobila vymizení tohoto druhu z většiny jeho lokalit (Kaplan & kol. 2019, Čech & kol. 2021).

## Fauna

Lokalita PR Chvojnov je významná také výskytem řady bezobratlých živočichů. Na lokalitě najdeme 22 druhů plžů včetně kriticky ohroženého vrkoče Geyerova (*Vertigo geyeri*) (Myšák & Hlaváč 2017). Tento plž je pozůstatkem doby ledové a zachoval se zde jako glaciální relikv. V naší krajině ho nalezneme nejvíce na Českomoravské vrchovině. Vyskytuje se v otevřených slatiništích a prameništích (Horsák & kol. 2020). Potřebuje stálý vodní režim, protože nedokáže přečkat delší sucha. Vrkoč Geyerův je zahrnut ve směrnících soustavy NATURA 2000 a v České republice je veden v červeném seznamu jako druh ohrožený (Horsák & Hájek 2005).

Z hmyzu zde můžeme nalézt vzácné čmeláky (Apidae, Bombini). Na lokalitě bylo nalezeno jedenáct ohrožených druhů čmeláků. Na lokalitě se vyskytuje také vzácný druh mravenec, mravenec rašelinný (*Formica picea*). Tento mravenec je chráněn zákonem v kategorii ohrožený druh. Je velice citlivý na změny podmínek ve svém prostředí. Dalšími významnými hmyzími zástupci jsou motýli, jako např. ohniváček celíkový (*Lycaena dispar*) (Macek & kol. 2015), který je typický pro podmáčené až bažinaté louky, nebo hnědásek rozrazilový (*Melitaea diamina*), který je vázaný na rašeliništní louky a prameniště (Macek & kol. 2015).

Charakteristickými obratlovci na mokřadech jsou obojživelníci. Ti jsou přímo závislí na tomto druhu biotopů, protože část jejich vývoje probíhá ve vodním prostředí. Ve vodě se vyvíjejí jejich pulci, kteří se posléze metamorfují v dospělé. Velice významným zástupcem, který se nachází na lokalitě PR Chvojnov, je rosnička zelená (*Hyla arborea*) (Obr. 6). Rosnička zelená obývá stanoviště, jež jsou blízko vodních těles. Dospělci často přebývají v korunách stromů nebo ve vysoké vegetaci. Na rozmnožování využívají malé kaluže či tůně, ba dokonce rybníky. V rybnících však nesmí být moc velká rybí osádka, protože jsou pulci rosniček velice citliví na eutrofizaci prostředí a je na ně vyvíjen vysoký predanční tlak. Rosnička zelená je velice citlivá na znečištění vody a vadí jí chemické látky z polí a přihnojování rybníků, patří mezi bioindikátory. Úbytek rosničky zelené zapříčinilo také ničení jejich biotopů. V České republice je vedena v kategorii zákonem chráněna ve stupni ochrany silně ohrožený druh (Mačát 2008).

Skokan ostronosý (*Rana arvalis*), je druh typický pro vrchoviště, rašeliniště, podmáčené olšiny, rašeliništní louky a nivní záplavové oblasti. Najdeme ho ale i v jehličnatých lesech. Skokan ostronosý je v porovnání s příbuznými hnědými skokany jako např. skokanem hnědým (*Rana temporaria*) velmi citlivý na kvalitu vody. Velkým problémem je, že tento druh dokáže obývat jen trvale zavodněné vodní plochy, které často bývají osazeny větším množstvím ryb, a ve kterých skokani ostronosí neustojí predanční tlak vyvíjený na jejich pulce.

Čolek horský (*Ichthyosaura alpestris*) patří mezi ocasaté obojživelníky. Tento druh preferuje podhorské až horské prostředí, ale dá se nalézt už od 250 m n. m. Často žije v lese nebo na podmáčených loukách. Pro rozmnožování preferuje malé tůně třeba na mokřadech nebo v umělých nádržích, ve kterých není osádka ryb. Jeho úbytek v krajině způsobilo nešetřné

hospodaření v lesích, těžba dřeva těžkou technikou nebo znečištění vody nejrůznějšími biocidy. Ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*) je silně ohrožený druh české fauny. Preferuje vyšší polohy na prameništích, rašelištích, vrchovištích nebo horských loukách (Mačát 2009). Vyžaduje trvale zavodněné plochy. Její úbytek z krajiny způsobilo hlavně používání biocidů proti dřevokaznému hmyzu a také ničení jejího habitatu kvůli zástavbě nebo intenzivnímu zemědělství (Dungel & Řehák 2011).

Mokřady jsou také velice důležitým ekosystémem pro ptáky. Spousta ptačích druhů využívá mokřady k lovu potravy, jako je např. čáp bílý (*Ciconia ciconia*) nebo čáp černý (*Ciconia nigra*), kteří se zde žíví obojživelníky nebo jinými drobnými živočichy. Řada ptačích druhů využívá mokřady k hnízdění. Mokřady jsou využívány ptáky, kteří migrují na zimu do jiných zemí. Na mokřadech se mohou přepeřovat a nabrat síly na dlouhou cestu. Některé druhy ptáků jsou přímo adaptovány na život v okolí mokřadů, jako např. vodouš bahenní (*Tringa glareola*), kulík říční (*Charadrius dubius*), linduška luční (*Anthus pratensis*) nebo bekasina otavní (*Gallinago gallinago*) (Obr.6) (Kořínková & Kodet 2012).



Obr. 6 Silně ohrožené druhy typické pro PR Chvojnov. Rosnička zelená (*Hyla arborea*) (vlevo) a bekasina otavní (*Gallinago gallinago*) (vpravo). Zdroj obrázku vpravo: Monika Suržinová.

### 2.3.3 Biologická významnost lokality

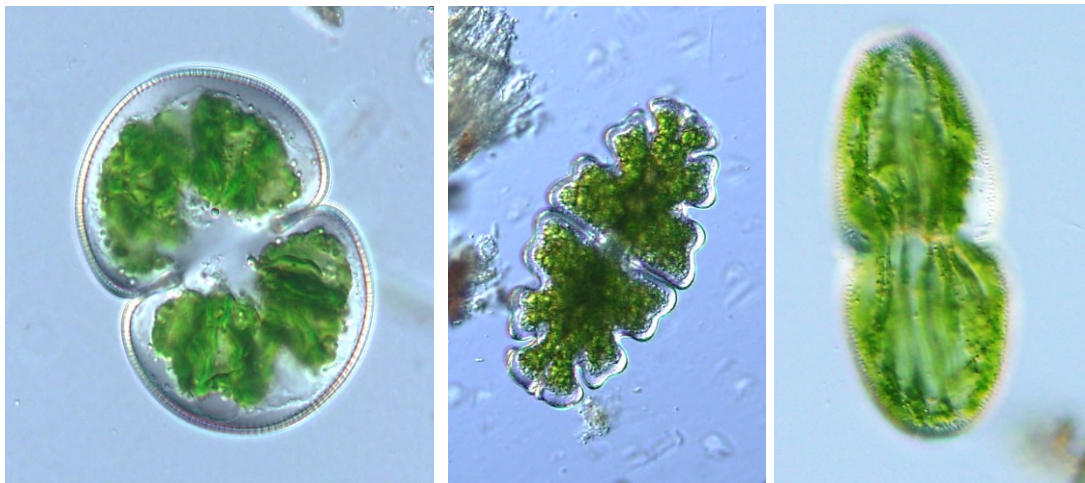
Mokřadní společenstva na lokalitě PR Chvojnov jsou biologicky velmi hodnotná. Díky druhové rozmanitosti flory se tu vytváří menší mikrohabitaty se specifickými podmínkami pro řadu druhů živočichů (Mitsch & Gosselink 2015). Porosty travin tvořené rákosem či orobincem slouží jako útočiště a hnízdiště pro řadu ptáků, jako jsou např. bekasiny otavní (*Gallinago gallinago*) nebo jiné typicky mokřadní druhy (Kořínková & Kodet 2012). Přítomnost rozmanitých malých tůňek s různým vodním režimem umožňuje vznik biotopů s jedinečnými abiotickými podmínkami, které následně mohou obsazovat náročnější nebo konkurenčně slabší druhy mechorostů či rostlin. Velkou rozmanitost v mokřadech vytváří malé tůně s bublinatkami (*Utricularia* spp), ve kterých se může vyvíjet nespočet obojživelníků, například pulci rosničky zelené (*Hyla arborea*) (Dungel & Řehák 2011). V okolí tůňek se vyskytují různé druhy orchidejí a masožravých rostlin. Na lokalitě můžeme nalézt asi 80 druhů z červeného seznamu.



## 2.4 Krásivky

### 2.4.1 Obecná charakteristika krásivek

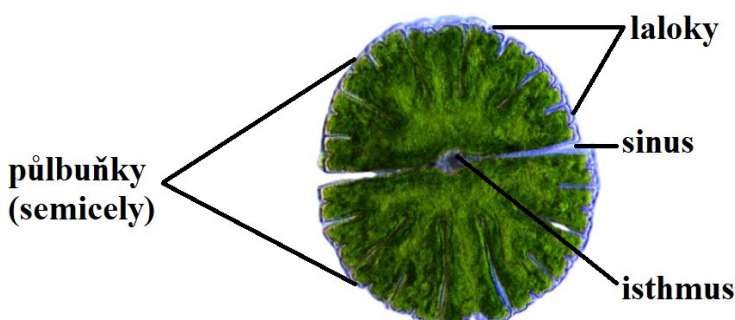
Krásivky (řád Desmidiales) jsou zelené řasy patřící do třídy Zygnematophyceae, které žijí ve sladkých vodách. Jejich největší diverzita se nachází v tropech a směrem k pólům se snižuje. Krásivky jsou charakteristické pro prostředí s kyselým pH, najdeme je ale i v prostředí s neutrálním či dokonce zásaditým pH. U nás se s nimi můžeme nejčastěji setkat na rašeliništích (Coesel & Meesters 2014). Najdeme je v malých tůňkách, stojatých vodách, méně potom ve vodách tekoucích. Krásivky jsou velmi citlivé na změny kvality vody a velmi špatně snáší eutrofizaci lokalit. Díky tomu jsou krásivky vhodnými bioindikátory stavu rašelinišť. Krásivky jsou jednobuněčné řasy (někdy tvoří vlákna či kolonie) s jedním jádrem a jejich buňka je rozdělena na dvě symetrické polobuňky (semicely) (Obr. 7). Protože jsou krásivky blízce příbuzné cévnatým rostlinám, jsou významnou skupinou i z pohledu evoluce cévnatých rostlin (Kalina & Váňa 2005, Hertlová 2010).



Obr. 7 Příklady zástupců Desmidiales. Zleva: *Cosmarium pachydermum*, *Euastrum oblongum*, *Actinotaenium turgidum*.

## 2.4.2 Morfologie

Buňky krásivek jsou rozděleny na dvě polobuňky, takzvané semicely, které jsou symetrické a u pravých krásivek vždy odděleny tzv. isthmem (Obr. 8). Isthmus je většinou zúžený, u některých druhů je ale jen velmi málo zřetelný, např. u rodu *Closterium*. V každé semicelle se nachází jeden chloroplast a v oblasti isthmusu se nachází jedno jádro. Semicely jsou na sobě v dospělosti nezávislé. Krásivky jsou morfologicky velice diverzifikované a jejich komplexní tvary mohou nabývat nejrůznějších tvarů od oválných, přes měsíčkované až po podlouhlé. Okraje buněk mohou být různě zvlněné a zařízle, také mohou mít na buňce nejrůznější výběžky (Růžička 1977, Kalina & Váňa 2005).



Obr. 8 *Micrasterias papillifera* Ralfs a popis základních morfologických struktur krásivek.

## 2.4.3 Rozmnožování

Ačkoli se krásivky mohou množit pohlavně i nepohlavně, většinou převažuje nepohlavní rozmnožování. V nepohlavním procesu se buňka rozdělí na dvě poloviny. Dochází k mitóze, která probíhá hlavně v noci, aby byly buňky chráněné před UV zářením. Po dělení vzniknou dvě morfologicky identické buňky s odlišně starými polobuňkami. Po dělení může být buňka mírně asymetrická, protože je nově zformovaná semicela menší než semicela původní buňky.

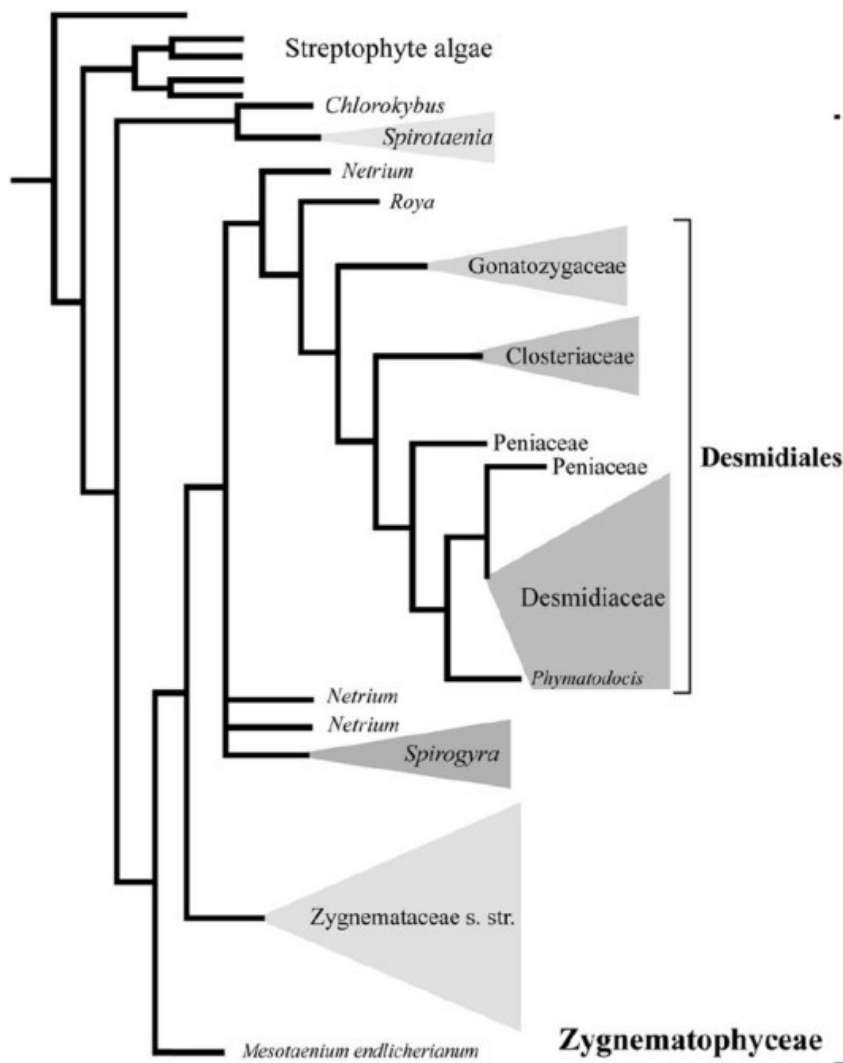
Protože proces nepohlavního rozmnožování není vždy dokonalý, můžeme najít buňky, které nejsou plně symetrické. U zástupců rodu *Micrasterias* mohou chybět některé laloky nebo mohou mít různou velikost. U zástupců rodu *Pleurotaenium* může docházet k nafouknutí či vypouknutí buněk (Kalina & Váňa 2005).

Při nepříznivých podmínkách prostředí může vzácně docházet k pohlavnímu rozmnožování, a to formou konjugace. Buňky se k sobě přiblíží a v místě překryvu se vytvoří kanálek mezi buněčnými stěnami (Růžička 1977). Dojde ke splnutí gamet a následné formaci zygospor, která je odolným stádiem. Zygospora dozrává dva až tři měsíce, poté dojde k meióze. Výsledkem je vznik haploidních buněk. Morfologie zygospor může být determinačním znakem, u velké části krásivek však nebyl pohlavní proces nikdy pozorován (Hindák & kol. 1978, Pouličková & kol. 2007).

#### 2.4.4 Fylogeneze třídy Zygnematophyceae

Fylogeneze nám umožňuje studovat evoluci linií a příbuznost jednotlivých taxonů. Rekonstrukce fylogeneze se u krásivek (a zelených řas obecně) provádí na základě genů z jádra či semiautonomních organel (mitochondrií a plastidů). Nejběžněji používanými markery jsou *rbcL* z plastidu (gen kódující velkou podjednotku enzymu RuBisCO, který se podílí na fixaci oxidu uhličitého během tmavé fáze fotosyntézy), gen pro malou ribozomální podjednotku (18S rRNA) a *coxIII* a *nad5* z mitochondrie (podjednotka enzymu v dýchacím řetězci nazývaného cytochrom c oxidáza) (např. Škaloud & kol. 2011, 2012).

Krásivky (Desmiales) jsou monofyletickým taxonem a mohou být rozděleny do několika čeledí: monofyletické linie Gonatozygaceae, Closteriaceae a Desmidiaceae, a parafyletické čeledi Peniaceae (Obr. 9). Krásivky patří do třídy Zygnematophyceae, která dle nejnovější fylogenomické studie vychází jako nejbližší linie příbuzná vyšším rostlinám (Embryophyta) a můžeme ji rozdělit do pěti řádů (Hess & kol. 2022) (Obr.10). Z tohoto důvodu je studium fylogeneze krásivek a dalších příbuzných linií významné z evolučního hlediska, protože může zodpovědět evoluční hypotézy vzniku mnohobuněčnosti u vyšších rostlin. Ačkoli se výsledky dřívějších studií zabývajících se nejbližšími příbuznými vyšších rostlin liší, dnes je to právě třída Zygnematophyceae společně s třídou Coleochaetophyceae, které jsou uznávány jako nejbližší příbuzné linie vyšším rostlinám (Wodniok & kol. 2011, Zhou & kol. 2020).

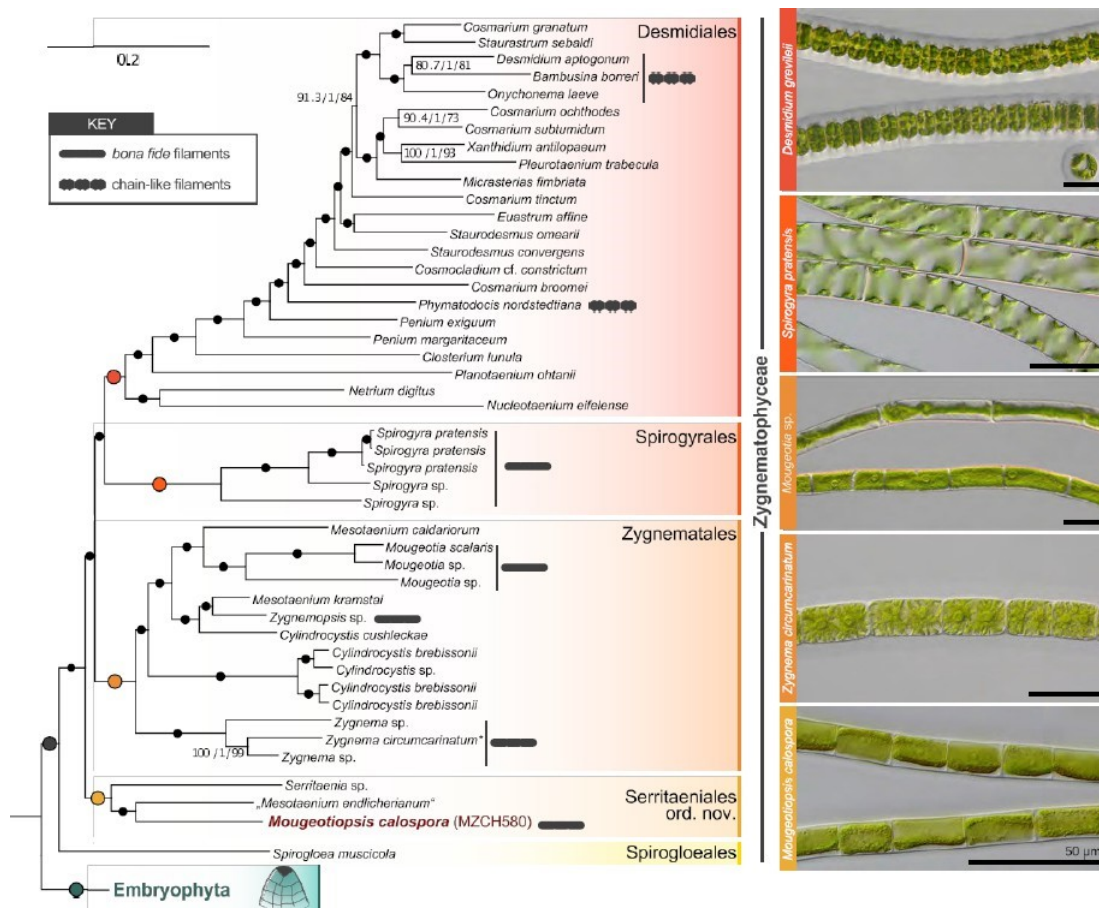


Obr. 9 Fylogenetický strom třídy Zygnematophyceae (Gontcharov, 2008).

## 2.4.5 Taxonomie krásivek

Diverzita krásivek byla dříve hodnocena pouze podle morfologických znaků, s příchodem molekulárních metod, jako je sekvenace specifických genů, se však morfologický druhový koncept částečně rozpadl (Růžička 1977, Gontcharov & kol. 2008). Zjistilo se totiž, že řada druhů, dříve považovaných za monofyletické skupiny, patří do různých více či méně příbuzných linií. Také se zjistilo, že existuje tzv. kryptická diverzita, tedy že existuje řada morfologicky identických druhů s odlišnou genetickou informací (Hall & kol. 2008, de Araujo & kol. 2022). I přesto však krásivky zůstávají jednou ze skupin mikroskopických řas, u kterých jsou morfologické metody zásadní pro studium jejich diverzity (Neustupa & kol. 2010).





Obr. 10 Fylogenomický strom třídy Zygnematophyceae (Hess & kol. 2022).

## 2.5 Ekologie krásivek a jejich využití v ochraně přírody

Krásivky se nejčastěji vyskytují v oligotrofních vodách s kyselým pH. Můžeme je najít po celém světě od rovníku po nejchladnější části světa, ale v naší krajině je najdeme nejčastěji na rašeliníštích (Šťastný 2010). Čím nižší je pH vody, tím vyšší je diverzita krásivek. V prostředí s vyšším pH totiž krásivkám konkurují jiné řasy, jako jsou zelené řasy z linie Chlorophyta nebo rozsivky (Bacillariophyceae). Protože jsou krásivky velmi citlivé na změnu pH, eutrofizaci lokalit, narušení vodního režimu a zarůstání lokalit, můžeme je využít jako vhodné bioindikátory. Systém hodnocení vzácnosti a významu lokalit byl vytvořen na základě porovnání přítomnosti vzácných a citlivých druhů s celkovou biodiverzitou krásivek na dané lokalitě (Coesel 2001). Pro svoji morfologickou atraktivitu jsou jako vlajkové druhy považováni zástupci rodu *Micrasterias*.

### 3 CÍLE PRÁCE

Cíli této práce bylo:

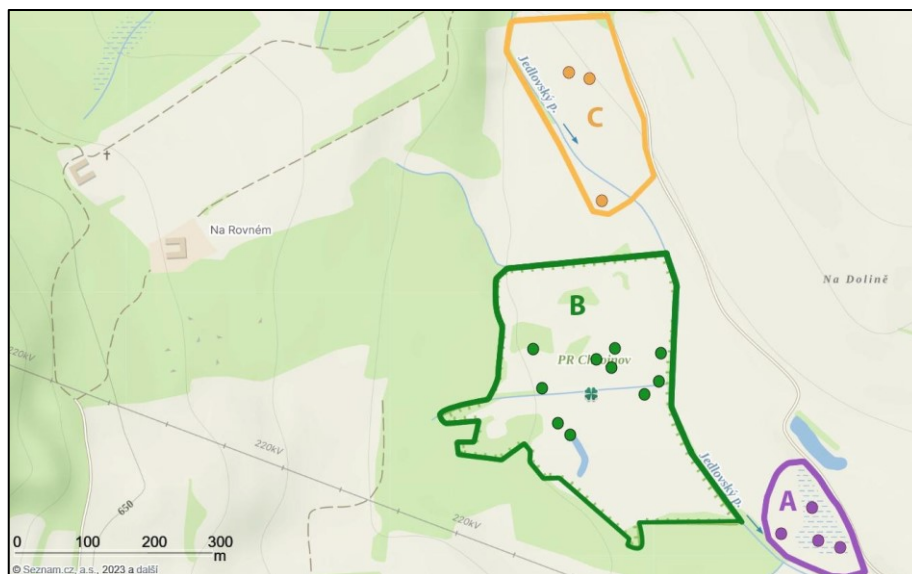
- 1) Zmonitorovat společenstva krásivek na lokalitě PR Chvojnov pomocí opakovaného sběru vzorků v terénu během roku a mapování diverzity nalezených druhů krásivek pod světelným mikroskopem.
- 2) Zhodnocení ekologického stavu lokality na základě tzv. krásivkového indexu před a po revitalizaci lokality, která byla provedena v letech 2012 až 2015 a srovnání získaných výsledků se studií Mgr. Jana Šťastného, Ph.D. z roku 2008 (Šťastný 2008), tedy před revitalizací.
- 3) Využití získaných pozorování v praktické ochraně přírody a předání výsledku monitoringu správcům PR Chvojnov.

## 4 METODIKA

### 4.1 Popis studované lokality

Byly vymezeny lokality A, B, C (Obr. 11, Tabulka 1).

Lokalita A „dolní Chvojnov“ byla vymezena v oblasti tůněk vytvořených v rámci revitalizace v roce 2014. Lokalita B byla vymezena v nejzachovalejší části lokality neboli PR Chvojnov. Lokalita C „horní Chvojnov“ byla vymezena na místě nedávno obnoveného prameniště.



Obr. 11 Studované lokality na PR Chvojnov. V rámci lokalit A, B, C jsou vyznačeny přesné body jednotlivých sběrů.

lokality	GPS souřadnice	lokality	GPS souřadnice
A1	49.4039144N, 15.4232000E	B5	49.4066406N, 15.4179683E
A2	49.4040358N, 15.4227317E	B6	49.4072303N, 15.4185203E
A3	49.4040642N, 15.4221653E	B7	49.4064906N, 15.4181250E
A4	49.4041050N, 15.4219619E	B8	49.4063511N, 15.4184683E
A5	49.4044664N, 15.4226006E	B9	49.4086292N, 15.4182358E
B1	49.4054564N, 15.4175508E	B10	49.4060133N, 15.4191336E
B2	49.4055558N, 15.4173658E	B11	49.4061736N, 15.4194361E
B3	49.4051911N, 15.4172300E	C1	49.4102669N, 15.4179633E
B4	49.4067633N, 15.4181153E		

Tabulka 1 Seznam lokalit A–C, na kterých byly vzorky sbírány a jejich přesné souřadnice.

## 4.2 Sběr vzorků

První sběr byl proveden 7. října 2020, následné sběry potom 8. června 2021, 24. července 2021, a 10. srpna 2022. 7. listopadu 2022. Vzorky byly sbírány do 50 ml zkumavek. Pro zachycení největší diverzity byla mačkána voda z nejrůznějších mechů a vodních rostlin v jednotlivých tůňkách. Sbírán byl také sediment na dně tůňek a byl seškrabován povrch na kamenech. Ve všech studovaných tůňkách byly naměřeny ekologické parametry prostředí včetně pH a konduktivity (Tabulka 2). Zkumavky byly označeny lihovým fixem. Získané vzorky byly uchovávány v lednici. Část vzorků byla nafixována ve 2 % formaldehydu.

lokality	pH	konduktivita ( $\mu\text{S}$ )
A	6,23	222,21
B	5,53	157,19
C	6,07	570,00

Tabulka 2 Ekologické parametry naměřené na lokalitách A, B, C. Hodnoty jsou zprůměrované ze všech sbíraných lokalit.

## 4.3 Hodnocení diverzity krásivek

Řasy byly určovány podle publikací Desmids of the Lowlands (Coesel & Meesters 2014), Atlas řas a sinic České republiky 2 (Kaštovský & kol. 2018), a podle Šťastný (2010). Z každého vzorku bylo prozkoumáno 9 kapek (přibližně 1–2 ml). Před odebráním kapek na mikroskopické sklíčko byly zkumavky ponechány ve vodorovné poloze, aby se usadil sediment a vzorky se tak co nejvíce se zkoncentrovaly. Konzultantem při určování krásivek byl Mgr. Jan Šťastný, Ph.D. z Přírodovědecké fakulty UK, algolog, který se specializuje na diverzitu a ekologii krásivek. Pro určení hojnosti krásivek byla vytvořena umělá hranice dle Šťastný (2008): 1 – ojediněle; 2 – roztroušeně; 3 – hojně; 4 – velmi hojně.

Vzorky byly pozorovány pomocí světelného mikroskopu Olympus BX51 vybaveného diferenciálním interferenčním kontrastem (DIC). Fotky byly pořízeny fotoaparátem Olympus DP70 připevněným k mikroskopu.

## 5 VÝSLEDKY

Celkem bylo určeno 66 druhů na všech lokalitách, z toho 36 druhů na lokalitě A, 51 druhů na lokalitě B, 12 druhů na lokalitě C (Tabulka 3, 4). Bylo určeno 34 druhů, které byly nalezeny i při monitoringu v roce 2008 (Šťastný 2008). Bylo objeveno 32 druhů, které se na lokalitě v roce 2008 pravděpodobně nevyskytovaly nebo nebyly nalezeny. Naopak nebylo nalezeno 32 druhů, které byly pozorovány v roce 2008 jako např. *Closterium pusillum* Hantzsch.

Nově nalezené druhy:

*Actinotaenium silvae-nigrae* var. *parallellum* (Willi Krieg.) Kouwets & Coesel, *Closterium cynthia* De Not., *Closterium diana* var. *arculatum* (Ralfs) Rabenh, *Closterium moniliferum* var. *submoniliferum* (Woronchin) Willi Krieg, *Closterium pronum* Bréb., *Closterium regulare* Bréb., *Closterium rostratum* Ralfs, *Closterium venus* Ralfs, *Cosmarium anceps* P.Lundell, *Cosmarium crenatum* Ralfs ex Ralfs, *Cosmarium cyclicum* P.Lundell, *Cosmarium davidsonii* J. Roy & Bissett, *Cosmarium hornavanense* Gutwinski, *Cosmarium hornavanense* var. *dubovianum* (Lütkem.) Růžička, *Cosmarium regnellii* Wille, *Cosmarium sportella* var. *subnudum* W.West & G.S.West, *Cosmarium subpunctulatum* (Nordst.) Børges., *Cylindrocystis brebissonii* De Bary, *Micrasterias thomasiana* Archer, *Pleurotaenium ehrenbergii* (Ralfs) De Bary, *Pleurotaenium* sp., *Staurastrum acutum* Bréb. sensu lato, *Staurastrum bieneanum* Rabenh., *Staurastrum boreale* var. *triradiatum*, *Staurastrum dybowski* Woloszyńska, *Staurastrum erasum* Bréb., *Staurastrum furcigerum* (Ralfs) W. Archer, *Staurastrum hirsutum* Ralfs, *Staurastrum inflexum* Bréb., *Staurastrum sexcostatum* Ralfs, *Staurastrum striatum* (W.West & G.S.West), *Stauroidesmus extensus* var. *rectus* (Eichler & Raciborski).

Ze všech určených druhů na lokalitě bylo 25 vzácných druhů:

*Actinotaenium silvae-nigrae* var. *parallellum* (Willi Krieg.) Kouwets & Coesel, *Actinotaenium turgidum* (Bréb.) Teiling, *Closterium costatum* var. *borgei* (Willi Krieg.) Růžička, *Closterium cynthia* De Not., *Closterium diana* var. *arculatum* (Ralfs) Rabenh, *Closterium regulare* Bréb., *Cosmarium anceps* P.Lundell, *Cosmarium botrytis* Ralfs, *Cosmarium crenatum* Ralfs ex Ralfs, *Cosmarium cyclicum* P.Lundell, *Cosmarium davidsonii* J. Roy & Bissett, *Cosmarium hornavanense* Gutwinski, *Cosmarium ochthodes* Nordst., *Cosmarium pachydermum* P. Lundell, *Cosmarium sportella* var. *subnudum* W.West & G.S.West, *Micrasterias crux-melitensis* Ralfs, *Micrasterias thomasiana* Archer, *Pleurotaenium truncatum* (Ralfs) Näg., *Staurastrum acutum* Bréb. sensu lato, *Staurastrum bieneanum* Rabenh., *Staurastrum erasum* Bréb., *Staurastrum furcigerum* (Ralfs) W. Archer, *Staurastrum polytrichum* (Perty) Rabenh., *Staurastrum sexcostatum* Ralfs, *Staurastrum trapezicum* Boldt.

lokality	počet druhů	(d)	vzácnost	(r)	ekologické nároky	(S)	pH	index
A	36	2	19	2	24	2	mírně kyselé	6
B	51	3	32	3	38	2	mírně kyselé	8
C	12	2	5	1	6	1	mírně kyselé	4
celkově	66	3	41	3	46	3	mírně kyselé	9

Tabulka 3 Diverzita krásivek na lokalitách A, B, C a parametry potřebné k výpočtu krásivkového indexu. Jednotlivé parametry krásivkového indexu podle Coesel (2001): (d) index počtu nalezených druhů, (r) index vzácnosti druhů, (S) index ekologických nároků.

Druh	A	B	C	Šťastný (2008)	vzácnost (r)	ekologické nároky (S)
<i>Actinotaenium silvae-nigrae</i> var. <i>parallellum</i> (Willi Krieg.) Kouwets & Coesel		2			2	2
<i>Actinotaenium turgidum</i> (Bréb.) Telling	8	12			0	2
<i>Closterium costatum</i> var. <i>borgei</i> (Willi Krieg.) Růžička		26	1		1	2
<i>Closterium cynthia</i> De Not.	1	3			1	2
<i>Closterium diana</i> Ralfs	2				0	1
<i>Closterium diana</i> var. <i>arculatum</i> (Ralfs) Rabenh		28			1	2
<i>Closterium incurvum</i> Bréb.	4	9			0	0
<i>Closterium intermedium</i> Ralfs		11			0	1
<i>Closterium lunula</i> Ralfs		9			0	1
<i>Closterium moniliferum</i> Ralfs	16	12	1		0	0
<i>Closterium moniliferum</i> var. <i>submoniliferum</i> (Woronchin) Willi Krieg		1			0	0
<i>Closterium navicula</i> (Bréb.) Lütke.		2			0	0
<i>Closterium parvulum</i> Näg.	1				0	0
<i>Closterium parvulum</i> Näg./ <i>C. diana</i> Ehrenberg ex Ralfs		30	8			
<i>Closterium pronum</i> Bréb.	1				0	1
<i>Closterium regulare</i> Bréb.	11	1			2	2
<i>Closterium rostratum</i> Ralfs		18			0	0

<i>Closterium striolatum</i> Ehrenb. ex Ralfs	1				0	0
<i>Closterium venus</i> Ralfs	13	2	2		0	0
<i>Cosmarium anceps</i> P.Lundell		2			1	0
<i>Cosmarium botrytis</i> Ralfs	52	19	3		2	0
<i>Cosmarium crenatum</i> Ralfs ex Ralfs		4			1	0
<i>Cosmarium cyclicum</i> P.Lundell		2			2	0
<i>Cosmarium davidsonii</i> J. Roy & Bissett		2			3	0
<i>Cosmarium hornavanense</i> Gutwinski		2			3	0
<i>Cosmarium hornavanense</i> var. <i>dubovianum</i> (Lütkem.) Růžička	5					0
<i>Cosmarium impressulum</i> Elfving	4				0	0
<i>Cosmarium obtusatum</i> Schmidle	8	6	2		0	0
<i>Cosmarium ochthodes</i> Nordst.		17	1		1	1
<i>Cosmarium pachydermum</i> P. Lundell	31	51	1		1	2
<i>Cosmarium quadratum</i> Ralfs	2	13	5		0	0
<i>Cosmarium regnellii</i> Wille	3	1			0	0
<i>Cosmarium sportella</i> var. <i>subnudum</i> W.West & G.S.West	2	11			1	0
<i>Cosmarium subcucumis</i> Schmidle		3	2		0	0
<i>Cosmarium subgranatum</i> (Nordst.) Lütkem. var. <i>børgei</i> Krieg.		6			0	0
<i>Cosmarium subpunctulatum</i> (Nordst.) Børges.	17	16				
<i>Cosmarium tetraophthalmum</i> Ralfs		12			0	0
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> De Bary		4			0	0
<i>Desmidium swartzii</i> Ralfs		13			0	1
<i>Euastrum oblongum</i> Ralfs		11			0	2
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Ralfs	2				0	0
<i>Micrasterias americana</i> Ralfs	2	22			0	2
<i>Micrasterias crux-melitensis</i> Ralfs	3	29			1	2
<i>Micrasterias papillifera</i> Ralfs		6			0	2
<i>Micrasterias rotata</i> Ralfs		1			0	2
<i>Micrasterias thomasiana</i> Archer		1			3	1

<i>Netrium digitus</i> (Bréb.) Itzigs. et Rothe		31	13		0	0
<i>Pleurotaenium crenulatum</i> (Ralfs) Rabens.	1				0	0
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Ralfs) De Bary	62	3			0	1
<i>Pleurotaenium</i> sp.	5					
<i>Pleurotaenium trabecula</i> Näg.	20		1		0	1
<i>Pleurotaenium truncatum</i> (Ralfs) Näg.		2			1	2
<i>Staurastrum acutum</i> Bréb. sensu lato	1				0	0
<i>Staurastrum bieneanum</i> Rabenh.	4				1	1
<i>Staurastrum boreale</i> var. <i>quadriradiatum</i> Korshikov	1	12			0	0
<i>Staurastrum boreale</i> var. <i>triradiatum</i>	2	2				
<i>Staurastrum dybowskii</i> Woloszynska	1					
<i>Staurastrum erasum</i> Bréb.	1				2	2
<i>Staurastrum furcigerum</i> (Ralfs) W. Archer	1				1	2
<i>Staurastrum hirsutum</i> Ralfs		1			0	0
<i>Staurastrum inflexum</i> Bréb.	3	16			0	1
<i>Staurastrum polytrichum</i> (Perty) Rabenh.	1	1			1	2
<i>Staurastrum sexcostatum</i> Ralfs		2			1	0
<i>Staurastrum striatum</i> (W. West & G.S. West)		101				
<i>Staurastrum trapezicum</i> Boldt		10			3	3
<i>Stauroidesmus extensus</i> var. <i>rectus</i> (Eichler & Raciborski)	1	1				

Tabulka 4 Seznam nalezených druhů na lokalitách A–C s údaji o jejich vzácnosti (r) v ČR, ekologických nárocích jednotlivých druhů (S) a jejich průměrném zastoupení na studovaných lokalitách. Čísla ve sloupcích A, B a C značí počet nalezených jedinců daného druhu. Modře jsou zvýrazněny druhy, které byly nalezeny při monitoringu na lokalitě v roce 2008 (Šťastný, 2008). Šedě vyplněná políčka znamenají, že na jejich ohodnocení nebyl dostatek dat nebo informace chybí.



## 6 DISKUZE

Monitoring krásivek, který byl proveden během pěti sběrů mezi lety 2020–2022, potvrdil vysokou diverzitu krásivkových společenstev na lokalitě PR Chvojnov. Původním plánem byl sběr vzorků na lokalitě pouze jednou ročně, protože se stav vody v jednotlivých tůňkách v rámci roku výrazně lišil, byly v následujících letech provedeny dva sběry ročně. V letních měsících, kdy byl očekáván největší rozkvět krásivkových společenstev, řada tůňek úplně vyschla, což výrazně znesnadnilo sběr vzorků a ovlivnilo tak nalezenou diverzitu krásivek. Nejvíce byla lokalita postižena suchem v roce 2023, kdy byl zaznamenán rapidní úbytek vody na celém území mokřadu. Úbytek vody byl tak velký, že bylo možno lokalitu procházet suchou nohou, což v minulých letech nebylo možné (Hydrometeorologický ústav pobočka Brno 2018). Podzimní sběr vzorků byl tedy důležitý pro zachycení co největší druhové diverzity na lokalitě.

Protože byl počet sbíraných vzorků na jednotlivých lokalitách A, B, C v rámci PR Chvojnov vysoký (3–10 vzorků na jednu lokalitu), byl zkoumaný objem každého vzorku stanoven na 1–2 ml. Není však možno vyloučit, že při zvýšení zkoumaného objemu bylo možné nalézt více druhů. Fixace a usmrcení buněk v den sběru zajistilo uchování diverzity ve vzorcích, mírně však znesnadnilo samotné určování druhů pod mikroskopem, protože fixací došlo k vyblednutí chloroplastů, které mohou být užitečným určovacím znakem (Kaštovský & kol. 2018, kde říkají, že chloroplast je určovací znak u krásivek). Dalším omezením monitoringu byl fakt, že byly vzorky určovány pouze podle morfologie. Je dobře známo, že se mezi krásivkami nachází i řada kryptických druhů, které nejsou morfologicky rozlišitelné (Hall & kol. 2008, Šťastný & kol. 2013, De Araujo & kol. 2022). Ačkoli byly druhy krásivek dříve popisovány pouze na základě morfologie, metody sekvenace DNA dokázaly existenci řady kryptických druhů a jsou již nezbytnou součástí taxonomických revizí i popisu nových druhů (Gontcharov & Melkonian 2008, Škaloud & kol. 2011, 2012, De Araujo & kol. 2022). Případná molekulární analýza jednotlivých druhů by však byla nad rámec této práce. U převážné části druhů je ale druhové určení přesné a pro určování řas však byly použity dva podrobné určovací klíče (Coesel & Meesters 2014, Kaštovský & kol. 2018). V případě nejistoty ohledně určení některých krásivek byla identifikace řas konzultována s Mgr. Janem Šťastným, Ph.D., odborníkem na diverzitu a ekologii krásivek. I přesto některé druhy nemohly být s úplnou přesností určeny, jako např. někteří zástupci rodu *Pleurotaenium*.

Aby mohly být získané výsledky porovnány s podmínkami prostředí v jednotlivých tůňkách, byly na lokalitách A, B, C měřeny hodnoty pH a konduktivity vody (Tabulka 2). Nejnížší hodnoty pH i konduktivity byly zaznamenány na lokalitě B, kde bylo také nalezeno nejvíce druhů krásivek (Tabulka 3), což potvrdilo naši hypotézu. Lokalita B je totiž nejpůvodnější částí mokřadu a společenstva krásivek se tu vyvíjí nejdéle (Černá & Neustupa 2010). Protože jsou krásivky velmi citlivé na změny pH a většina druhů preferuje kyselější a oligotrofní tůňky (Brook 1981, Coesel 1981), typické pro lokalitu B, je ochrana této centrální části mokřadu stěžejní pro zachování druhové diverzity na lokalitě (Coesel 1982). Je však vhodné

doplnit, že je známa i řada druhů krásivek, které žijí v eutrofizovanějších vodách s vyšším pH (Gerrath 2003). Přestože byla průměrná hodnota pH na lokalitách A a C lehce nad 6, byla i na těchto lokalitách nalezena řada druhů krásivek. Lokalita A nacházející se v místě tůní, které vznikly v rámci revitalizace v letech 2012–2015, představuje rozvíjející se lokalitu s velkým potenciálem. Již po 10 letech od založení tůněk zde bylo nalezeno 36 druhů krásivek. Nejméně druhů bylo nalezeno na lokalitě C, která je ze tří zkoumaných lokalit nejméně rozvinutá a řasová společenstva tu ještě nejsou plně vyvinuta. Pokud však bude na lokalitě pokračovat nastavený management, lze i zde v dalších letech očekávat navýšení druhové diverzity krásivek.

Zajímavým a také povzbudivým výsledkem je, že polovina druhů (33) nalezených na lokalitě v rámci tohoto projektu nebyla zaznamenána při monitoringu v roce 2008, tedy před hlavní revitalizací lokality (Šťastný 2008). Nejzajímavějšími novými nálezy a zároveň nejvzácnějšími nálezy na lokalitě jsou *Staurastrum erasum* Bréb., *Staurastrum trapezicum* Boldt a *Micrasterias thomasiana* W.Archer. Mezi vzácné druhy, které jsou zároveň citlivé na změnu environmentálních podmínek a jsou tedy dobrými ukazateli stavu lokality, patří např. *Actinotaenium silvae-nigrae* var. *parallellum* (Willi Krieg.) Kouwets & Coesel, *Closterium costatum* var. *borgei* (Willi Krieg.) Růžička, *Closterium regulare* Bréb., *Micrasterias crux-melitensis* Ralfs, *Pleurotaenium truncatum* (Ralfs) Næg., *Staurastrum polytrichum* (Perty) Rabenh., nebo *Staurastrum erasum* Bréb., o kterém existuje na území ČR pouze minimum záznamů (Růžička 1957, Šťastný 2008). Nalezeny byly také vzácné druhy, které nejsou typické pouze pro benthos, ale jsou i aerofytické (rostoucí na vlhkých površích na souši), jako např. *Cosmarium davidsonii* J. Roy & Bisset nebo *Cosmarium hornavanense* Gutwinski. Mezi acidofilní druhy typické pro málo úživné oligotrofní tůňky, patří např. *Actinotaenium silvae-nigrae* var. *parallellum* (Willi Krieg.) Kouwets & Coesel, *Cosmarium davidsonii* J. Roy & Bisset, *Staurastrum trapezicum* Boldt, nebo *Micrasterias thomasiana* W.Archer. Naopak hojnými druhy, které byly nalezeny na všech třech podlokalitách A, B, C a také v rámci monitoringu v roce 2008, jsou *Closterium moniliferum* Ralfs, *Cosmarium botrytis* Ralfs, *Cosmarium obtusatum* Schmidle, *Cosmarium pachydermum* P. Lundell a *Cosmarium quadratum* Ralfs. Nejčastějšími druhy nalezenými na lokalitě jsou *Cosmarium pachydermum* P. Lundell, *Micrasterias crux-melitensis* Ralfs, *Netrium digitus* (Bréb.) Itzigs. et Rothe, a *Staurastrum striatum* (W.West & G.S.West).

Hlavním výstupem monitoringu krásivek v PR Chvojnov je výpočet tzv. krásivkového indexu (Coesel 2001), který využívá čtyři parametry: diverzita (d), vzácnost (r), ekologické nároky (S), a pH (Tabulka 3). Diverzita určuje, kolik druhů se vyskytuje na daném území. Vzácnost jednotlivých druhů v rámci ČR byla určena podle Šťastný (2008, 2010). Mezi ekologické nároky patří např. míra znečištění, kterou dané druhy snesou nebo jak jsou konkurenčně schopné. Zásadním faktorem je pH na lokalitě. Součtem hodnot získaných pro každý parametr získáme index lokality od 0 (nejméně cenná lokalita převážně s běžnými druhy) do 10 (velmi cenná lokalita). Hodnota indexu v PR Chvojnov byla vypočtena na 9, což dále dokazuje významnost a důležitost zkoumané lokality.

Při hlavní revitalizaci mokřadů v roce 2014 vznikla na lokalitě řada nových tůní a obnovli se částečně vodní režim. Začalo zde každoroční kosení celé lokality. Seč probíhá průběžně a vytváří na lokalitě mozaiku nejrůznějších mikrohabitátů (Kołos 2013). Díky pravidelné seči se zde udržují druhy rané sukcese, které jsou na lokalitě jedním z hlavních cílů ochrany. Jedním z těchto druhů je např. všivec bahenní, jehož populace se díky pravidelné seči zotavila, a dokonce je nejsilnější v kraji Vysočina. Revitalizace mokřadů tak měla velice pozitivní výsledky jak na floru, tak i na faunu na lokalitě (Ekrtová & kol. 2022). Pokračování stávajícího managementu a další rozšiřování mokřadů je však zásadní pro zachování cennosti lokality. Jedním z důležitých prvků mokřadu je Jedlovský potok, zásadní pro fungování všech tří zkoumaných podlokalit A, B, i C. Tento potok je v současné době zahloubený a nemůže se rozlévat do žádné z těchto podlokalit. Revitalizace potoka by měla na mokřad velice pozitivní dopady hlavně v létě, kdy by se celý tok mohl rozlévat do okolí a zajistil by stálý přísun vody do všech lokalit (Keddy 2010, Zhang & kol. 2012). To by omezilo vysychání lokality během letních měsíců a umožnilo lepší přežívání a šíření nejen společenstvu krásivek. Na druhou stranu zde hrozí ohrožení podlokality C, která by díky vyhloubení potoka dále nemohla být sečena mechanickými stroji z důvodu velkého podmáčení a hrozila by tak degradace a postupná sukcese této lokality. To by mohlo mít za následek vymizení některých vzácných druhů.

Získaná data o diverzitě a výskytu krásivek v rámci všech zkoumaných lokalit poskytnula údaje využitelné i v praktické ochraně přírody. V rámci tohoto výzkumu bylo zjištěno, že pro krásivky jsou vhodné rašeliništní šlenky, v kterých se často vyskytují bublinatky a různé druhy mechorostů společně vytvářející rozmanitý porost. Diverzitu krásivek na lokalitě by tedy mohl pozitivně ovlivnit management cílený na podporu tvorby těchto rašeliništních šlenek (Juříčka 2024).

## 7 ZÁVĚR

Cílem tohoto projektu bylo zmapovat celkovou diverzitu krásivek (Desmiales) v přírodní rezervaci Chvojnov a zjistit, jak se daná lokalita změnila po roce 2008 a jak revitalizace dané lokality ovlivnila společenstva krásivek. Pro zhodnocení stavu lokality po revitalizaci byla lokalita vymezena na tři části – A, B, a C. Lokalita B byla vymezena ve středu původního rašeliniště a z hlediska biodiverzity byla vytipována jako nejbohatší a nejzachovalejší. Výsledky výzkumu tuto hypotézu potvrdily. Na lokalitě B bylo nalezeno 51 druhů krásivek. Překvapivým poznatkem bylo i zjištění, že lokalita A, která vznikla vyhloubením nových tůní během revitalizace je, co se týče diverzity krásivek, také bohatá s výsledkem 34 nalezených druhů. Na lokalitě C, nejmenší a nejméně vyvinuté ze tří studovaných lokalit, bylo nalezeno 12 druhů krásivek. Krásivkový index lokality přírodní rezervace Chvojnov byl vypočten na 9, což dále potvrzuje významnost lokality v rámci kraje Vysočina a naznačuje pozitivní dopad revitalizace na diverzitu krásivek na lokalitě.

Získaná data mohou sloužit jako podklad pro orgány ochrany přírody, pomoci další revitalizaci lokality, a sloužit k vylepšení nebo upřesnění plánu managementu na lokalitě, která by mohla podpořit revitalizaci Jedlovského potoka a přispět k obohacení dané lokality. Do budoucna by bylo vhodné provést stejný výzkum i na lokalitě Na Oklice, aby se zjistil dopad revitalizace z roku 2014 i na tuto blízkou lokalitu.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AN, Ruizhi, et al. Water quality determines protist taxonomic and functional group composition in a high-altitude wetland of international importance. *Science of The Total Environment*, 2023, 880: 163308.

BHOWMIK, Sudipto. Ecological and economic importance of wetlands and their vulnerability: a review. *Research Anthology on Ecosystem Conservation and Preserving Biodiversity*, 2022, 11-27.

BROOK, Alan J. *The biology of desmids*. Univ of California Press, 1981.

COESEL, Peter FM & kol. *Desmids of the lowlands: Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European lowlands*. Brill, 2014.

COESEL, Peter FM. A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. *Biodiversity & Conservation*, 2001, 10: 177-187.

COESEL, Peter FM. *Classification of desmid assemblies in a Dutch broads area*, 1981.

COESEL, Peter FM. *Spirotaenia diplohelica* spec. nov.(Chlorophyta, Mesotaeniaceae). *Acta Botanica Neerlandica*, 1981, 30.5-6: 433-437.

COESEL, Peter FM. Structural characteristics and adaptations of desmid communities. *The Journal of Ecology*, 1982, 163-177.

COESEL, Peter FM; MEESTERS, Koos J. *Desmids of the lowlands: Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European lowlands*. Brill, 2014. EISELTOVÁ, Martina. Význam mokřadů v zemědělské krajině. 2018.

COESEL, Peter FM; MEESTERS, Koos J. *Desmids of the lowlands: Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European lowlands*. Brill, 2014.

ČECH, Luděk; EKTROVÁ, Ester; EKTR, Libor; JUŘIČKA, Jiří; JELÍNKOVÁ, Jana. Červená kniha květeny Vysočiny. *Pobočka České společnosti ornitologické na Vysočině, Jihlava*, 2021.

ČERNÁ, Kateřina; NEUSTUPA, Jiří. The pH-related morphological variations of two acidophilic species of Desmidiales (Viridiplantae) isolated from a lowland peat bog, Czech Republic. *Aquatic Ecology*, 2010, 44: 409-419.

DE ARAUJO, Camila Barbosa, & kol. Hidden generic diversity in desmids: description of *Pseudomicrasterias* gen. nov.(Desmidiaceae, Zygnematophyceae). *Phycologia*, 2022, 61.3: 227-240.

- DUNGEL, Jan; ŘEHÁK, Zdeněk. *Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky*. Academia, 2005. ERWIN, Kevin L. Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and management*, 2009, 17.1: 71-84.
- GERRATH, Joseph F. *Conjugating green algae and desmids. Freshwater algae of North America*, 2003, 353-381.
- GHERMANDI, Andrea, & kol. Values of natural and human-made wetlands: A meta-analysis. *Water Resources Research*, 2010, 46.12.
- GONTCHAROV, Andrey A., & kol. Phylogeny and classification of Zygnematophyceae (Streptophyta): current state of affairs. *Fottea*, 2008, 8.2: 87-104.
- GONTCHAROV, Andrey A., et al. Phylogeny and classification of Zygnematophyceae (Streptophyta): current state of affairs. *Fottea*, 2008, 8.2: 87-104.
- GONTCHAROV, Andrey A.; MELKONIAN, Michael. In search of monophyletic taxa in the family Desmidiaceae (Zygnematophyceae, Viridiplantae): the genus *Cosmarium*. *American journal of botany*, 2008, 95.9: 1079-1095.
- GONTCHAROV, Andrey A.; MELKONIAN, Michael. In search of monophyletic taxa in the family Desmidiaceae (Zygnematophyceae, Viridiplantae): the genus *Cosmarium*. *American journal of botany*, 2008, 95.9: 1079-1095.
- GONZÁLEZ GARRAZA, Gabriela; BURDMAN, Luciana; MATALONI, Gabriela. Desmids (Zygnematophyceae, Streptophyta) community drivers and potential as a monitoring tool in South American peat bogs. *Hydrobiologia*, 2019, 833: 125-141.
- HÁJKOVÁ, Petra; HÁJEK, Michal. Vzácné a zajímavé mechové rostliny rašeliníšť a pramenišť Moravskoslovenského pomezí. *Bryonora*, 2001, 28: 10.
- HALL, John D., & kol. Phylogeny of the conjugating green algae based on chloroplast and mitochondrial nucleotide sequence data 1. *Journal of Phycology*, 2008, 44.2: 467-477.
- HALL, John D., KAROL Kenneth G., McCOURT, Richard M., DELWICHE, Charles F. Phylogeny of the conjugating green algae based on chloroplast and mitochondrial nucleotide sequence data. *Journal of Phycology*, 2008, 44.2: 467-477.
- HERTLOVÁ, Pavla. *Krásivková flóra na rašeliníšti Malá jizerská louka*, 2010.
- HESS, Sebastian, & kol. A phylogenomically informed five-order system for the closest relatives of land plants. *Current Biology*, 2022, 32.20: 4473-4482. e7.
- HINDÁK, František. *Sladkovodné riasy. SPN. Bratislava, Slovakia*, 1978.
- HONKOVÁ, Kamila. *Řasová flóra Zlatkovského potoka na Vysočině*. Brno: Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra biologie. 2021.

HORSÁK, Michal. Check-list and distribution maps of the molluscs of the Czech and Slovak Republics (online). 2020. Dostupné z: <http://mollusca.sav.sk/malacology/checklist.htm>

HORSÁK, Michal; HÁJEK, Michal. Habitat requirements and distribution of *Vertigo geyeri* (Gastropoda: Pulmonata) in Western Carpathian rich fens. *Journal of Conchology*, 2005, 6.

HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV POBOČKA BRNO. *Vyhodnocení sucha na území kraje Vysočina za období 2015-2018*. Brno, 2018. Dostupné z: [https://www.kr-vysocina.cz/assets/File.ashx?id\\_org=450008&id\\_dokumenty=4094382](https://www.kr-vysocina.cz/assets/File.ashx?id_org=450008&id_dokumenty=4094382)

CHYTRÝ, Milan; KUČERA, Tomáš; KOČÍ, Martin; GRULICH, Vít; LUSTYK, Pavel. Katalog biotopů České republiky. Druhé vydání. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2010. ISBN 978-80-87457-02-3.

JANTSCHKE, Anne. Non-silicate Minerals (Carbonates, Oxides, Phosphates, Sulfur-Containing, Oxalates, and Other Organic Crystals) Induced by Microorganisms. In: *Mineral Formation by Microorganisms: Concepts and Applications*. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 161-241.

JING, Lei, & kol. Effects of hydrological regime on development of *Carex* wet meadows in East Dongting Lake, a Ramsar Wetland for wintering waterbirds. *Scientific Reports*, 2017, 7.1: 41761.

JOZA, Vít; Prstnatec májový, *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P. F. Hunt et Summerh., na Litvínovsku a Mostecku (severozápadní Čechy). Sborník Oblastního muzea v Mostě, řada přírodovědná, 40: 16–27, 2020.

JUŘIČKA, Jiří. Management na lokalitě PR Chvojnov. Jihlava, 2024, Osobní rozhovor.

KALINA, Tomáš; VÁŇA, Jiří. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, 2005.

KAPLAN, Zdeněk, & kol. *Klíč ke květeně České republiky*. Academia, 2019.

KAŠTOVSKÝ, Jan, & kol. *Atlas sinic a řas České republiky*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2018.

KEDDY, Paul A. *Wetland ecology: principles and conservation*. Cambridge University Press, 2010.

KODET, Vojtěch, & kol. Revitalizace rašelinných luk v PR Chvojnov (online). 2015. Dostupné z: <https://www.prirodavysociny.cz/pdf/Chvojnov-prezentace2019.pdf>

KOŁOS, Aleksander; BANASZUK, Piotr. Mowing as a tool for wet meadows restoration: Effect of long-term management on species richness and composition of sedge-dominated wetland. *Ecological Engineering*, 2013, 55: 23-28.

KOŘÍNKOVÁ, Dana; KODET, Vojtěch. Monitoring ptáků a biotopů na Chvojnově 2012, *Pobočka České společnosti ornitologické na Vysočině*, 2012

KUČERA, Jan.; VÁŇA, Jiří.; HRADÍLEK, Zbyněk. Bryophyte flora of the Czech Republic: updated checklist and Red List and a brief analysis. *Preslia*, 2012, 84.3: 813-850.

LENZENWEGER, R. On the geographically isolated occurrence of some rare Austrian desmid species. *Biologia*, 2003, 58.4: 657-660.

MACEK, J., & kol. Motýli a housenky střední Evropy IV. *Denní motýli*. Academia, Praha, 2015. ISBN 978-80-200-2429-9.

MACKOVÁ, Petra. Současný vývoj vegetace na rašelinných loukách v PR Chvojnov. Brno: Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra biologie. 2021.

MAČÁT, Zdeněk. *Hyla arborea* – rosnička zelená (online). 2008. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/hyla-arborea/>

MAČÁT, Zdeněk. *Mesotriton alpestris* - čolek horský (online). 2009. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/mesotriton-alpestris/>

MAKOVINSKÁ, Jarmila., & kol. Hodnotenie stavu vodných útvarov povrchových vôd Slovenska za rok 2007. Závěrečná správa. VÚVH, SHMÚ, SVP, Bratislava, 2009.

MEESTERS, Koos; COESEL, Peter. *Cosmarium denboeri*: een nieuwe, planktonische sieraalgsoort met een groot potentieel verspreidingsgebied. *Gorteria Dutch Botanical Archives*, 2007, 32.4/5: 144-147.

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Ramsarská úmluva o mokřadech (online). Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/ramsarska\\_umluva\\_o\\_mokradech](https://www.mzp.cz/cz/ramsarska_umluva_o_mokradech).

MITSCH, W. J.; CRONK, J. K. Creation and restoration of wetlands: some design consideration for ecological engineering. *Soil Restoration: Soil Restoration Volume 17*, 1992, 217-259.

MITSCH, William J.; GOSSELINK, James G. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological economics*, 2000, 35.1: 25-33.

MITSCH, William J.; GOSSELINK, James G. *Wetlands*. John Wiley & Sons, 2015.

MURASE, Jun; ASILOGLU, Rasit. Protists: the hidden ecosystem players in a wetland rice field soil. *Biology and Fertility of Soils*, 2023, 1-15.

MURASE, Jun; ASILOGLU, Rasit. Protists: the hidden ecosystem players in a wetland rice field soil. *Biology and Fertility of Soils*, 2023, 1-15.



- NAYAK, Arunima; BHUSHAN, Brij. Wetland Ecosystems and Their Relevance to the Environment: Importance of Wetlands. In: *Handbook of Research on Monitoring and Evaluating the Ecological Health of Wetlands*. IGI Global, 2022. p. 1-16.
- NEUSTUPA, Jiří; ŠKALOUDEK, Pavel; ŠTASTNÝ, Jan. The molecular phylogenetic and geometric morphometric evaluation of *Micrasterias crux-melitensis radians* species COMPLEX1. *Journal of Phycology*, 2010, 46.4: 703-714
- PETERKA, Tomáš ; PETR, Libor; ŠIROKÁ, Adéla; HÁJKOVÁ, Petra. Stáří vybraných rašelinišť na Českomoravské vrchovině. 2022.
- POULÍČKOVÁ, Aloisie, & kol. *Zygnematalean zygospores: morphological features and use in species identification*. *Folia microbiologica*, 2007, 52.2: 135-145.
- RICHTER, Pavel, & kol. Mokřady na archivních mapových podkladech. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2020, 62.4: 30-37.
- RŮŽIČKA, Jiří. Die Desmidiaceen Mitteleuropas, Band 1. 1977.
- RŮŽIČKA, Jiří. *Krásivky Horní Vltavy*. – Preslia, 1957, 29: 132–154.
- SÁDLO, Jiří. *Krajina a revoluce: významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny Českých zemí*. Praha: Malá Skála, 2005. ISBN 80-86776-02-6.
- ŠKALOUDEK, P., ŠTASTNÝ, Jan, NEMJOVÁ, Katarina, MAZALOVÁ, Petra, POULÍČKOVÁ, Aloisie, NEUSTUPA, Jiří. Molecular phylogeny of baculiform desmid taxa (Zygnematophyceae). *Plant Systematics and Evolution*, 2012, 298: 1281-1292.
- ŠKALOUDEK, Pavel, & kol. A multilocus phylogeny of the desmid genus *Micrasterias* (Streptophyta): Evidence for the accelerated rate of morphological evolution in protists. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2011, 61.3: 933-943.
- ŠTASTNÝ, Jan, ŠKALOUDEK, Pavel, LAGENBACH, Dorothee, NEMJOVÁ, Katarina, NEUSTUPA, Jiří. Polyphasic evaluation of *Xanthidium antilopaeum* and *Xanthidium cristatum* (Zygnematophyceae, Streptophyta) species complex. *Journal of Phycology*, 2013, 49.2: 401-416.
- ŠTASTNÝ, Jan. Desmids (Conjugatophyceae, Viridiplantae) from the Czech Republic; new and rare taxa, distribution, ecology. *Fottea*, 2010, 10.1: 1-74.
- ŠTASTNÝ, Jan. Krásivky Přírodních rezervací „Chvojnův“ a „Na Oklice“. *Acta rerum naturalium*, 2008, 4: 13-16.
- TODD, M. Jason, & kol. Hydrological drivers of wetland vegetation community distribution within Everglades National Park, Florida. *Advances in Water Resources*, 2010, 33.10: 1279-1289.

WODNIOK, Sabina, & kol. Origin of land plants: do conjugating green algae hold the key?. *BMC evolutionary biology*, 2011, 11: 1-10.

ZHANG, Xiaohong, & kol. Restoration approaches used for degraded peatlands in Ruorgai (Zoige), Tibetan Plateau, China, for sustainable land management. *Ecological Engineering*, 2012, 38.1: 86-92.

ZHOU, Hong; VON SCHWARTZENBERG, Klaus. Zygnematophyceae: from living algae collections to the establishment of future models. *Journal of Experimental Botany*, 2020, 71.11: 3296-3304.

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 Oblast přírodní rezervace Chvojnov. Zdroj: prirodavysociny.cz **Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek 2 Biotopy na lokalitě Chvojnov. Zdroj: Kodet & kol. 2015. ....7

Obrázek 3 Historická mapa přírodní rezervace Chvojnov z 19.století. Zdroj: www.mapy.cz...8

Obrázek 4 Příklady eukaryotických mikroorganismů nalezených v PR Chvojnov. Zleva: rozsivka (Bacillariophyceae), krásnoočko (Euglenoidea), anaerobní nálevník *Brachonella contorta* (třída Armophorea) a nálevník z třídy Oligohymenophorea. ....9

Obrázek 5 Silně ohrožené rostliny charakteristické pro PR Chvojnov. Zleva: Rosnatka okrouhlolistá, suchopýr úzkolistý a prstnatec májový. ....11

Obrázek 6 Silně ohrožené druhy typické pro PR Chvojnov. Rosnička zelená (*Hyla arborea*) (vlevo) a bekasina otavní (*Gallinago gallinago*) (vpravo). Zdroj obrázku vpravo: Monika Suržinová. ....13

Obrázek 7 Příklady zástupců Desmidiales. Zleva: *Cosmarium pachydermum*, *Euastrum oblongum*, *Actinotaenium turgidum*. ....14

Obrázek 8 *Micrasterias papillifera* Ralfs a popis základních morfologických struktur krásivek. ....15

Obrázek 9 Fylogenetický strom třídy Zygnematophyceae (Gontcharov, 2008). ....17

Obrázek 10 Fylogenomický strom třídy Zygnematophyceae (Hess & kol. 2022). ....18

Obrázek 11 Studované lokality na PR Chvojnov. V rámci lokalit A, B, C jsou vyznačeny přesné body jednotlivých sběrů. ....20

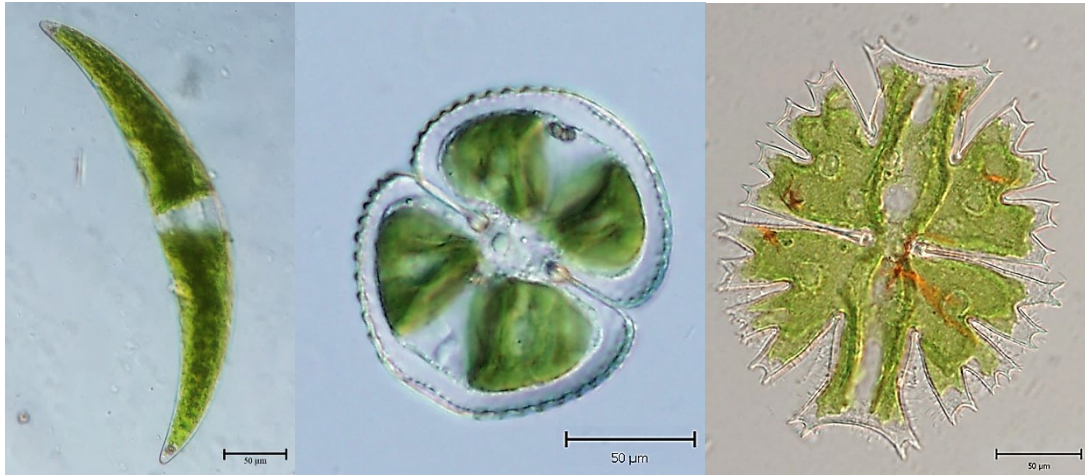
Tabulka 1 Seznam lokalit A–C, na kterých byly vzorky sbírány a jejich přesné souřadnice...20

Tabulka 2 Ekologické parametry naměřené na lokalitách A, B, C. Hodnoty jsou zprůměrované ze všech sbíraných lokalit. ....21

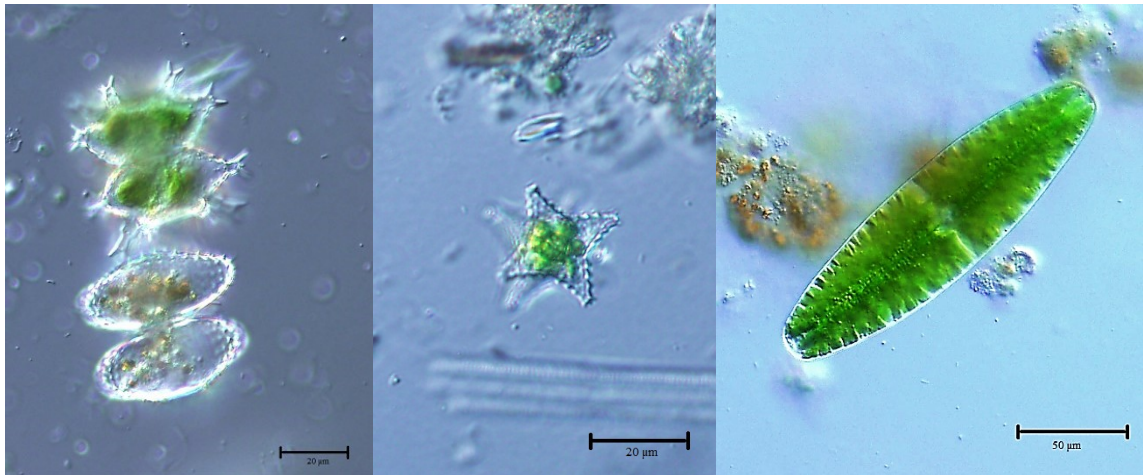
Tabulka 3 Diverzita krásivek na lokalitách A, B, C a parametry potřebné k výpočtu krásivkového indexu. Jednotlivé parametry krásivkového indexu podle Coesel (2001): (d) index počtu nalezených druhů, (r) index vzácnosti druhů, (S) index ekologických nároků.....23

Tabulka 4 Seznam nalezených druhů na lokalitách A–C s údaji o jejich vzácnosti ( $r$ ) v ČR, ekologických nárocích jednotlivých druhů ( $S$ ) a jejich průměrném zastoupení na studovaných lokalitách. Čísla ve sloupcích A, B a C značí počet nalezených jedinců daného druhu. Modře jsou zvýrazněny druhy, které byly nalezeny při monitoringu na lokalitě v roce 2008 (Šťastný, 2008). Šedě vyplněná políčka znamenají, že na jejich ohodnocení nebyl dostatek dat nebo informace chybí. ....25

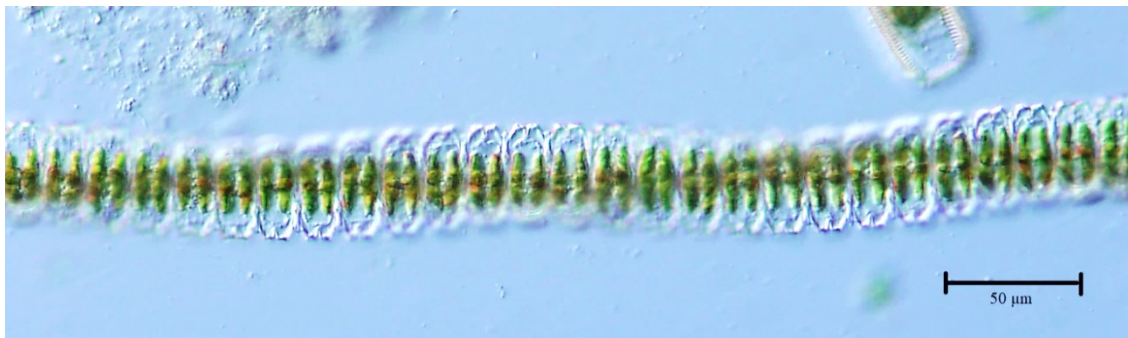
## 10 PŘÍLOHY



Obrázek P1 Příklady rodů krásivek. Zleva: Rod *Closterium*, *Cosmarium* a *Micrasterias*.

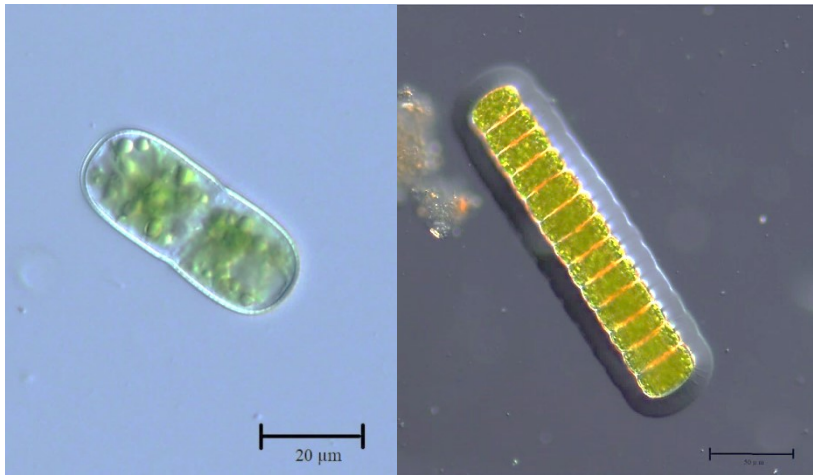


Obrázek P2 Příklady rodů krásivek. Zleva: Rod *Staurodesmus*, *Staurastrum* a *Netrium*.

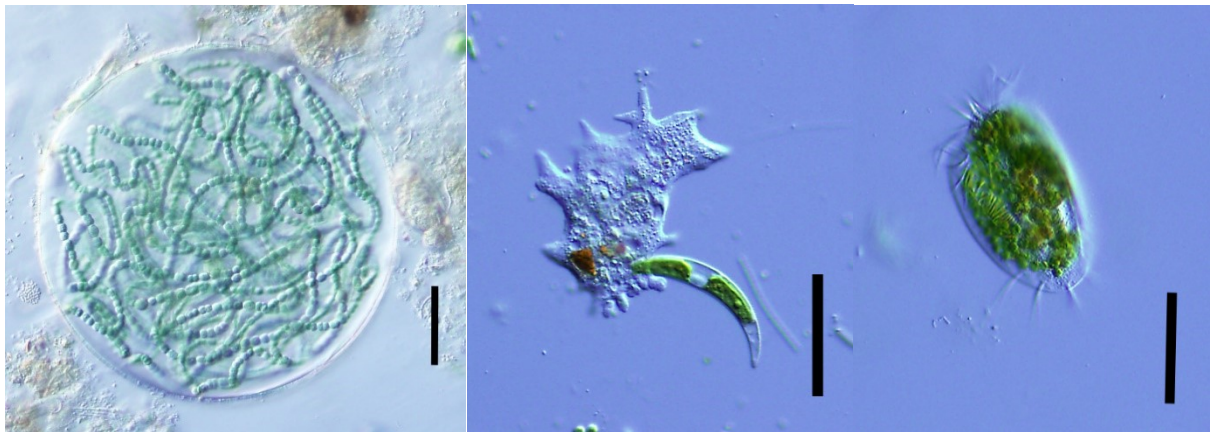


Obrázek P3 Příklady rodů krásivek. Rod *Desmidium*.

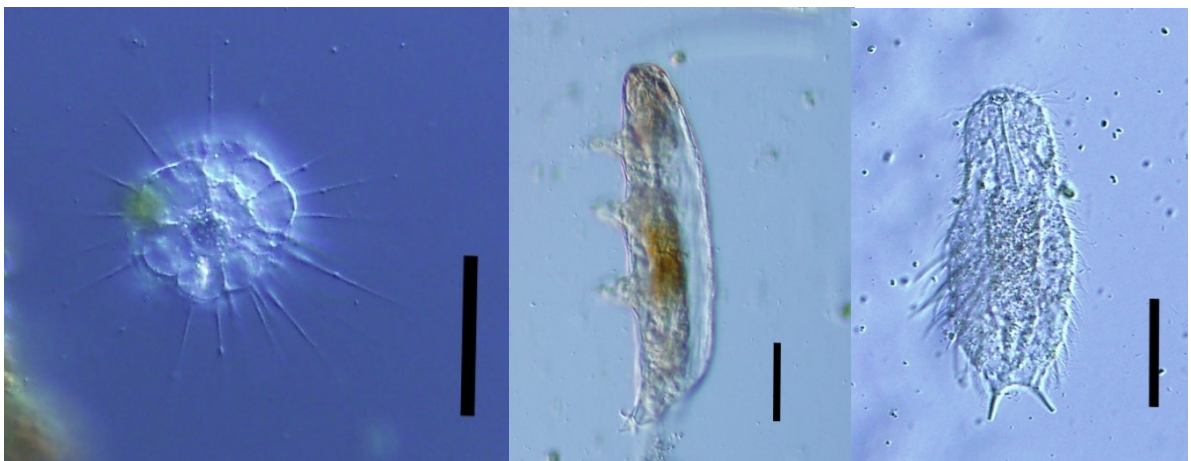




Obrázek P4 Příklady rodů krásivek. Zleva: Rod *Hyalotheca* a *Cylindrocystis*.



Obrázek P5 Zleva: sinice rodu *Nostoc*, sladkovodní améba fagocytující krásivku rodu *Closterium*, nálevník rodu *Euplotes* (třída Spirotrichea) se symbiotickými zelenými řasami. Měřítko: 50 µm.



Obrázek P6 Zleva: centrohelidní slunivka (Cercozoa, Rhizaria), želvuška (Tardigrada), břichobrvka (kmen Gastrotricha). Měřítko: 50 µm.

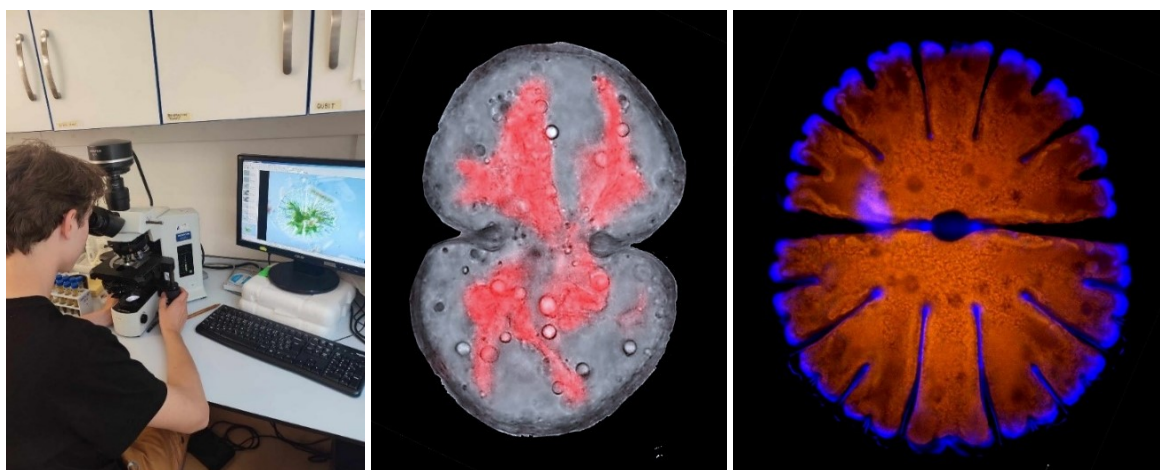




Obrázek P7 Sběr vzorků na lokalitě PR Chvojnov.



Obrázek P8 Management na lokalitě PR Chvojnov.



Obrázek P9 Zleva: Pozorování krásivek pod mikroskopem, snímek krásivky rodu *Cosmarium* pod konfokálním fluorescenčním mikroskopem (autofluorescence chlorofylu červeně), snímek krásivky rodu *Micrasterias* pod fluorescenčním mikroskopem.