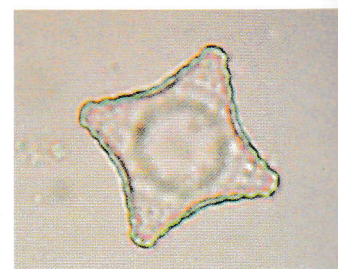
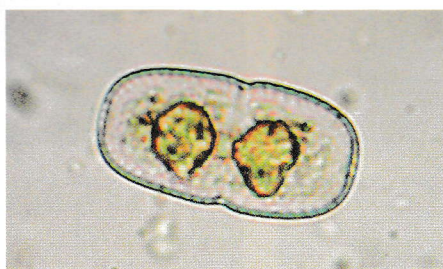
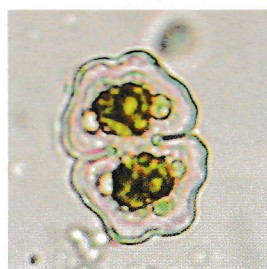
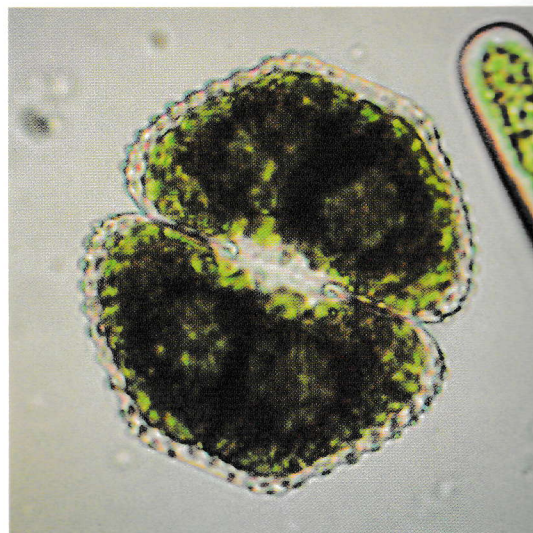


Příklady typických desmidiálních řas obývajících silně kyselé tůně ombrogenních vrchovišť v Krušných horách. *Actinotaenium silvaenigrae* (vlevo nahoře), *Cosmarium sportella* var. *subnudum* (vpravo nahoře), *Euastrum neogutwinskii* (vlevo dole), *Actinotaenium cucurbita* (uprostřed dole), *Staurastrum margaritaceum*, pohled na buňku shora (vpravo dole)

Foto J. Neustupa

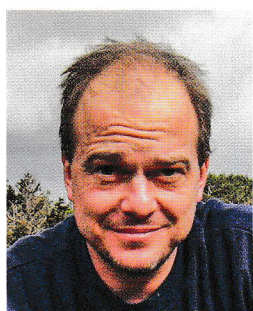


Krásivky krušnohorských rašelinišť v době klimatických extrémů

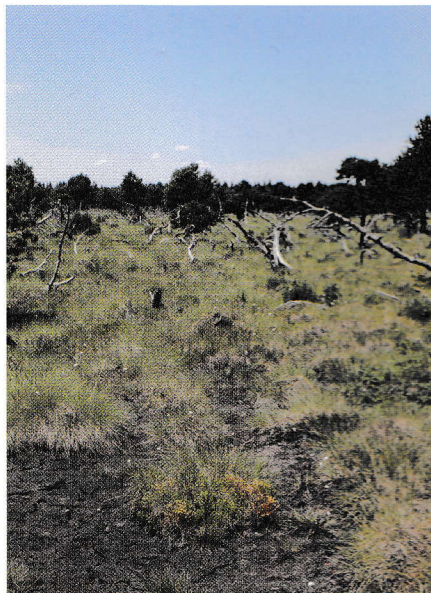
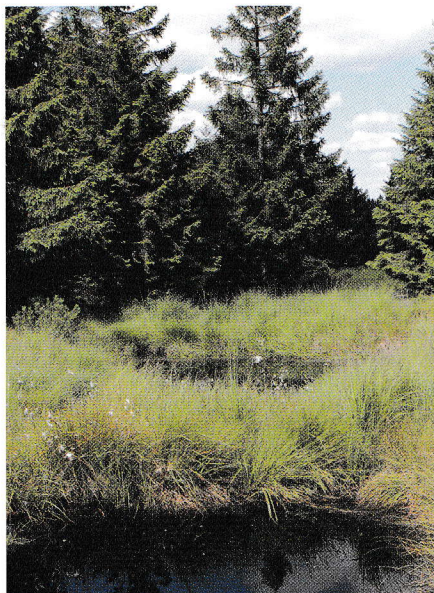
Rašeliniště fungují jako mokřadní ekosystém s dlouhodobým přebytkem čisté primární produkce nad rozkladem organické hmoty. To vede k postupnému hromadění částečně rozložených organických látek, jež jsou pak základem rašeliny. Odhaduje se, že více než 80 % z celkové rozlohy těchto mokřadů se nachází v chladných oblastech naší planety, tedy zejména v boreální zóně a částečně také v odpovídajících regionech na jižní polokouli. Klíčovým organismem jsou zde samozřejmě rašeliničky, mechy s unikátní schopností vázat ve svých stélkách velké množství vody. Přestože můžeme mít pocit, že rašeliniště jsou přirozenou součástí naší středoevropské krajiny, ve skutečnosti se u nás nacházejí poblíž jižní klimatické hranice svého rozšíření. Ostatně v zemích jižně od Alp se již nacházejí pouze fragmentárně.

Zejména vrchoviště (ombrogenní rašeliniště), která jsou zásobována především srážkovou vodou, jsou v našich zeměpisných šířkách vázána již převážně pouze na horské oblasti s relativně vyššími srážkami a nižším výparem. Při měnícím se klimatu ubývá srážek především v zimě, a to zejména těch, které spadnou v podobě sněhu. Zároveň se v létě prodlužují periody

s extrémně vysokými teplotami doprovázené výrazným suchem. Již jen tyto procesy by samy o sobě mohly znamenat, že celá řada přirozeně se vyskytujících horských rašelinišť ve střední Evropě bude v příštích letech a desetiletích ztrácet na rozloze či možná úplně zanikne. Jenže situace je složitější. Naprostá většina horských rašelinišť v antropogenní krajině střední Evropy byla v průběhu novověku ovlivněna přímou lidskou činností, jako je odvodňování a těžba rašeliny, ale také výstavba rybníků, i recentně probíhající obnova některých vytěžených lokalit. Kromě toho byly tyto horské oblasti v průběhu druhé poloviny 20. století zasaženy intenzivním pulsem imisí sirných sloučenin z tepelných elektráren v bývalém Československu a okolních státech spalujících hnědé uhlí bohaté právě na síru. To způsobilo výrazné zvýšení koncentrace síranových aniontů v povrchových vrstvách rašeliny, které do značné míry nahradily organické anionty disociovaných organických kyselin. Tyto procesy vedly k rozsáhlé acidifikaci vodních stanovišť na málo propustných rašelinných biotopech. Přestože imise sirných sloučenin jsou nyní již převážně minulostí, důsledky těchto událostí v podobě vyšší acidity rašeliny i okolních vodních biotopů do značné míry přetrvávají dodnes.



Jiří Neustupa se zabývá ekologií řas, geometrickou morfometrikou a biologickou symetrií na modelech zelených řas a cévnatých rostlin. Na Katedře botaniky PřF UK vyučuje mimo jiné botaniku bezcévných rostlin, geometrickou morfometriku a předměty související s mořskou biologií.



Otázkou ovšem je, do jaké míry tyto disturbance ovlivnily a dále ovlivňují přírodní společenstva horských rašelinišť. To je předmětem výzkumu v oblasti biomonitoringu, který se snaží pomocí rozdílů ve výskytu modelových skupin organismů popsat ekologický stav jejich biotopů. Pro biomonitoring jsou vhodné zejména skupiny organismů, které mají relativně velkou diverzitu, přiměřeně fungující druhové koncepty a dobře definované niky jednotlivých druhů ve vztahu k důležitým faktorům prostředí. Velkou výhodou také je, když se jedná o organismy s krátkou generační dobou a dobrou schopností šíření v krajině, protože lokální podoba společenstev pak může dobře odrážet aktuálně panující ekologické podmínky, spíše než historii lokality.

Proto je nemalá část mokřadního biomonitoringu v současné ekologii založena na analýzách eukaryotických mikroorganismů, jako jsou kryptofyty či různé skupiny mikroskopických řas. Pro systémy temperátních a boreálních rašelinišť byl v západní Evropě v 90. letech vytvořen tzv. NCV (nature conservation value) index, který je založen na druhové analýze desmidiálních zelených řas, tedy krásivek (Desmidiaceae). Jedná se o skupinu převážně jednobuněčných řas, která je relativně blízké příbuzná cévnatým rostlinám. Krásivky čítají téměř 3300 druhů, přičemž z území České republiky je jich dosud známo více než 500. Díky své neobyčejné morfologické rozmanitosti jsou tyto druhy poměrně dobře detekovatelné rutinní mikroskopickou analýzou benthických vzorků. Jejich globální rozšíření má dvě výrazná maxima diverzity ve vztahu k zeměpisné šířce, a to ve vlhkých tropech a v boreálních oblastech. V rámci Evropy se tedy jedná o skupinu organismů, jejichž diverzita roste směrem k severu, a to zřejmě až k oblastem okolo 70° severní šířky. Je tomu tak zejména proto, že většina desmidiálních řas je vázána na kyselé mokřady, což v podmínkách temperátních a boreálních ekosystémů severní

polokoule znamená, že se vyskytují především právě v rašeliništích.

Náš současný výzkum využil konceptu NCV indexu pro identifikaci míry disturbance různých rašeliništních stanovišť a konkrétních lokalit v horských oblastech České republiky zahrnujících pestrou škálu biotopů a také různé antropogenní vlivy. NCV index zejména umožňuje spolehlivě identifikovat a odlišit ekologicky stabilní a dlouhodobě existující lokality od biotopů disturbovaných. Jedním z cílů bylo zjistit, zda v současné horské krajině Českého masivu stále ještě existují refugia druhově bohatých společenstev krásivek, která svojí komplexitou snesou srovnání s klasickými lokalitami ve Skandinávii či na Britských ostrovech. Jednou z oblastí našeho zájmu bylo modelové území o rozloze cca 25 km² na vrcholovém platě Krušných hor v okolí Hory Svatého Šebestiána poblíž Chomutova. Toto území bylo pro náš výzkum obzvláště vhodné, protože na malé rozloze zahrnuje celou paletu mokřadních lokalit různého typu, jako jsou relativně přirozená ombrogenní rašeliniště, kyselá prameniště, aluviální tůň v okolí horských toků, zarostlé a zavodněné drenážní rýhy, oligotrofní kyselé rybníky a také relativně recentní antropogenní tůň v historicky těžných rašeliništích, jež byly vytvořeny v rámci revitalizačního sasko-českého projektu Moorevital. Oblast Krušných hor byla přitom silně postižena acidifikačním pulzem, takže prakticky všechny tyto lokality dodnes nesou jeho výše popsané následky.

Faktem je, že řada nejcitlivějších druhů, indikujících velmi stabilní a nenarušená rašeliniště, v tomto území dnes již většinou chybí. Přesto jsme ale zjistili, že v dnešní antropogenní horské krajině stále existuje značný gradient komplexity a diverzity desmidiálních společenstev. Je přitom pozoruhodné, že mezi relativně nejceněnější lokality stále patří některé oblasti ombrogenních vrchovišť, a to i přesto, že jejich pH v současnosti stále dosahuje extrémně nízkých

◀ Příklad revitalizovaných tůň v historicky těžném rašeliništi.

Foto J. Neustupa

▲ Vyschlé ombrogenní tůň na vrcholu letní sezóny na Polském rašeliništi v Krušných horách.

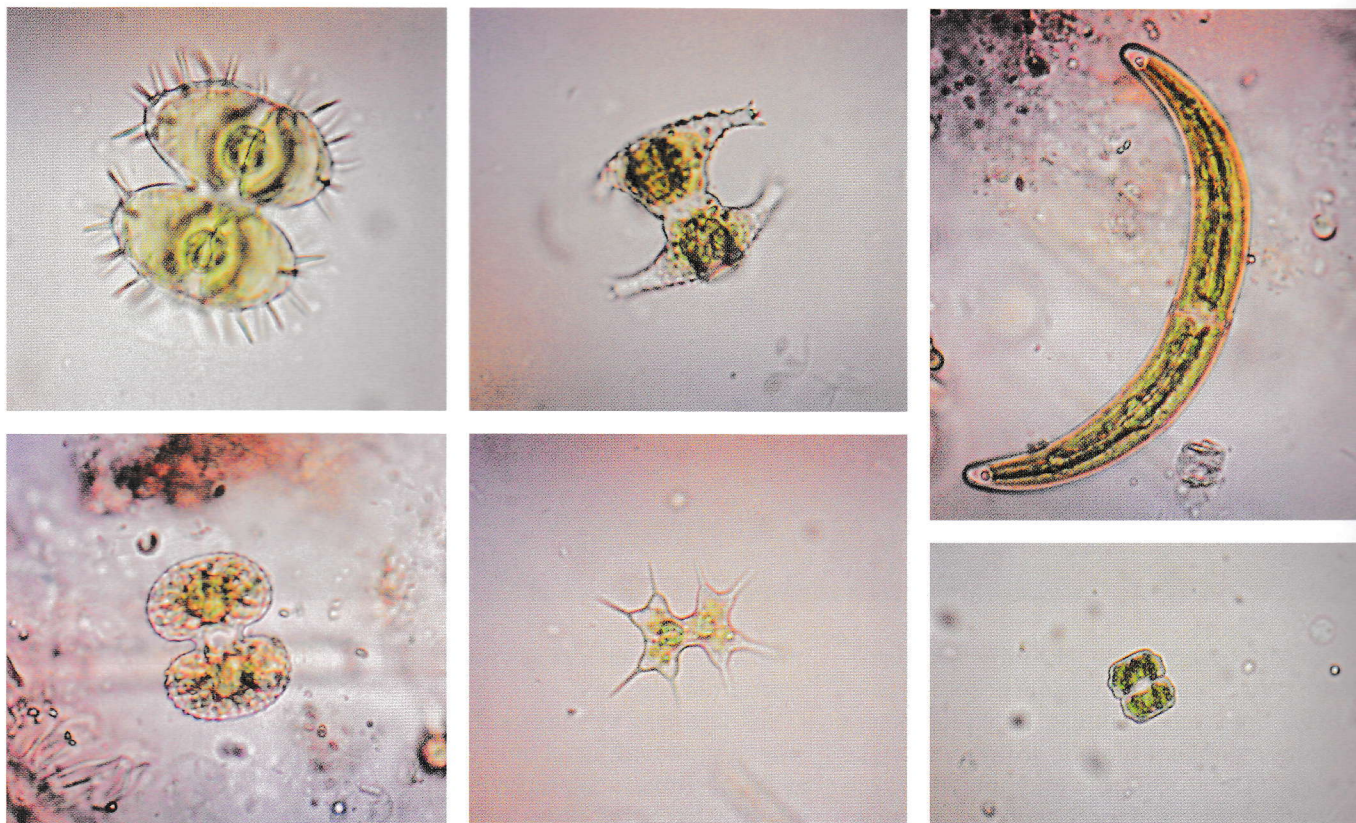
Foto J. Neustupa

► Komplex vrchovištních mokřadů v Polském rašeliništi.

Foto J. Neustupa



Kateřina Woodard vystudovala botaniku na Přírodovědecké fakultě UK, pracuje jako tajemnice České botanické společnosti a příležitostně se také podílí na morfometrickém výzkumu a organizaci terénních exkurzí.



Příklady typických desmidiálních řas obývajících fyto-bentos kyselých pramenišť v Krušných horách. *Staurostrum teliferrum* (vlevo nahoře), *Staurostrum inflexum* (uprostřed nahoře), *Closterium cynthia* (vpravo nahoře), *Cosmarium portianum* (vlevo dole), *Staurodesmus octocornis* (uprostřed dole), *Cosmarium regnellii* (vpravo dole).

Foto J. Neustupa

hodnot mezi 3,7 až 4,0. Tyto lokality většinou nemají velkou diverzitu, ale obsahují úzce specializované acidofilní druhy, které nikde jinde v regionu nenalezneme. Druhou skupinou cenných lokalit stále zůstávají kyselá prameniště, a to zejména ta, která byla v minulosti modifikována na pstruhové rybníčky a tůně. Lidský zásah zde přinesl stabilizaci vodního režimu a vedl k vytvoření výrazně bohatších společenstev fyto-bentosu ve srovnání s přirozenými prameništi, která jsou často zasažena sezónním vysycháním.

Právě délka a intenzita sezónního vyschnutí, a to většinou v průběhu letních měsíců, se ukázala být jedním z hlavních faktorů prostředí, které v současnosti strukturují desmidiální společenstva. Například ve skupině lokalit na ombrogeních vrchovištích byla společenstva s nejvyšší diverzitou a indikační hodnotou prakticky vždy omezena na tůně, jež byly po celou dobu sledování víceméně zavodněny. Náš výzkum tak ukázal, že intenzita vysychacího stresu je v současných podmínkách zřejmě hlavním faktorem, který limituje rozšíření řady krásivkových druhů. S postupující změnou klimatu lze očekávat, že tento environmentální stres bude dále nabývat na síle a povede zřejmě k dalším regionálním a kontinentálním extinkcím.

V této souvislosti bude do budoucna zajímavé sledovat a posoudit, zda se podaří tento trend zpomalit či zastavit pomocí revitalizačních zásahů. Ochranný projekt Moorevital vedl ve studovaném území Krušných hor od roku 2012 k vytvoření mnoha desítek umělých rašelinných tůní, které vznikly zejména zahrazením starých odvodňovacích kanálů. Vzniklé

tůně jsou často výrazně hlubší než stávající přirozené lokality, a jsou tedy méně postiženy sezónním vyschnutím. Jejich současná indikační hodnota je nicméně stále ještě velmi nízká. Fyto-bentos těchto relativně mladých lokalit nyní obsahuje většinou pouze několik rudérálních krásivkových druhů. Je ale možné, že při postupující klimatické změně zůstanou na krušnohorských planinách v budoucnu tyto antropogenní lokality jako jedny z mála kyselých vodních biotopů a budou představovat jediná možná refugia pro krásivky i další bentické organismy, které by jinak z naší horské krajiny postupně vymizely. ■

Výzkum byl podpořen Grantovou agenturou České republiky (projekt č. 22-20989S, *Desmidié v klimatické změně – vysychání a teplotní stres v horských rašeliništích*).

prof. RNDr. Jiří Neustupa, Ph.D.¹,

Mgr. Kateřina Woodard, Ph.D.²

¹ Katedra botaniky PŘF UK, Praha

² Česká botanická společnost

jiri.neustupa@natur.cuni.cz

katerina.hub@gmail.com