

Univerzita Hradec Králové

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

**Ekologické nároky mixotrofních vodních rostlin
bublinatky obecné (*Utricularia vulgaris*)
a bublinatky jižní (*Utricularia australis*)**

Diplomová práce

Autor: Bc. Nicol Jará

Studijní program: M7503 Učitelství pro základní školy

Studijní obor: MZS2BI Učitelství pro 2. stupeň ZŠ – biologie

MZS2AJ Učitelství pro 2. stupeň ZŠ – anglický jazyk a literatura

Vedoucí práce: RNDr. Romana Prausová, Ph.D.



Zadání diplomové práce

Autor: Bc. Nicol Jará

Studium: P15P0457

Studijní program: M7503 Učitelství pro základní školy

Studijní obor: Učitelství pro 2. stupeň ZŠ - biologie, Učitelství pro 2. stupeň ZŠ - anglický jazyk

Název diplomové práce: **Ekologické nároky mixotrofních vodních rostlin bublinatky obecné (*Utricularia vulgaris*) a bublinatky jižní (*Utricularia australis*)**

Název diplomové práce AJ: Ecological requirements of mixotrophic freshwater plants greater bladderwort (*Utricularia vulgaris*) and southern bladderwort (*Utricularia australis*).

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Diplomová práce se zabývá ekologickými nároky dvou zástupců mixotrofních vodních rostlin, bublinatky obecné (*Utricularia vulgaris*) a bublinatky jižní (*U. australis*). V posledních 20 letech je výskyt *U. vulgaris* potvrzen pouze na 6 lokalitách. Druhý zástupce je hojnější, lépe snáší eutrofizaci prostředí, a navíc často nahrazuje *U. vulgaris* na stanovištích. Součástí práce je rešerše dostupných zdrojů o celosvětovém rozšíření obou druhů, jejich historickém výskytu na území ČR, o jejich ekologii a rozmnožování v přírodních podmínkách. Experimentální část práce se věnuje pravidelnému měření parametrů vody a monitoringu stavu populací na dvou dostupných lokalitách - NPR Bohdanečský rybník, NPP Hrabanovská černava. Cílem práce je porovnat ekologické nároky obou druhů na těchto lokalitách. Vzácnější druh *U. vulgaris* se historicky vyskytoval na obou lokalitách, ale v současné době roste pouze na jedné z nich. Klíčová slova: stojaté vody, slatiniště, mixotrofie, ekologická amplituda, reprodukce, English version: The diploma thesis focuses on ecological requirements of mixotrophic aquatic plant greater bladderwort (*Utricularia vulgaris*), which has disappeared on the majority of Czech habitats. Its occurrence has been confirmed only in 6 habitats in the last 20 years. The theoretical part of the thesis is literature review of available sources regarding worldwide distribution and historical occurrence of the taxon in the Czech Republic, its ecology and reproduction in natural and cultural habitats. The experimental part focuses on regular measuring of various parameters of water and habitat and monitoring conditions of the populations of two accessible locations ? NNR Bohdaneč Pond, NNR Hrabanovská Černava. The aim of the thesis is to assess the causes of the decline of the taxon in the Czech habitats. Key words: *Utricularia vulgaris*, standing water ecosystems, mixotrophy, ecological amplitude, reproduction

BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: CA: Academic Press, 1998. ISBN 0120802600 BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research. 2004, č. 14, s. 1716. ISSN 0960-2585 CARPENTER, S.R., LODGE, D.M. Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. Aquatic Botany. 1986, č. 26, s. 341-370. ISSN 0304-3770 GRULICH, V. Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. Preslia. 2012, č. 84, s. 631-645. ISSN 0032-7786 HUSÁK Š. *Utricularia* L. ? bublinatka. In: SLAVÍK B, ed. Květena ČR, díl 5. Praha: ACADEMIA, 1997, s. 517-528. ISBN 80-200-0590-0 KOSIBA, P. Studies on the ecology of *Utricularia vulgaris* L. I. Ecological differentiation of *Utricularia vulgaris* L. population affected by chemical factors of the habitat. Polish Journal of Ecology. 1992, č. 40, s. 147-192. ISSN 1505-2249 ŠUMBEROVÁ, K. Vegetace volně plovoucích vodních rostlin. In: CHYTRÝ, M., ed. Vegetace České republiky 3, Vodní a mokřadní vegetace. Praha: Academia, 2011, s. 43-99. ISBN 978-80-200-1918-9

Garantující pracoviště: Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Romana Prausová, Ph.D.

Oponent: Irena Formanová

Datum zadání závěrečné práce: 23.10.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 15.07.2020

Nicol Jará

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce RNDr. Romaně Prausové, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, velkorysost a oporu, kterýchžto se mi dostalo během psaní této diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala všem vyučujícím z katedry biologie, bez jejichž vkladu během mých let studia bych nebyla schopná tuto práci vytvořit.

Anotace

JARÁ, N. (2020): *Ekologické nároky mixotrofních vodních rostlin bublinatky obecné (Utricularia vulgaris) a bublinatky jižní (Utricularia australis)*. Hradec Králové. Diplomová práce na Pedagogické fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce RNDr. Romana Prausová, Ph.D. 99 s.

Diplomová práce se zabývá ekologickými nároky dvou zástupců mixotrofních vodních rostlin, bublinatky obecné (*Utricularia vulgaris*) a bublinatky jižní (*Utricularia australis*). V posledních 20 letech je výskyt vzácnějšího druhu, *U. vulgaris*, potvrzen pouze na 6 lokalitách v ČR. Druhý zástupce je hojnější, lépe snáší eutrofizaci prostředí, a navíc často nahrazuje na stanovištích *U. vulgaris*. Součástí práce je rešerše dostupných zdrojů o celosvětovém rozšíření obou druhů, jejich historickém výskytu na území ČR, jejich ekologii a rozmnožování v přírodních podmínkách. Experimentální část práce se věnuje pravidelnému měření parametrů vody a monitoringu stavu populací na dvou dostupných lokalitách – NPR Bohdanečský rybník, NPP Hrabanovská černava. Cílem práce je porovnat ekologické nároky obou druhů na těchto lokalitách. *U. vulgaris* se historicky vyskytoval na obou lokalitách, ale v současné době roste pouze na jedné z nich.

Klíčová slova:

stojaté vody, slatiniště, mixotrofie, ekologická amplituda, reprodukce

Annotation

JARÁ, N. (2020): *Ecological requirements of mixotrophic freshwater plants greater bladderwort (*Utricularia vulgaris*) and southern bladderwort (*Utricularia australis*)*. Hradec Králové. Diploma Theses at Faculty of Education, University of Hradec Králové. Thesis supervisor RNDr. Romana Prausová, Ph.D. 99 pp.

The diploma thesis focuses on ecological requirements of two mixotrophic freshwater plants, greater bladderwort (*Utricularia vulgaris*) and southern bladderwort (*Utricularia australis*). The first one has disappeared from most native growing sites with only 6 confirmed locations in the last 20 years. The latter one is more common as it tolerates eutrophication of habitats, so often replaces *U. vulgaris* on natural growing sites. The theoretical part of the thesis is a literature review of available sources regarding worldwide distribution and historical occurrence of the taxa in the Czech Republic, its ecology and reproduction in natural habitat. The experimental part focuses on regular measuring of various parameters of water and monitoring of populations on two accessible locations – NNR Bohdanec Pond, NNM Hrabanovska Cernava. The aim of the thesis is to compare ecological requirements of both species on two historical growing sites of the rarer plant. Today, it grows only on one of them.

Keywords:

standing water ecosystems, fen, mixotrophy, ecological amplitude, reproduction

Obsah

Úvod	10
Teoretická část	11
1 Popis druhu	11
1.1 Systematické zařazení	11
1.2 Morfologie	11
1.3 Genetika	17
2 Rozšíření druhů	19
2.1 <i>Utricularia vulgaris</i>	19
2.1.1 Rozšíření ve světě	19
2.1.2 Rozšíření v České republice	20
2.2 <i>Utricularia australis</i>	21
2.2.1 Rozšíření ve světě	21
2.2.2 Rozšíření v České republice	22
2.3 Statut ochrany	23
3 Ekologické nároky <i>Utricularia vulgaris</i> a <i>Utricularia australis</i>	24
3.1 Biotop a společenstva	24
3.2 Životní cyklus <i>Utricularia vulgaris</i>	26
3.2.1 Dormance	26
3.2.2 Klíčení	27
3.3 Životní nároky	28
3.4 Výživa pomocí pastí	29
4 Charakteristika monitorovaných lokalit	31
4.1 Národní přírodní památka Hrabanovská černava	31
4.2 Národní přírodní rezervace Bohdanečský rybník	32
Experimentální část	33
5 Metodika	33
5.1 Výběr lokalit	33
5.2 Terénní měření	36
5.2.1 Monitoring lokalit	36
5.2.2 Monitoring populací a odběr turionů	37
5.3 Laboratorní experimenty	38

5.3.1 Klíčení semen.....	38
5.3.2 Klíčení turionů.....	39
6 Výsledky.....	40
6.1 Stanovištní poměry.....	40
6.1.1 Kontinuální měření teploty	40
6.1.2 Kontinuální měření elektrické vodivosti	45
6.1.3 Kontinuální měření chemické reakce vody.....	45
6.1.4 Kontinuální měření obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě	46
6.1.5 Měření průhlednosti vody	47
6.2 Chemické analýzy vody.....	47
6.3 Monitoring populací.....	49
6.3.1 Morfometrická měření	49
6.3.2 Fenologie	51
6.4 Společenstva.....	58
6.4.1 Společenstva s <i>Utricularia vulgaris</i>	58
6.4.2 Společenstva s <i>Utricularia australis</i>	58
6.5 Laboratorní experimenty.....	59
6.5.1 Klíčení semen.....	59
6.5.2 Klíčení turionů.....	60
7 Diskuze	61
7.1 Srovnání lokalit z hlediska stanovištních poměrů	62
7.2 Srovnání druhů z hlediska morfometrických údajů	64
7.3 Srovnání druhů z hlediska fenologického cyklu.....	64
7.4 Společenstva.....	65
7.5 Testy klíčivosti semen <i>Utricularia vulgaris</i>	66
7.6 Srovnání klíčivosti turionů obou druhů	66
8 Závěr.....	67
Seznam použité literatury.....	68
Přílohy	76

Seznam použitých zkratek

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
DZ	Dolanská zátoka
HČ	Hrabanovská černava
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
IUCN	Mezinárodní organizace pro ochranu přírody
KNK	kyselinová neutralizační kapacita
L.	Linné
MD	morfologická dormance
Mpb	milion páru bází
MPD	morfo-fyziologická dormance
MŽP ČR	Ministerstvo životního prostředí České republiky
NDOP	Nálezová databáze ochrany přírody
NPP	národní přírodní památka
NPR	národní přírodní rezervace
PD	fyziologická dormance
PP	přírodní památka
R. Br.	Robert Brown
ZNK	zásaditá neutralizační kapacita

Úvod

Bublinatka obecná (*Utricularia vulgaris*) i její nejbližší příbuzná bublinatka jižní (*U. australis*) byly v minulosti běžnými druhy vodních makrofyt pozorovatelných na území České republiky. *U. vulgaris* je druh kriticky ohrožený (GRULICH et CHOBOT 2017) vyskytující se na několika málo posledních lokalitách. Zatímco *U. vulgaris* je chráněná podle Vyhlášky Ministerstva životního prostředí České republiky (dále MŽP ČR) č. 395/1992 sb., *U. australis* je stále poměrně běžným druhem, avšak i její ochrana už vyžaduje další pozornost

Obě mixotrofní rostliny jsou morfologicky velmi podobné, což často komplikuje jejich správnou determinaci (TAYLOR 1989). Zásadní rozdíl mezi oběma druhy představuje způsob rozmnožování. *U. australis* tvoří pouze vegetativní turiony, ale *U. vulgaris* se rozmnožuje jak vegetativně pomocí turionů, tak generativně pomocí semen.

Teoretická část této diplomové práce se věnuje morfologii druhů, jejich distribuci a ochraně jak v České republice, tak ve světě. Dále jsou shrnuty ekologické nároky a životní cyklus *U. vulgaris*, jakožto vzácnější rostliny z obou druhů.

Experimentální část diplomové práce předkládá výsledky monitoringu stanovištních poměrů dvou lokalit s historicky doloženým výskytem *U. vulgaris* (NPR Bohdanečský rybník a NPP Hrabanovská černava). Dále popisuje morfometrická měření a fenologická pozorování prováděná na obou rostlinách. Poslední část popisovaných experimentů tvoří laboratorní pokusy zaměřené na klíčení semen *U. vulgaris* na organickém sedimentu odebraném z přírodních lokalit a pozorování klíčení turionů obou druhů.

Práce si klade za cíl shromáždit a vyhodnotit data o ekologických podmínkách přirozených stanovišť druhů *U. vulgaris* a *U. australis* a pozorování dynamických změn vybraných parametrů vody na obou lokalitách (NPR Bohdanečský rybník a NPP Hrabanovská černava) během dvou následujících vegetačních sezón. V rámci vyhodnocení dat jsou v práci porovnány morfometrické vlastnosti obou druhů. Náplní laboratorních experimentů jsou testy klíčivosti různě starých semen *U. vulgaris* na sedimentu z přirozené lokality a testování klíčivosti turionů *U. vulgaris* a *U. australis*.

Teoretická část

1 Popis druhu

Rod bublinatka (*Utricularia*), podrod *Utricularia*, sekce *Utricularia* (sensu Taylor) se vyčlenil zhruba před 12 miliony let (SILVA et al. 2018). Tento rod představuje nejmladší větev čeledi bublinatkovité (*Lentibulariaceae*). Nejprve došlo k oddělení rodů tučnice (*Pinguicula*) a *Genlisea*. Krátce na to se z rodu *Genlisea* vyvinul rod bublinatka (*Utricularia*). Hlavním důvodem pro oddělení nové větve byl vznik lapacích pastí (SCHLAUER 2010).

Bublinatku obecnou (*Utricularia vulgaris* L.) poprvé popsal Carl Linné v roce 1753. Jako synonyma uvádí TAYLOR (1989) např. *Lentibularia major*, *L. vulgaris*, *Utricularia officinalis*, *U. major* a *U. vulgaris* var. *typica*. Bublinatku jižní (*Utricularia australis* R. Br.) poprvé popsal Robert Brown v roce 1810. Jako synonyma uvádí TAYLOR (1989) např. *Utricularia incerta*, *U. major*, *U. neglecta*, *U. vulgaris* var. *neglecta* a další.

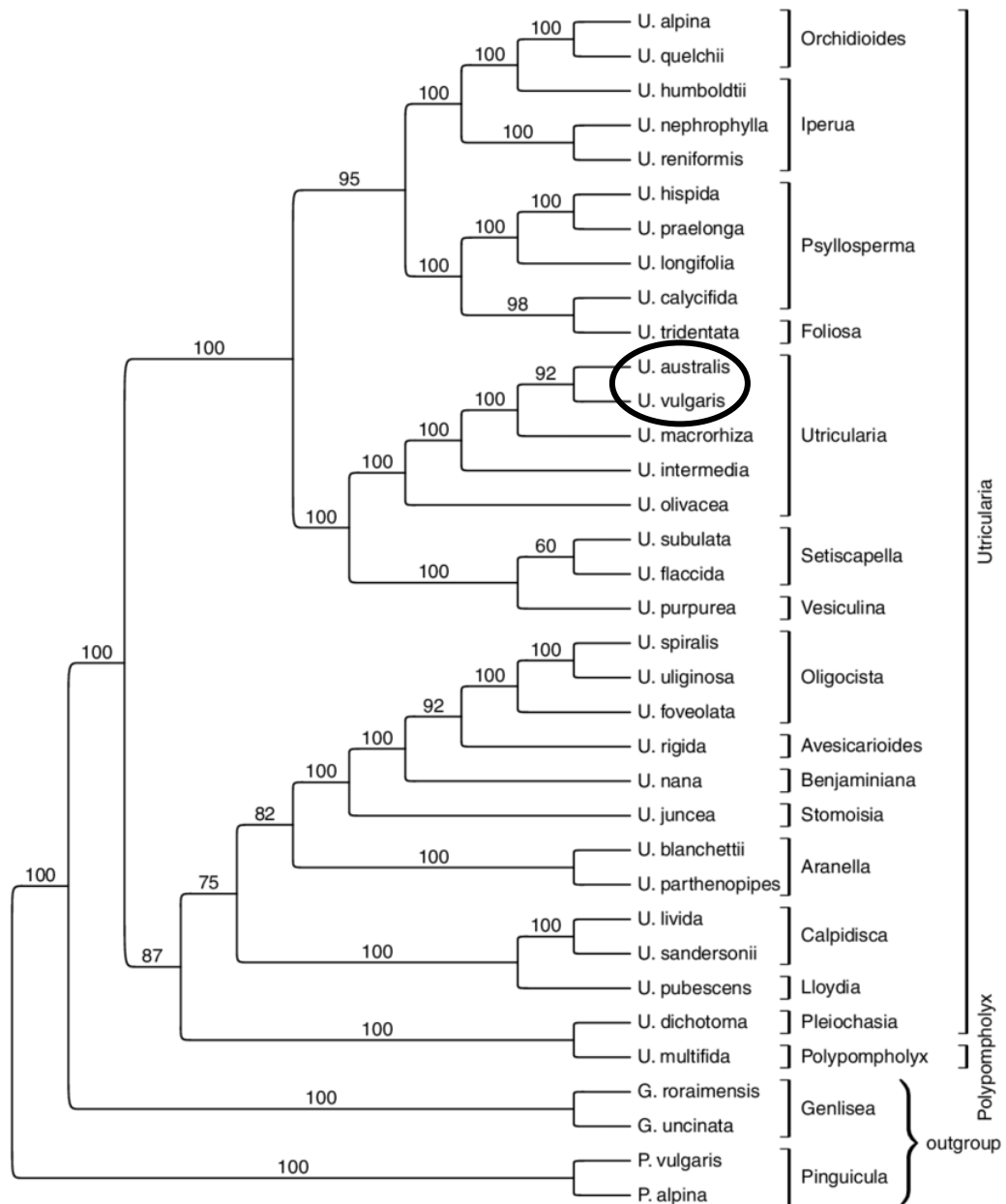
1.1 Systematické zařazení

Utricularia vulgaris i její nejbližší příbuzná *U. australis* patří do podrodu *Utricularia*, rodu: bublinatka (*Utricularia*), čeledi: bublinatkovité (*Lentibulariaceae*), řádu: hluchavkotvaré (*Lamiales*), třídy: dvouděložné (*Rosopsida*), oddělení: cévnaté rostliny (*Tracheophyta*), říše: rostliny (*Archaeplastida*, TAYLOR 1989; ELLISON et ADAMEC 2018; DANIHELKA, CHRTEK JR. et KAPLAN 2012). Obrázek 1 ilustruje pozici zkoumaných druhů ve fylogenetickém stromu rodu *Utricularia*.

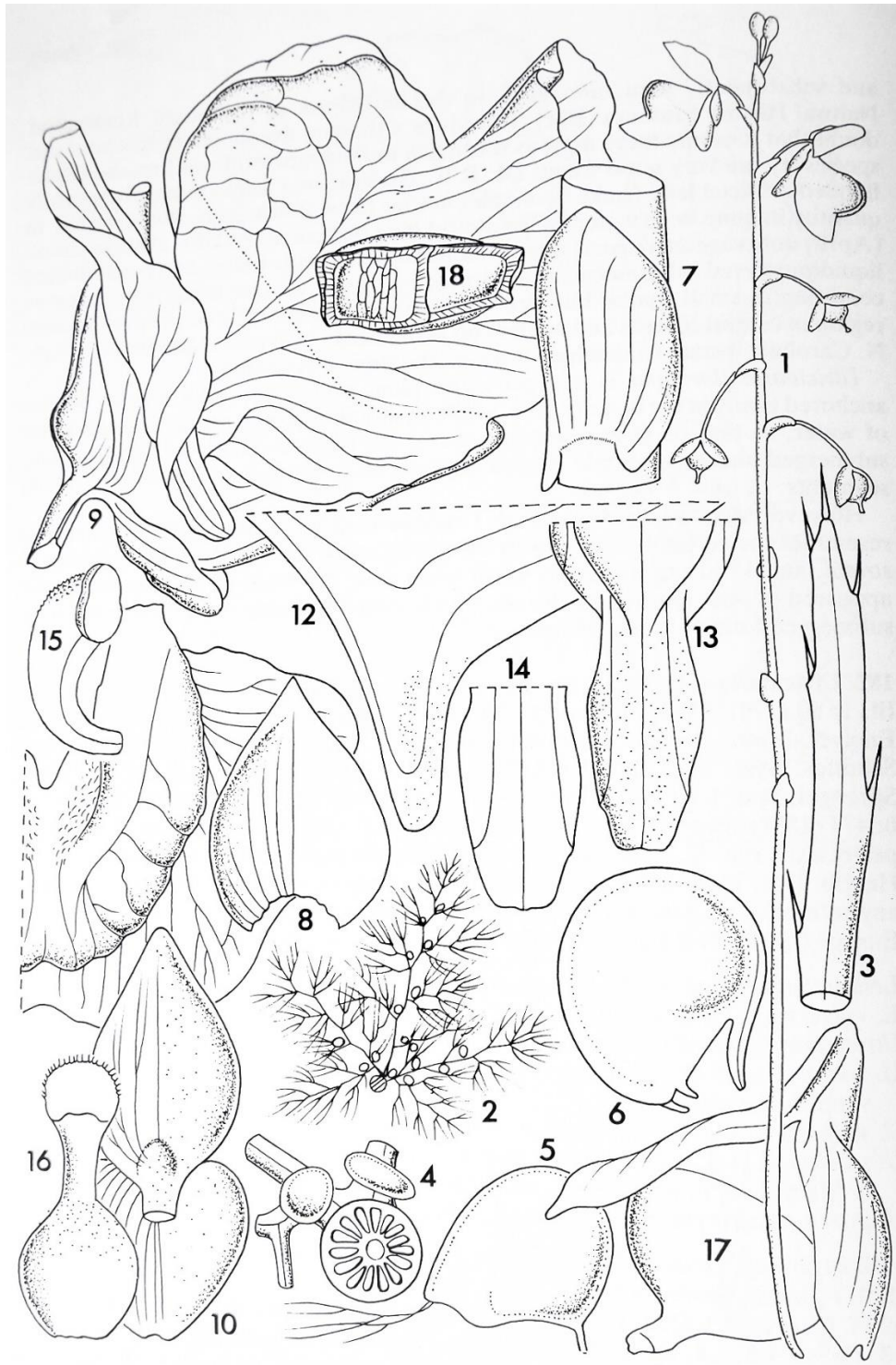
1.2 Morfologie

Utricularia vulgaris (obr. 2) je vytrvalá vodní bylina nevytvářející kořeny a volně plovoucí na hladině (SLAVÍK 2000). Může mít však vyvinuté několik centimetrů dlouhé rhizoidy (TAYLOR 1989). Hnědě zelené až červenavé prýty *U. vulgaris* mohou dosahovat délky od několika centimetrů do 2.5 m, zatímco u *U. australis* (obr. 3) dosahují délky do 1.5 m. U obou druhů bývají vzácně přítomné dýchací prýty vyrůstající nad vodní hladinu. Listy jsou početné, vláskovitě úkrojkovité, přisedlé, dvouřadě uspořádané. Velikost listů *U. vulgaris* se pohybuje v rozmezí 20–60 mm, *U. australis* 10–65 mm (SLAVÍK 2000). Modifikací listů mohou na laterální straně vznikat duté lapací pasti – měchýřky – elipsoidního tvaru (SLAVÍK 2000), které dosahují velikosti přibližně 3.5 mm. Stěna měchýřku *U. vulgaris* dosahuje šířky přibližně 1.2 mm (ADAMEC 2011). Měchýřky se tvoří mezi druhým a předposledním jářmem rostliny (TAYLOR 1989). Funkčnosti dosahují po 26–28 dnech vývoje (FRIDAY 1991). Lapací pasti musí být vždy ponořené pod vodou, jinak ztrácí svou funkci (ELLISON et ADAMEC 2018). Pokud jsou lapací pasti připravené k lovu, je uvnitř udržován podtlak přibližně 16 kPa. Po stimulaci chloupků na vnější straně víčka dojde k nasátí kořisti a uzavření lapacího měchýřku. Celý proces trvá přibližně 5–

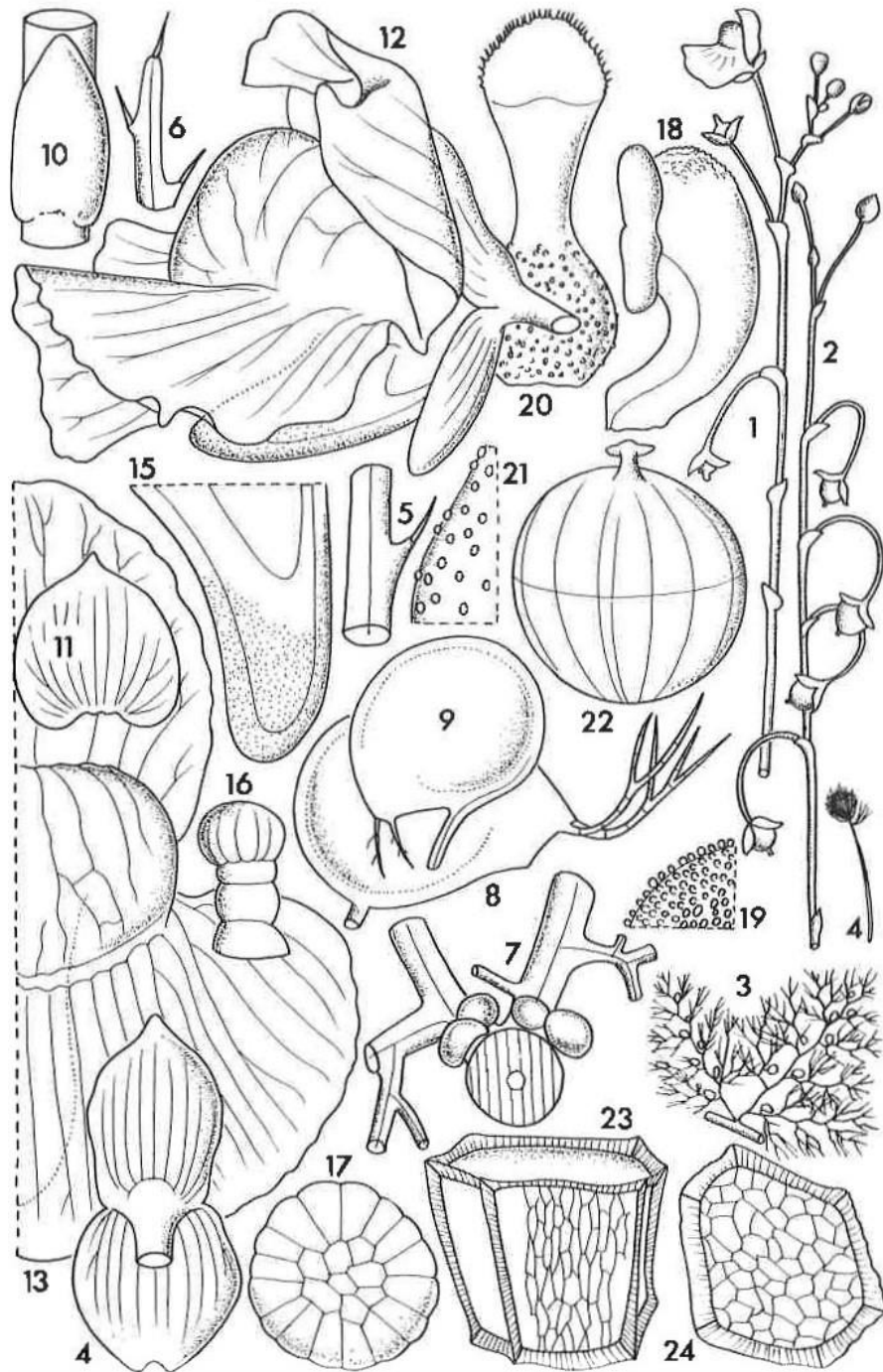
15 ms (ADAMEC 2011). SIROVÁ et al. (2003, 2009) potvrdili, že tvorba hydrolytických enzymů, které se v měchýřcích vytváří, je konstantní; tvorba enzymů není stimulována ulovením kořisti, ale věkem pasti. Na vnitřní straně lapacích měchýřků se nachází čtyřramenné trávicí žlázy (SLAVÍK 2000). Skládají se ze základní buňky uložené ve stěně měchýřku, střední buňky a čtyř koncových žlázek tvaru X uložených paralelně podél stěn měchýřku (ADAMEC 2015).



Obrázek 1 Fylogenetický strom rodu *Utricularia*; převzato z MÜLLER et BORSCH 2005, str. 51



Obrázek 2 *Utricularia vulgaris*. **1** květenství, 1×; **2** list, 1×; **3** vrchol posledního listového úkrojku, 48×; **4** základna listu s boční větví v příčném řezu a malé pasti, 10×; **5** velká past, 10×; **6** malá past z listového základu, 24×; **7** šupina, 6×; **8** listen, 6×; **9** květ, laterální pohled, 6×; **10** kalich, 6×; **11** část spodního pysku, dorzální pohled, 6×; **12** ostruha, laterální pohled, 6×; **13** ostruha, přední pohled, 6×; **14** vrcholová polovina ostruhy, zadní pohled, 6×; **15** tyčinka, 10×; **16** blizna, 10×; **17** tobolka s kalichem, laterální pohled, 6×; **18** semeno, laterální pohled, 48×; převzato z TAYLOR 1989, str. 592

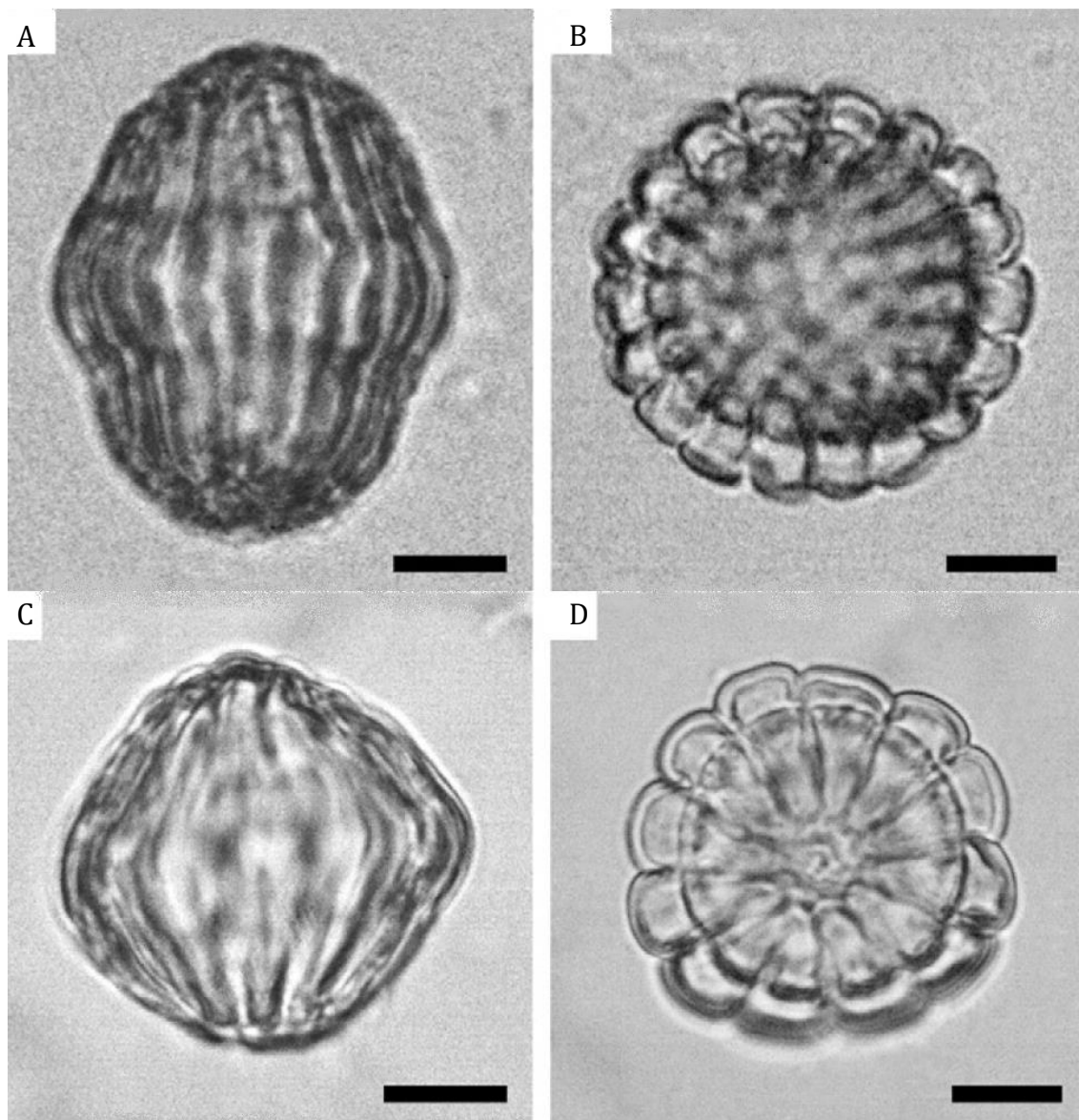


Obrázek 3 *Utricularia australis*. 1 květenství, 1×; 2 plodenství, 1×; 3 list, 1×; 4 turion, 1×; 5 trichom na posledním listovém úkrojku, 48×; 6 trichomy na vrcholu posledního listového úkrojku, 48×; 7 základna primárního listového segmentu s boční větví v příčném řezu a malé pasti, 6×; 8 a 9 velké a malé pasti, 24×; 10 šupina, 6×; 11 listen, 6×; 12 květ, laterální pohled, 6×; 13 polovina květu, přední pohled, 6×; 14 kalich, 8×; 15 ostruha, zadní pohled ukazující distribuci vnitřních žláz, 6×; 16 vnitřní žlázy z ostruhy, 250×; 17 hlavní vnitřní žláza z ostruhy, 500×; 18 tyčinky, 20×; 19 papily na nitce, 48×; 20 blizna, 20×; 21 žlázy na vajíčku, 48×; 22 tobolka, ventrální pohled, 8×; 23 semeno, laterální pohled, 48×; 24 semeno, apikální pohled, 48×; převzato z TAYLOR 1989, str. 602

V období od června do září *U. vulgaris* vytváří zlatožlutá hroznovitá květenství vystupující nad vodní hladinu, čímž láká opylovače. Květenství mohou být až 50 cm dlouhá. Květní stopky (dlouhé 8–10 mm) nesoucí jednotlivé květy se po odkvětu stáčí dolů. Jednotlivé zygomorfnní květy se skládají z eliptických kališních pysků, zašpičatělého horního a měkce vykrojeného dolního pysku. *U. australis* kvete ve stejném období, ale její květy jsou citronově žluté a jsou nesený květní stopkou žlutozelené až bledě červené barvy. Květní stopka může být 10–20 mm dlouhá (SLAVÍK 2000). Až 20 mm dlouhá zbytněná báze spodního pysku je mnohem tmavší a nese hnědočervené, nepravidelně rozmístěné znaky (TAYLOR 1989). Květenství mohou být až 60 cm dlouhá (SLAVÍK 2000).

Pylová zrna *U. vulgaris* (obr. 3 A, B) mají tvar sféroidu. Jsou radiálně symetrická, zonokolporátní s 15–19 žlábků. Na jednom pólu je plocha zrna nepatrně větší, protože obsahuje vyšší počet žlábků. Zrna mají celkovou ornamentaci psilátně-fosulátní (hladký povrch až nepravidelné rýhy v různých směrech). Tektum je psilátní (hladké) s občasnými perforacemi na mezokolpiu. Počet perforací vzrůstá směrem k apokolpiu a ornamentace se tak mění na fosulátní (žlábkovanou). Velikost zrna ve směru hlavní osy procházející póly zrna činní $36.8 \pm 0.21 \mu\text{m}$, zatímco šířka zrna je $35.6 \pm 0.19 \mu\text{m}$ (BERETTA et al. 2014). Zatímco pylová zrna *U. australis* (obr. 3 C, D) mají tvar na pólech zploštělého sféroidu. Celková psilátně-fosulátní ornamentace je shodná s pylovým zrnem *U. vulgaris*. Rozdíl spočívá hlavně v počtu žlábkování. *U. australis* má na zrnu 11–15 žlábků. Mezokolpium je zesílené v rovníkové oblasti. Ve směru hlavní osy procházející póly má zrno $30.7 \pm 0.16 \mu\text{m}$, šířka zrna je $31 \pm 0.14 \mu\text{m}$. Pylové zrno *U. australis* je tedy nepatrně menší než pylové zrno *U. vulgaris*. Uzárlá pylová zrna evropských druhů rodu *Utricularia* jsou vypouštěna jako bělavé středně velké volné monády velikosti $\sim 30 \mu\text{m}$ (BERETTA et al. 2014). Plody obou druhů jsou kulovité tobolky o průměru 3–5 mm a obsahují mnoho semen. Semena jsou prismatická se 4 až 6 hranami. Velikost semen bývá 0.6 mm na šířku a 0.3 mm na výšku (TAYLOR 1989).

Na konci vegetačního období tvoří *U. vulgaris* i *U. australis* turiony, tj. vegetativní dormantní orgány umožňující rostlině přezimování. Turiony vznikají modifikací apikální lodyhy. Při jejich vzniku dojde ke zkrácení terminálního úseku a extrémnímu nahloučení dalších úseků lodyhy, které jsou za tímto účelem výrazně zkrácené (ADAMEC 1999). Turiony *U. vulgaris* jsou elipsovitého tvaru o rozměrech 3–20 mm délky a 2.5–13.0 mm šířky, obalené slizem (SLAVÍK 2000). Jejich odolnost vůči chladu stoupá do teploty $-8 \text{ }^\circ\text{C}$, pokud však dojde k jejich naklíčení, odolnost vůči chladu se výrazně snižuje (ADAMEC 1999). Turiony *U. australis* jsou spíše kulovité až oble srdcovité. Dosahují velikosti 2–18 mm (SLAVÍK 2000).



Obrázek 4 Pylové zrno *U. vulgaris* (A, B) a *U. australis* (C, D); A, C rovníkový pohled; B, D polární pohled; měřítko = 10 μ m; převzato z BERETTA et al. 2014, str. 26

Oba dva druhy jsou vizuálně velmi podobné a při determinaci velmi často dochází k jejich záměně (TAYLOR 1989). *U. australis* po odkvětu neohýbá květní stopky (JÄGER 2009). Výrazným rozlišovacím znakem je tvar dolního pysku koruny. Zatímco *U. vulgaris* má dolní pysk na bocích ohnutý, *U. australis* má dolní pysk plochý (GÁLOVÁ et HÁJKOVÁ 2014). Další rozdíl představují měchýřky, které mají v případě *U. vulgaris* různé velikosti, ale v případě *U. australis* jsou téměř stejně velké (SLAVÍK 2000). Rozlišovací znaky jsou též na robustních listech velkých rostlin. *U. australis* (obr. 5) má zpravidla zřetelné papily nesoucí trichomy, kdežto *U. vulgaris* (obr. 6) má jen malé, nezřetelné výstupky nesoucí papily (ADAMEC, in litt). Není doporučeno provádět determinaci obou druhů na základě velikosti jejich trávících žláz, jelikož byla u obou druhů prokázána velká variabilita jejich velikostí (ADAMEC 2015).



Obrázek 5 Detail papily nesoucí trichomy *U. australis*, 25×; foto: L. Adamec



Obrázek 6 Detail papily nesoucí trichomy *U. vulgaris*, 25×; foto: L. Adamec

1.3 Genetika

Utricularia vulgaris je diploid (ŠMARDÁ 2018b), nejběžnější počet chromozomů rostlin tohoto druhu na území České republiky je $2n = 44$, méně běžný $2n = 36, 40, 42$ (SLAVÍK 2000; ŠMARDÁ 2018a). Velikost genomu ($2C$) naměřená při analýze vzorku nalezeného na Hodonínské Důbravě (okr. Hodonín) je $2C = 397$ Mpb (ŠMARDÁ et al. 2019).

U. australis je diploid (ŠMARDÁ 2018b) hybridního původu. Jedná se o křížence odvozeného od *U. macrorhiza* a *U. tenuicaulis* (SILVA et al. 2018), nejběžnější počet chromozomů rostlin tohoto druhu na území České republiky je $2n = 44$, méně běžný

$2n = 36, 38, 40$ (SLAVÍK 2000; ŠMARDA 2018a). Velikost genomu (2C) naměřená při analýze vzorku z rybníka Velký Babín (okr. Žďár nad Sázavou) je $2C = 399$ Mpb (ŠMARDA et al. 2019).

Rod *Utricularia* a některé příbuzné rody (např. rod *Genlisea*) zahrnují druhy s nejmenšími aktuálně známými genomy u krytosemenných rostlin (IBARRA-LACLETTE et al. 2011b). Rod *Utricularia* se vyznačuje vysokou mírou substituce nukleotidů napříč genomy všech tří buněčných částí s vlastním genomem – mitochondrií, plastidů i jádra – a extrémně dynamickou evolucí velikosti genomu na úrovni druhu, a dokonce i populace (BÁRTA et al. 2015).

ALBERT et al. (2010) a IBARRA-LACLETTE et al. (2011a,b) popsali proces tvorby energie vedoucí ke vzniku reaktivních kyslíkových radikálů, které mohou narušovat molekuly DNA, a tak způsobovat samovolnou ztrátu porušených DNA oblastí. U rodu *Utricularia* může probíhat aktivní proces zmenšování genomu způsobovaný nikoliv zásahy vnějších selekčních tlaků (VELEBA et al. 2014), nýbrž spíše vnitřní potřebou rychlého dělení růstových buněk na vrcholu lodyhy, které by přítomnost většího genomu neumožňovala (ADAMEC et al. 2015).

Při porovnávání transkriptomů *U. gibba* a *U. vulgaris* nebyly nalezeny geny pro tvorbu kořenů ani transkripční faktory podílející se na růstu kořenového vlášení či kalyptry (BÁRTA et al. 2015), ovšem TAYLOR (1989) uvádí, že rostlina může někdy tvořit rhizoidy.

Studie populační genetiky u rodu *Utricularia* téměř neprobíhají (ELLISON et ADAMEC 2018). Na základě dostupných dat o genetickém toku lze rod *Utricularia* přiřadit k „ostrovnímu“ modelu, u nějž dochází jen k velmi malé genové migraci, a to vlivem častého výskytu nepohlavního rozmnožování (ELLISON et al. 2003).

U. vulgaris běžně tvoří semena a rozmnožuje se pohlavně, avšak pohlavní rozmnožování *U. australis* u nás není doloženo (SLAVÍK 2000). Zpravidla se *U. australis* rozmnožuje hlavně vegetativně pomocí turionů (ELLISON et ADAMEC 2018). TAYLOR (1989) uvádí, že tvorba tobolek je velmi vzácná a byla zaznamenána pouze na rostlinách v Japonsku a Číně.

2 Rozšíření druhů

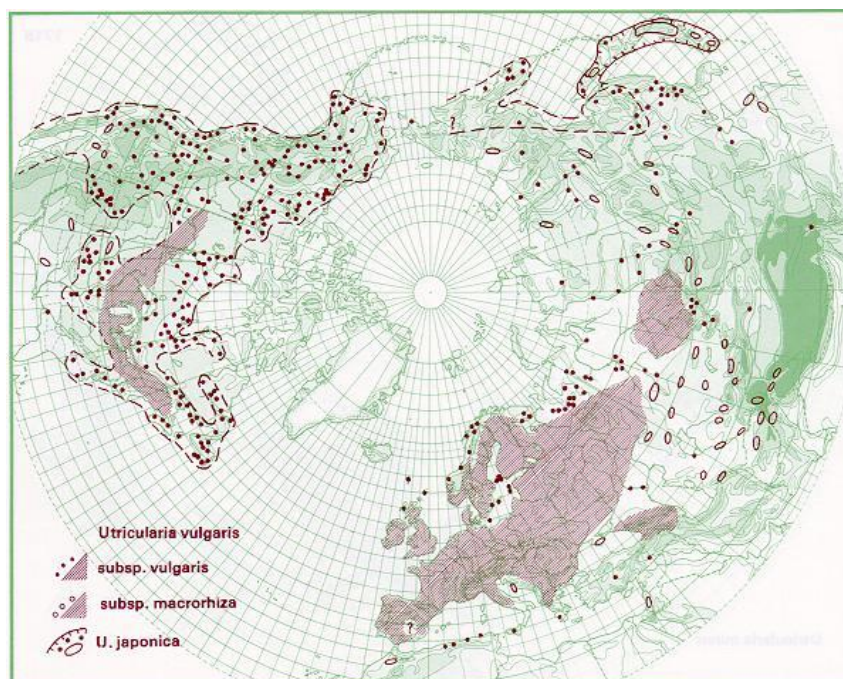
2.1 *Utricularia vulgaris*

2.1.1 Rozšíření ve světě

Rozšíření *Utricularia vulgaris* se označuje jako cirkumboreální, ovšem nezahrnuje Arktickou provincii. TAYLOR (1989) řadí *U. vulgaris* do geografické oblasti Evropy, severní Afriky a Asie (obr. 7).

V Evropě je *U. vulgaris* dokumentována Mezinárodní organizací pro ochranu přírody a přírodních zdrojů (dále IUCN) jako běžný druh na celém kontinentu. Severní hranici rozšíření představuje Skandinávie (70° s. š.), jižní hranicí je Pyrenejský poloostrov, na kterém se kvůli suchu *U. vulgaris* už nevyskytuje. Na východě areál povolna přechází Ruskem z Evropy do Asie. V Asii jsou dokumentované nálezy *U. vulgaris* v Turecku (jak evropská, tak asijská část) Číně (Tibetu), Afghánistánu, Pákistánu a Sýrii. Na severu Afriky jsou dokumentované ojedinělé nálezy z Alžírsko a podél hranice se Středozemním mořem (TAYLOR 1989; SLAVÍK 2000; LANSDOWN 2014).

V Severní Americe je situace komplikovanější, jelikož tam má těžiště výskytu velmi příbuzný druh *U. macrorhiza*, který je ve starší literatuře uváděn jako taxon *U. vulgaris* subsp. *macrorhiza* a který nahrazuje *U. vulgaris* nejen v USA, v Kanadě a na Aljašce, ale také v Číně a Mongolsku (ADAMEC, in litt.). Kvůli časté záměně obou taxonů nelze přesně vymezit areál výskytu *U. vulgaris* v Severní Americe, ani přesně určit jeho asijskou východní hranici (KAPLAN et al. 2017).



Obrázek 7 Celosvětové rozšíření *U. vulgaris* (zdroj: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/lentibularia/utric/utrivulv.jpg>)

2.1.2 Rozšíření v České republice

Nejstarší nález registrovaný v Nálezové databázi AOPK ČR (dále NDOP) pochází z roku 1784 (leg. Neumann, fytochorion 47 – Šluknovská pahorkatina; AOPK ČR 2019b). NDOP dále dokládá množství nálezů z 19. století. Ve 20. století je výskyt rostliny potvrzen jak záznamy v NDOP, tak množstvím článků v dobové odborné literatuře (např. KLIKA 1930; VESELÝ 1935; VOJTA 1949).

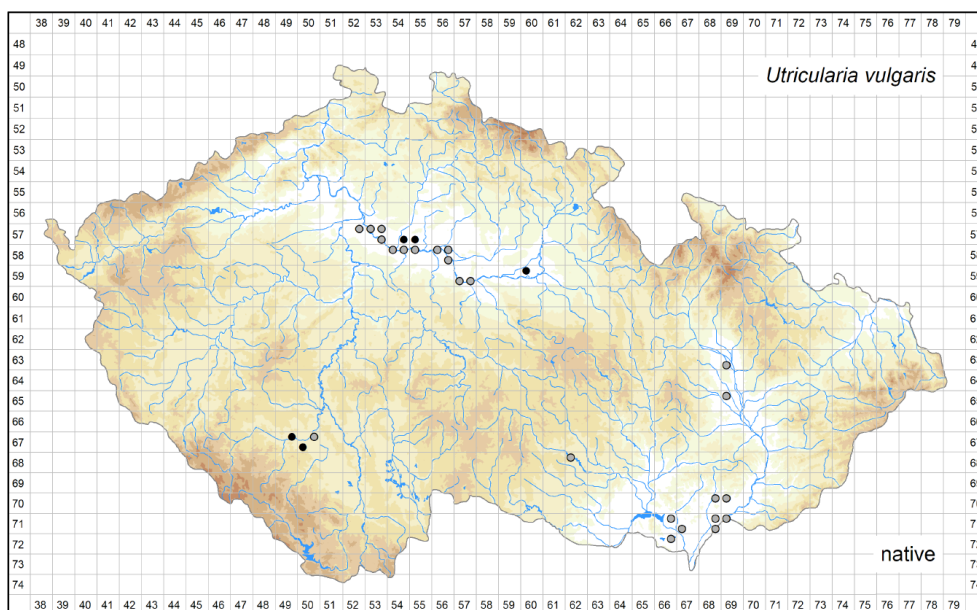
KAPLAN et al. (2017) uvádí, že v minulosti bylo na našem území zaznamenáno 40 lokalit výskytu *U. vulgaris*, a to hlavně v údolních nivách velkých řek termofytika. Ve středních a východních Čechách se jednalo o údolí řeky Labe, na Moravě o oblast dolního toku řek Moravy a Dyje. Další izolované oblasti občasných nálezů se nacházely v jižních Čechách a jihozápadní, jižní a centrální Moravě.

Na mapě z roku 2017 (obr. 8) je nález *U. vulgaris* zanesen ve 24 kvadrantech. Pouze v pěti případech se jedná o nálezy po roce 2000 (včetně) čítající větší populace, z čehož jen dvě populace hodnotí autoři jako stabilní a z dlouhodobého hlediska perspektivní, a to populace v NPP Hrabanovská černava a PP Tůně u Hajské (KAPLAN et al. 2017).

Po roce 2000 jsou dokumentovány nálezy na těchto lokalitách (KAPLAN et al. 2017):

1. Kvadrant 5753, okres Mělník, obec Všetaty, rybníček 1.6 km jižně od nádraží
 - a. rok a souřadnice záznamu:
2002 (N 50°16.067', E 14°35.217')
 - b. herbář: Roztoky u Prahy
 - c. fytochorion: 11a Všetatské Polabí
2. Kvadrant 5754, okres Nymburk, obec Lysá nad Labem, NPP Hrabanovská Černava
 - a. rok a souřadnice záznamu:
2002 (N 50°12.901', E 14°49.788' ±300 m;
N 50°12.867', E 14°49.667')
 - 2006 (N 50°12.895', E 14°49.689' ±100 m)
 - 2010 (N 50°12.895', E 14°49.689' ±200 m)
 - 2011 (N 50°12.843', E 14°49.823')
 - 2012 (N 50°12.813', E 14°49.727')
 - b. herbář: Roztoky u Prahy, Moravské zemské muzeum
 - c. fytochorion: 11a Všetatské Polabí
3. Kvadrant 5755, okres Nymburk, obec Benátecká Vrutice, bažina na levém břehu Mlynařice 1,1 km VJV od středu vsi
 - a. rok a souřadnice záznamu:
2002 (N 50°13.667', E 14°51.083')
 - b. herbář: Roztoky u Prahy
 - c. fytochorion 11a Všetatské Polabí

4. Kvadrant 6749, okres Strakonice, obec Hajská, PP Tůně u Hajské
 - a. rok a souřadnice záznamu:
2010 (N 49°15.631', E 13°56.641')
2011 (N 49°15.662', E 13°56.601')
 - b. herbář: Sbírký Univerzity Karlovy v Praze
 - c. fytochorion 37e Volyňské Předšumaví
5. Kvadrant 5960, okres Pardubice, obec Dolany, mělká laguna v Dolanské zátocce
 - a. rok a souřadnice záznamu
2015 (N 50°05.720', E 15°41.067')
 - b. herbář: Z. Kaplan
 - c. fytochorion: 15c Pardubické Polabí
6. Kvadrant 7168, okres Hodonín, obec Hodonín, lokalita Hodonínská Důbrava
 - a. rok a souřadnice záznamu
2014 (N 48°52.038', E 17°6.144' ±800 m)
 - b. herbář: není uvedeno
 - c. fytochorion: 18b Dolnomoravský úval



Obrázek 8 Mapa výskytu *U. vulgaris* v ČR; černé body – záznamy po roce 2000, šedé body – záznamy před rokem 2000; převzato z KAPLAN et al. 2017

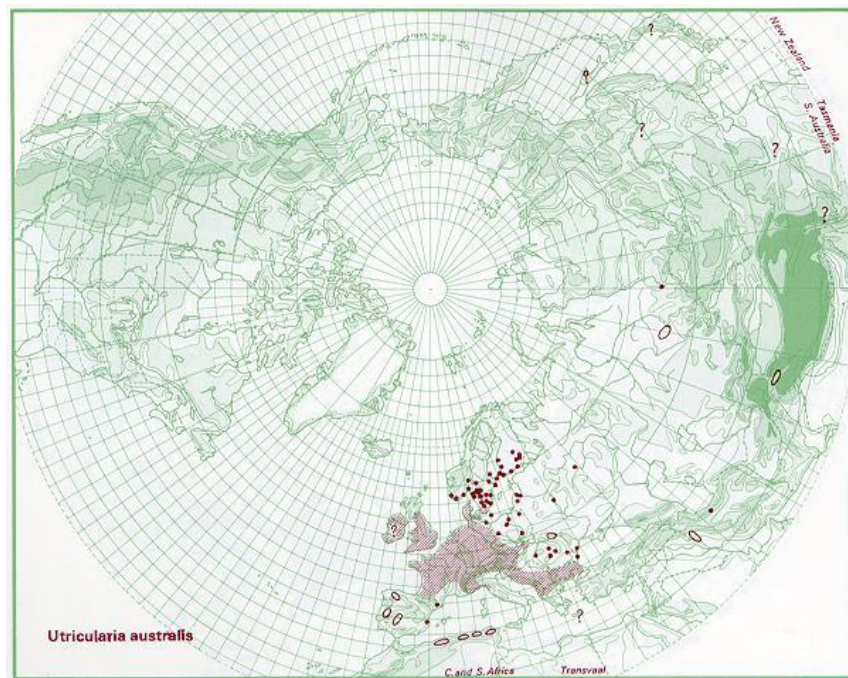
2.2 *Utricularia australis*

2.2.1 Rozšíření ve světě

Rozšíření *Utricularia australis* je doložené téměř z celé Evropy bez arktické provincie, jižní Asie a některých zemí střední a jižní Afriky (CHAMPION 2014; SLAVÍK 2000). TAYLOR (1989) řadí *U. australis* do geografické oblasti Evropy, Afriky severní,

i jižně od Sahary, (tropické) Asie, Malajsie, Nové Guiney, Austrálie a Nového Zélandu (obr. 9).

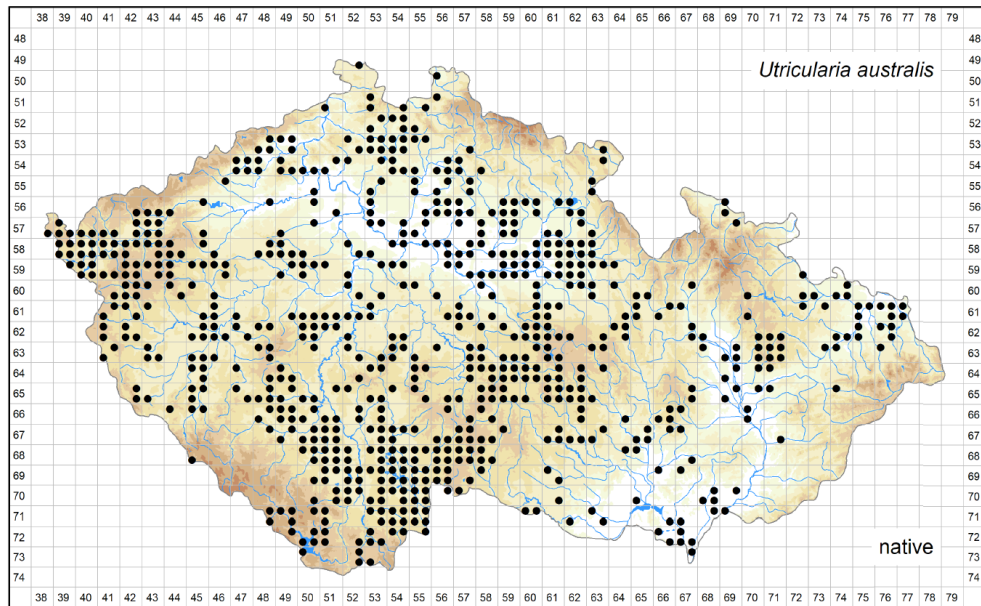
V Evropě je *U. australis* dokumentována IUCN jako běžný druh na celém kontinentu. Severní hranici areálu představuje Skandinávie (63° s. š.), jižní hranicí je Alžírsko, a Maroko. V Asii jsou dokumentované nálezy *U. australis* v Íránu, Indii, Číně a Japonsku. Výskyt rostliny byl zaznamenána i v jihovýchodní Austrálii a na Novém Zélandu (TAYLOR 1989; SLAVÍK 2000; CHAMPION 2014).



Obrázek 9 Celosvětové rozšíření *U. australis* (zdroj: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/lentibularia/utric/utriausv.jpg>)

2.2.2 Rozšíření v České republice

Nejstarší nález *U. australis* registrovaný v NDOP pochází z roku 1842 (Fischer, fytochorion 28d – Toužimská vrchovina; AOPK ČR 2019b). *U. australis* je nejčastější zástupce rodu *Utricularia* v České republice. Představuje běžný druh s hojným výskytem. Těžišti výskytu jsou jihozápadní a severovýchodní Čechy a Slezsko (KAPLAN et al. 2017). Nejvyššími doloženými lokalitami druhu jsou lokality na Šumavě ve výšce ±800 m n. m. (ŠUMBEROVÁ 2011; KAPLAN et al. 2017). Na mapě z roku 2017 (obr. 10) je nález *U. vulgaris* zanesen v 722 kvadrantech. Nálezy ve všech kvadrantech byly zaznamenány po roce 2000 (KAPLAN et al. 2017).



Obrázek 10 Mapa výskytu *U. australis* v ČR; černé tečky – záznamy po roce 2000; převzato z KAPLAN et al. 2017

2.3 Statut ochrany

Podle kritérií Červeného seznamu verze 3.1 vydaného IUCN jsou jak *U. vulgaris*, tak *U. australis* v rámci regionálního středozemního a evropského hodnocení zařazeny do kategorie „málo dotčený taxon“ se stabilní evropskou populací. IUCN uvádí regionální ochranu *U. vulgaris* pouze v některých částech Francie (LANSDOWN 2014). Zaznamenán je též výrazný úbytek *U. australis* v centrální Itálii (CESCHIN et al. 2020).

V České republice je *U. vulgaris* chráněná podle Vyhlášky MŽP ČR č. 395/1992 Sb., jakožto zvláště chráněný druh. Je řazena do kategorie CR (kriticky ohrožený) a podle Červeného seznamu do kategorie C1t – kriticky ohrožený druh. Písmeno t označuje, že důvodem zařazení taxonu je ztráta 90 a více procent lokalit od počátku historických záznamů (GRULICH et CHOBOT 2017). Nejčastějším důvodem úbytku je přímá destrukce nebo postupné znehodnocování vhodných stanovišť (AOPK ČR 2019c). Zaznamenány jsou také extrémní výkyvy v počtu dospělých jedinců (GRULICH et CHOBOT 2017).

U. australis je pak Červeným seznamem řazena do kategorie C4a – vzácnější taxon vyžadující další pozornost, méně ohrožený. Přesto se předpokládá snižování počtu populací (GRULICH et CHOBOT 2017).

3 Ekologické nároky *Utricularia vulgaris* a *Utricularia australis*

3.1 Biotop a společenstva

Utricularia vulgaris i *U. australis* se řadí do biotopu V1C – Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod s bublinatkou jižní nebo obecnou (*U. australis* a *U. vulgaris*; CHYTRÝ et al. 2010). Oba druhy rostou ve svazu *Utricularion vulgaris* Passarge 1964 – Vegetace bublinek v mezotrofních a eutrofních vodách. Tento svaz reprezentuje druhově chudou submerzní vegetaci.

U. vulgaris je v rámci zmíněného svazu diagnostickým druhem pro asociaci *Lemno-Utricularietum* Soó 1947 – Vegetace mělkých vod s bublinatkou obecnou. Tato asociace je vázaná na mělké vody bohaté na karbonáty s neutrálním a slabě bazickým pH. Její porosty se nachází hlavně v nádržích s dobře průhlednou vodou. Tůňe zpravidla mívají na dně vrstvu organického sedimentu a voda je typická vyšším obsahem vápníku. Dalším diagnostickým druhem této asociace je parožnatka (*Chara hispida*), dominantním druhem okřehek menší (*Lemna minor*). V České republice je tato asociace spíše vzácná; lze ji najít v aluviálních tůňích a slatiništních komplexech.

U. vulgaris lze najít také v následujících asociacích (CHYTRÝ 2011):

1. *Lemnetum minoris* Soó 1927 – Vegetace vodní hladiny s okřehekem menším, pokryvnost *U. vulgaris* menší než 25 %;
2. *Magno-Charetum hispidae* Corillion 1957 – Parožnatková vegetace s *Chara hispida*, pokryvnost *U. vulgaris* menší než 25 %.

V rámci potenciální přirozené vegetace je *U. vulgaris* řazena do diagnostické druhové kombinace pro komplex ostřicovorašeliníkových společenstev minerotrofních rašelinišť (*Scheuzerietalia palustris* excl. *Leuko-Scheuchzerion palustris*). Jedná se o nelesní porosty s dominantními ostřicemi a vyvinutým mechovým patrem rostoucím téměř vždy na rašelinném podkladu. V České republice není tato mapovací jednotka rozšířena. V plošně malých areálech ji lze najít především v oblasti Šumavy, Českomoravské vrchoviny, Třeboňské pánve, Ralské pahorkatiny (NEUHÄUSLOVÁ 1998).

U. australis je v rámci svazu *Utricularion vulgaris* diagnostickým druhem pro asociaci *Utricularietum australis* Müller et Görs 1960 – Vegetace mělkých vod s bublinatkou jižní. Tato asociace je vázaná na slabě kyselé až neutrální mělké vody s nižším obsahem vápníku. Hodnota trofie stanoviště se posouvá směrem k eutrofním hodnotám. Na rozdíl od předchozí asociace, přítomnost organického bahna na stanovišti není pro tuto asociaci rozhodující faktor. *U. australis* je jediný diagnostický druh této asociace. Další dominantní druh představuje okřehek menší

(*Lemna minor*). V České republice je tato asociace vázaná jak na antropogenní stanoviště (např. využívané rybníky, polozazemněné pískovny, nově vzniklé rybníky), tak na přírodní stanoviště, např. mrtvá ramena, rašeliniště či aluviální tůň, (CHYTRÝ et al. 2010, ŠUMBEROVÁ 2011).

U. australis lze najít také v následujících asociacích (CHYTRÝ 2011):

1. *Nupharetum pumilae* Miljan 1958 – Vegetace oligomezotrofních vod se stulíkem malým, *U. australis* jeden z diagnostických druhů;
2. *Potametum zizii* Černohous et Husák 1986 – Vodní vegetace s rdestem Zizovým, *U. australis* jeden z diagnostických druhů;
3. *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae*, var. *Lemna minor* (Zumpfe 1929) – Vegetace oligotrofních stojatých vod s ostřicí zobánkatou, *U. australis* jeden z diagnostických druhů;
4. *Peucedano palustris-Caricetum lasiocarpae* Tüxen ex Balátová-Tuláčková 1972 – Vegetace oligotrofních vod s ostřicí plstnatoplodou, *U. australis* jedena z možných subdominant;
5. *Lemnetum trisulcae* den Hartog 1963 – Ponořená vegetace mělkých vod s okřehkem trojbrázdým, pokryvnost *U. australis* menší než 25 %;
6. *Lemnetum minoris* Soó 1927 – Vegetace vodní hladiny s okřehkem menším, pokryvnost *U. australis* menší než 25 %;
7. *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* Koch 1954 – Vegetace vodní hladiny s okřehkem menším a závitkou mnohokořennou, pokryvnost *U. australis* menší než 25 %;
8. *Salvinio natantis-Spirodeletum polyrhizae* Slavnić 1956 – Vegetace vodní hladiny s nepukalkou vzplývající a závitkou mnohokořennou, pokryvnost *U. australis* menší než 25 %;
9. *Lemno minoris-Riccietum fluitantis* Šumberová et Chytrý in Chytrý 2011 ass. nova – Ponořená vegetace mělkých vod s trhutkou plovoucí, pokryvnost *U. australis* menší než 25 %;
10. *Riccio carpetum natantis* Tüxen 1974 – Vegetace hladiny mělkých vod s nalžovkou plovoucí, pokryvnost *U. australis* menší než 25 %;
11. *Potametum natantis* Hild 1959 – Vodní vegetace chladnějších oblastí s rdestem vzplývavým, *U. australis* v submerzní vrstvě, pokud má dominantní druh jen řídký porost;
12. *Potametum graminei* Lang 1967 – Vegetace mělkých vod s rdestem trávolistým, *U. australis* jeden ze submerzních druhů v podrostu;
13. *Potametum acutifolii* Segal ex Šumberová et Hrivnák in Chytrý 2011 ass. nova – Vegetace mělkých vod s rdestem ostrolistým, *U. australis* jeden z konstantních druhů;
14. *Sparganio minimi-Utricularietum intermediae* Tüxen 1937 – Vegetace tůní se zevar nejmenším, *U. australis* jeden z dalších druhů makrofyt;

15. *Sphagno-Utricularietum orcholeucae* Oberdorfer ex Müller et Görs 1960 – Vegetace oligotrofních nevápnitých tůní s bublinatkami, *U. australis* jeden z dalších druhů makrofyt;
16. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 – Rákosiny s orobincem úzkolistým, *U. australis* jeden z dalších druhů makrofyt;
17. *Caricetum gracilis* Savič 1962 – Mokřadní vegetace s ostřicí štíhlou, *U. australis* jeden z dalších druhů makrofyt.

3.2 Životní cyklus *Utricularia vulgaris*

Utricularia vulgaris využívá vegetativní a generativní reprodukci, přičemž převažujícím způsobem je obnova z přezimujících vegetativních pupenů (turionů). Turiony každý rok zajišťují vznik dostatku biomasy a přezimování populace. Rozmnožování pomocí semen slouží jako jistota pro překonání vegetačně nepříznivých období, například při zvýšeném suchu (ADAMEC 2018). Strategie disperze celého rodu *Utricularia* je typu Wolffia – hydrochorie. Která je typická pro mnohá vodní makrofyta. Semena, turiony a fragmenty rostliny jsou konkrétní vektory sloužící k disperzi *U. vulgaris* (SÁDLO et al. 2018).

Na základě dostupné odborné literatury je FRIDAY (1992) pravděpodobně jediný, kdo detailně popsal přerušení dormance turionů *U. vulgaris*. Nástup klíčení turionů zaznamenal na přelomu února a března. Pro srovnání ADAMEC (1999) uvádí začátek klíčení v období brzkého jara. FRIDAY (1992) popsal, že první listy byly malé a bez pastí. Listy, které se vyvinuly poté, už disponovaly primordií pro pasti, avšak funkční pasti se vyvinuly z primordií, která byla nesena až následně vyvinutými listy.

Pasti dosáhnou plné funkčnosti po 26–28 dnech vývoje (FRIDAY 1991). Na vrcholu funkčnosti jsou 8–10 dní a pak se schopnost lovu rychle ztrácí. Na rostlině ovšem zůstávají dalších 12–20 dní. Během prvního měsíce růstu rostliny se zvyšuje počet a zvětšuje velikost pastí, ale velikost listů je téměř stejná. Vrchol v růstu listů a přibývání pastí nastává v červnu a červenci. V srpnu se přibývání biomasy zpomaluje. Od plného jarního vyvinutí pastí až do konce sezóny představují pasti 50 % biomasy celé rostliny (FRIDAY 1992).

V období června až září vytváří *U. vulgaris* nad vodu vystupující hroznovitá květenství (SLAVÍK 2000), díky čemuž může docházet k entomogamii. Mezi pozorované opylovače patří pestřenka např. trubcovitá (*Eristalis tenax*) a ploskočelka (*Lasioglossum* sp.; PŁANCHO et al. 2018).

3.2.1 Dormance

Termín dormance označuje dočasné zastavení nebo snížení fyziologické aktivity semen, případně jiných (generativních i vegetativních) částí rostlin. S nástupem nižších teplot na konci vegetační sezóny začnou bublinatky tvořit přezimovací pupeny – turiony. KOSHIBA (1992b) pozoroval tvorbu turionů v období září až října. Turiony jsou po celou dobu vývoje lehčí než voda, ale odumřelou biomasou jsou

staženy ke dnu, kde přezimují (ADAMEC 2001). Optimum pro přezimování turionů představuje teplota 3–7 °C trvající po dobu 4–5 měsíců (KOSHIBA 1992b). Na jaře, po rozložení přebytečné biomasy, vyplavou na hladinu. Jsou-li vhodné podmínky, začnou klíčit. Signálem pro přerušení dormance a nástup klíčení turionů je prodlužující se den a zvyšující se teplota. Turiony vyplavou na hladinu a klíčí v aerobních podmínkách (ADAMEC 2001).

BASKIN et BASKIN (2014) uvádí dva hlavní vlivy způsobující nástup dormance semen, a to (1) faktor prostředí, které není vhodné pro vyklíčení semene, a (2) faktor fyziologický, kdy semeno nesplňuje všechny parametry potřebné pro vyklíčení. Rod *Utricularia* disponuje dvěma typy dormancí – morfologickou (MD) a morfofyziologickou (MPD; ELLISON et ADAMEC 2018). Embrya semen s MD jsou v čase disperze nedostatečně vyvinutá a musí před začátkem klíčení ještě dozrát. V době zralosti semena je tedy klíčení oddáleno kvůli morfologickým nedostatkům embrya. U semen s MPD dochází k součinnosti MD (nevyvinuté embryo) a fyziologické dormance (PD; inhibice vývoje radikuly). Před tím, než začne semeno klíčit, musí embryo dorůst do požadované velikosti a musí ve vhodných okolních podmínkách dojít k přerušení PD (BASKIN et BASKIN 2014). HOLZBAUEROVÁ (2015) vyhodnotila MPD pro *U. vulgaris* jako pravděpodobnější typ dormance.

Semena rodu *Utricularia* jsou při uvolnění dormantní (ELLISON et ADAMEC 2018). K narušení dormance dojde nejlépe působením chladu (teplota přibližně 5 °C), mrazu (teplota výrazně pod 0 °C) nebo vlivem ethylenu. Zvýšený význam stratifikace chladem a mrazem lze předpokládat i s ohledem na typický biotop dané rostliny (HOLZBAUEROVÁ 2015).

3.2.2 Klíčení

Druhy mírného podnebného pásma, kam patří svou oblastí výskytu i *U. vulgaris* (TAYLOR 1989), vyžadují k přerušení dormance stratifikaci chladem (BASKIN et BASKIN 2014). *U. vulgaris* klíčí nejlépe při vyšších teplotách (25 °C) a při dobrém světle (HOLZBAUEROVÁ 2015). Před začátkem klíčení vystupují semena nejdříve na vodní hladinu (ADAMEC 1999). Sníženou schopnost klíčit u semen při dně potvrdila i HOLZBAUEROVÁ (2015). Vyplaváním jsou nastoleny dobré světelné podmínky potřebné pro klíčení malých semen (BASKIN et BASKIN 2014), která jsou pro *U. vulgaris* typická (TAYLOR 1989).

Semena *U. vulgaris* mohou být jeden až dva roky vystavena suchu i sezónní anoxii, aniž by došlo k narušení jejich schopnosti klíčit (ADAMEC 2018). Odolnost semen *U. vulgaris* byla prokázána nálezem 100 let starých semen v semenné bance v lokalitě Hodonínská Důbrava. Semena odebraná ze 70–100 let staré půdní banky vyklíčila po 6 dnech na světle (GÁLOVÁ et HÁJKOVÁ 2014). LLOYD (1942) pozoroval u rodu *Utricularia* tři hlavní typy klíčení, přičemž *U. vulgaris* připsal komplexní typ klíčení, při kterém se tvoří mnoho (6–13) děložních lístků.

U většiny druhů rodu *Utricularia* se embryo formuje jako množství nediferencovaných buněk (LLOYD 1942). Embryo *U. vulgaris* má tvar disku, který má na vegetativním pólu proláklinu s proměnlivým množstvím primordií, ze kterých se během klíčení vyvíjejí děložní lístky (PŁACHNO et ŚWIĄTEK 2010). Vodivá pletiva primárních listů embrya jsou v kontaktu s vodivými pletivy hlavní části embrya (KAMIENSKI 1876).

Zásobní látkou většiny zástupců rodu *Utricularia* je škrob. Pouze některé druhy, obzvláště z podrodu *Utricularia*, kam patří i *U. vulgaris*, využívají také proteiny a lipidy (PŁACHNO et ŚWIĄTEK 2010; MÜLLER et al. 2006).

3.3 Životní nároky

CHYTRÝ et al. (2018) přiřadil *U. vulgaris* i *U. australis* následující Ellenbergovy indikační hodnoty L = 8, T = 6, M = 12, R = 5, S = 0. Jak *U. vulgaris* tak *U. australis* lze tedy charakterizovat jako světломilné rostliny, které je možné jen ojediněle najít na lokalitách s osvětlením nižším než 40 % (L = 8). Je plně vázaná na život ve vodním sloupci (M = 12) v temperátních oblastech (T = 6). Roste v nezasoleném (S = 0), středně kyselém (R = 5) prostředí. Ellenbergovy hodnoty obou druhů se liší pouze u hodnot **obsahu živin** (N). *U. vulgaris* (N = 4) preferuje na dusík chudé prostředí, zatímco *U. australis* (N = 5) může růst i ve vodách s větším obsahem dusíku. Interpretace hodnot proběhla podle ELLENBERGA et al. (1992).

Z rozsahu areálu (viz kapitola 2.1.1, obr. 7) lze vyvodit, že *U. vulgaris* se přizpůsobuje velkým výkyvům v biotických a abiotických faktorech na konkrétních stanovištích (KOSHIBA 1992a). *U. vulgaris* je plně vázaná na život ve vodním sloupci. Nejčastěji roste v mělkých vodách (50–70 cm), kde se v létě může voda prohřát až na 20 °C, ale v zimě nedojde k jejímu promrznutí (KOSHIBA 1992a). Teplotní optimum je 15 °C (KOSHIBA 1992b). Mikrolokality bývají často chráněny před větrem. Dno stanoviště je většinou pokryto vrstvou minerálně-organického nebo organického sedimentu (KOSHIBA 1992a).

Hodnota pH vody má na růst *U. vulgaris* pozorovatelný vliv. Rostlina je schopná přežít v rozsahu pH 3.6–9.9. Optimum představuje rozsah 6.7–7.8. KOSIBA (2004) naměřil v prostředí s *U. vulgaris* pH = 7.2±1.7 a označil druh za zástupce schopného přežít velké rozdíly v kvalitě vody. Čím vyšší je pH, tím menších rozměrů rostlina dorůstá (KOSHIBA 1992a).

PEROUTKA et al. (2008; str. 159) zaznamenal *U. vulgaris* na stanovišti s pH 7.6 a „vysokou konduktivitou“. DÍTĚ et al. (2006) naměřil na dvou sledovaných lokalitách hodnoty prostředí pH = 6.0–6.01 a elektrickou vodivost (konduktivita, dále též cond.) 65–137 μS/cm. BOROVEC et al. (2012) kultivoval rostlinu v podmínkách pH 7.0–7.3, cond. = 191–200 μS/cm. FRIDAY (1992) prováděl pozorování na rostlinách rostoucích v podmínkách pH 7.8–8.4 a cond. = 724 μS/cm.

U. australis také preferuje mělké vody, ale její teplotní optimum je vyšší (26 °C) a stejně tak je posunuté i optimum pH (8.3). *U. australis* toleruje i lokality s vyšší trofíí a elektrickou vodivostí (CESCHIN et al. 2020). Ve střeoevropských podmínkách byla *U. australis* pozorována na lokalitách s elektrickou vodivostí 78–1648 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (DÍTĚ et al. 2006).

U. vulgaris vyžaduje dostatek fosforu, relativní dostatek vápníku a hořčíku (bublinatky snášejí obsah vápníku do koncentrace 2 nM; STUDNIČKA 1990) a minimum organických látek. Ve vodě rozpustné huminové kyseliny tvoří hlavní podíl organické složky stanoviště (až 90 %). Optimální obsah huminových kyselin je 2–4 mg/dm³. Pokud je ve vodě vyšší obsah rozpuštěného fosforu a draslíku, lze větší množství obou prvků najít i v rostlině. Zatímco dostatečné množství fosforu má pozitivní vliv na přírůstek biomasy rostliny – tvoří se více vzduchových výhonků a květů, prýty i vzduchové výhonky bývají delší. Vyšší obsah dusíku má naopak na rostlinu negativní vliv – výhonky i listy jsou kratší a vyráží dále od sebe. Obsah iontů NO₃⁻, PO₄³⁻ a K⁺ u vodní hladiny v letních měsících výrazně klesá, protože jsou absorbovány rostlinou (KOSHIBA 1992a).

CESCHIN et al. (2020) při plošném monitoringu italských lokalit *U. australis* naměřila nižší obsah fosfátů a amonných kationtů, ale vyšší hodnoty nitrátů. Poměr dusíku a fosforu byl považován za anorganický limitní faktor růstu *U. australis*. Ovšem tento faktor byl výrazně ovlivněn různým obsahem organických látek.

Množství rozpuštěného CO₂ ve vodě významně ovlivňuje rychlost průběhu fotosyntézy. Rychlost fotosyntézy, ale také množství zpracované kořisti, přispívají jak k růstu rostliny – v dobrých světelných podmínkách dokáže *U. vulgaris* růst rychlostí až několika uzlin za den (SIROVÁ, BÁRTA, ŠIMEK et al. 2018), tak k tvorbě pastí (ADAMEC 2006; ADAMEC et al. 2015). Jak listy, tak pasti mají po celou dobu vývoje funkci fotosyntetickou i funkci přijímání živin (FRIDAY 1992). Množství živin investovaných do tvorby pastí jsou vodní bublinatky schopné regulovat pod vlivem prostředí (dostupnost potravy, intenzity záření a chemismu vody; ADAMEC 2007). Navzdory jeho změnám se investice živin do tvorby pastí pohybuje po celou vegetační sezonu mezi 40 až 60 % (FRIDAY 1992). Tvorba pastí je tak regulována spíše množstvím oxidu uhličitého rozpuštěného ve vodě, neboť ho bývá v biotopech *U. vulgaris* většinou dostatek (ADAMEC 2006), nežli množstvím zpracované kořisti (ADAMEC et al. 2015).

3.4 Výživa pomocí pastí

ANDRIKOVICS et al. (1988) determinoval v obsahu pastí *U. vulgaris* hlavně detrit požírající korýše (*Crustaceae*) a ve středních až velkých pastích larvy pakomárů (*Chindromidae*). Odhaduje se, že 51.8 % celkového množství přijatého dusíku pochází z ulovené kořisti (IBARRA-LACLETTE 2011b). Role řas v potravě rodu *Utricularia* není zatím zcela objasněna, ale GORDON et PACHECO (2007) vyslovili hypotézu, že nejvhodnější by pro rostlinu mohla být vyvážená výživa pocházející

z řas, i z živočichů. PEROUTKA et al. (2008) potvrdil přítomnost množství řas v lapacích pastích konkrétně i u *U. vulgaris* a vyloučil jejich náhodné nasátí. SIROVÁ et al. (2018) potvrdila v pastech *U. vulgaris* přítomnost pestré skupiny prokaryotických i eukaryotických organismů nikoliv v roli potravy, ale v roli funkčních společenstev pastí produkujících organické látky. Rostliny jsou schopné tyto látky, často syntetizované řasami, dále využívat, a tak zvyšovat jejich životaschopnost i ve velmi chudých vodách.

Masožravost *U. vulgaris* závisí pouze na množství dostupného fosforu (ADAMEC 2012). Podíl kořisti na výživě a růstu *U. vulgaris* byl prokázán pouze v podmínkách se zvýšeným pH, tedy při snížení množství rozpuštěného CO₂ (ADAMEC 2006). Syndrom masožravosti se projeví až při zhoršení běžných životních podmínek; v takovém případě se využitím kořisti zintenzivní růst jak vrcholového prýtu, tak větvení (ADAMEC et al. 2015).

4 Charakteristika monitorovaných lokalit

4.1 Národní přírodní památka Hrabanovská černava

Hrabanovská černava je MZCHÚ o rozloze 52 ha nacházející se 2 km severozápadně od Lysé nad Labem. Územně náleží do fytochorionu 11a – Všecké Polabí, kvadrant 5754d (KAPLAN et al. 2017). Území je v nadmořské výšce 187 m n. m. Hlavním předmětem ochrany je samotná černava s mokřadními a lučními společenstvy vzácných vodních makrofyt, litorálních porostů, dále pak různých typů vápnatých slatinišť a luk. Území je cenné z hlediska botanického i zoologického, jelikož se jedná například o jednu z mála lokalit ohrožené pijavky lékařské (*Hirudo medicinalis*, SCHKO Kokořínsko 2011) a poslední zbytek z rozsáhlých slatin v nížinách Polabí s rozsáhlým ostřicovým společenstvem (PATZELT 2015).

Hrabanov představuje oblast sedimentů usazených stojatých vod z holocenní doby (CHLUPÁČ 2011). Z 30. let 17. století jsou známy záznamy o relativně krátké existenci rybníku Hrabanov (SCHKO Kokořínsko 2011). Na přelomu 18. a 19. století byly snahy o melioraci a odvodnění Hrabanova, ale velmi brzy na to začal být Hrabanov znám jako významná botanická lokalita. V roce 1933 bylo toto území prohlášeno za chráněné, a to jako státní přírodní rezervace Hrabanovská černava. Od té doby se začala snižovat antropogenní činnost v této oblasti. Výjimku tvořila okrajová luka obhospodařovaná společností VELAZ – Velkoobchod laboratorních zvířat (HUSÁKOVÁ, PIVNIČKOVÁ et CHRTEK 1988). Centrální část oblasti nebyla kosena a postupně zarůstala křovinami. Pravidelné kosení bylo obnoveno až na počátku 90. let 20. století, což přispělo k opětovnému výskytu původních vzácných rostlin (SCHKO Kokořínsko 2011). Od roku 2011 je Hrabanovská černava vyhlášena jako národní přírodní památka (dále NPP) a pečuje se o ni podle plánů péče vypracovaných konkrétně pro tuto oblast. Aktuální plán péče je vypracován na období 2016–2025 (SCHKO Kokořínsko 2011). Jedná se o jednu z posledních stabilních lokalit *Utricularia vulgaris* (KAPLAN et al. 2017).

Území NPP Hrabanovská černava náleží ke geomorfologické jednotce VIB Středočeská tabule – 3A Nymburská pahorkatina (BÍNA et DEMEK 2012). Geologický podklad tvoří křídové vápenité slínovce, které jsou místy kryty zvětralými čtvrtohorními usazeninami. Křídové horniny vystupují v okolí na povrch. Koncem pleistocénu a počátkem holocénu se v tomto prostoru ukládaly váté písky a vytvářely hráze nebo prohlubně zaplňované vodou. V prohlubních se v pozdním pleistocénu ukládaly jílovité písky a písčité jíly. Na tyto vrstvy nasedaly jílovité sladkovodní sedimenty s polohami jezerní křídý, na nichž se pak vytvořily saprické organozemě – černavy. Území je syceno především vápenitými podzemními prameny (LOŽEK, KUBÍKOVÁ et SPRYŇAR 2005). Půdní pokryv tvoří převážně organozemě a v okrajových částech se vyskytují fluvizemě a regozemě (SCHKO Kokořínsko 2011).

4.2 Národní přírodní rezervace Bohdanečský rybník

NPR Bohdanečský rybník je maloplošné zvláště chráněné území (dále MZCHÚ) o rozloze 248 ha nacházející se přibližně 12 km severozápadně od Pardubic u obce Lázně Bohdaneč. Náleží do fytochorionu 15c – Pardubické Polabí, kvadrant 5960a (KAPLAN et al. 2017). Území je v nadmořské výšce 212 m n. m. Hlavním předmětem ochrany na tomto území je ornitologicky významná část Polákův poloostrov a komplex vodních, mokřadních, lesních a lučních ekosystémů. NPR Bohdanečský rybník je cenná z hlediska botanického i zoologického (AOPK ČR 2019a).

Bohdanečský rybník představuje největší pozůstatek z původní perněstejnské rybníční soustavy vytvořené na přelomu 15. a 16. století (FRANKOVÁ, PEŘINA 2014). Napájen je Opatovickým kanálem. Vlivem intenzivního chovu ryb, rekultivací okolních luk, odvodnění oblasti a zvýšení lidské činnosti v bezprostředním okolí se postupně znehodnocovala celá oblast (PRAUSOVÁ et al. 2015). Přírodní rezervací byla oblast poprvé vyhlášena v roce 1951. Roku 1992 přešla do kategorie NPR a aktuální statut MZCHÚ získala v roce 2005 (PRAUSOVÁ 2005; AOPK ČR 2019a). V letech 2001–2016 prošla NPR Bohdanečský rybník komplexní revitalizací, při níž byly odbahněny a rozšířeny vodní plochy, upravena litorální pásma, zvýšena variabilita biotopů, znovuobnovena soustava lagun a ostrůvků a zvýšena kvalita přilehlých slatinných luk (AOPK ČR 2019a). V revitalizované části Dolanské zátoky byl v roce 2014 znovu zaznamenán výskyt *Utricularia vulgaris* (PRAUSOVÁ et al. 2015).

Oblast NPR Bohdanečský rybník náleží ke geomorfologické jednotce VIC – Východočeská tabule – 1C Pardubická kotlina (BÍNA, DEMEK 2012). Podloží tvoří hlinité až hlinitopísčité naplaveniny. V blízkém okolí se zachovaly reliktu mladopleistocénních až holocénních vátých písků. Půdní poměry jsou ovlivňovány různou výškou hladiny podzemní vody – tvoří se zde gleje a pseudogleje, v okolí rybníků je kambizem (FALTYSOVÁ, BARTA et al. 2002).

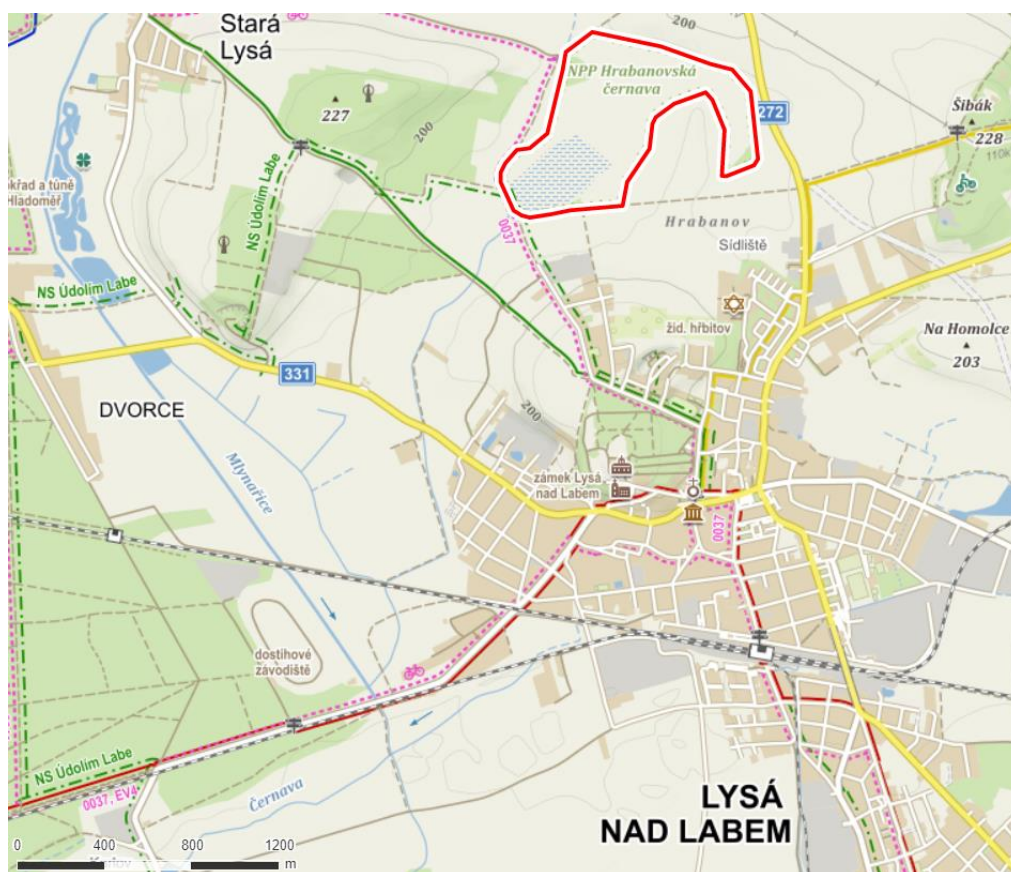
Experimentální část

5 Metodika

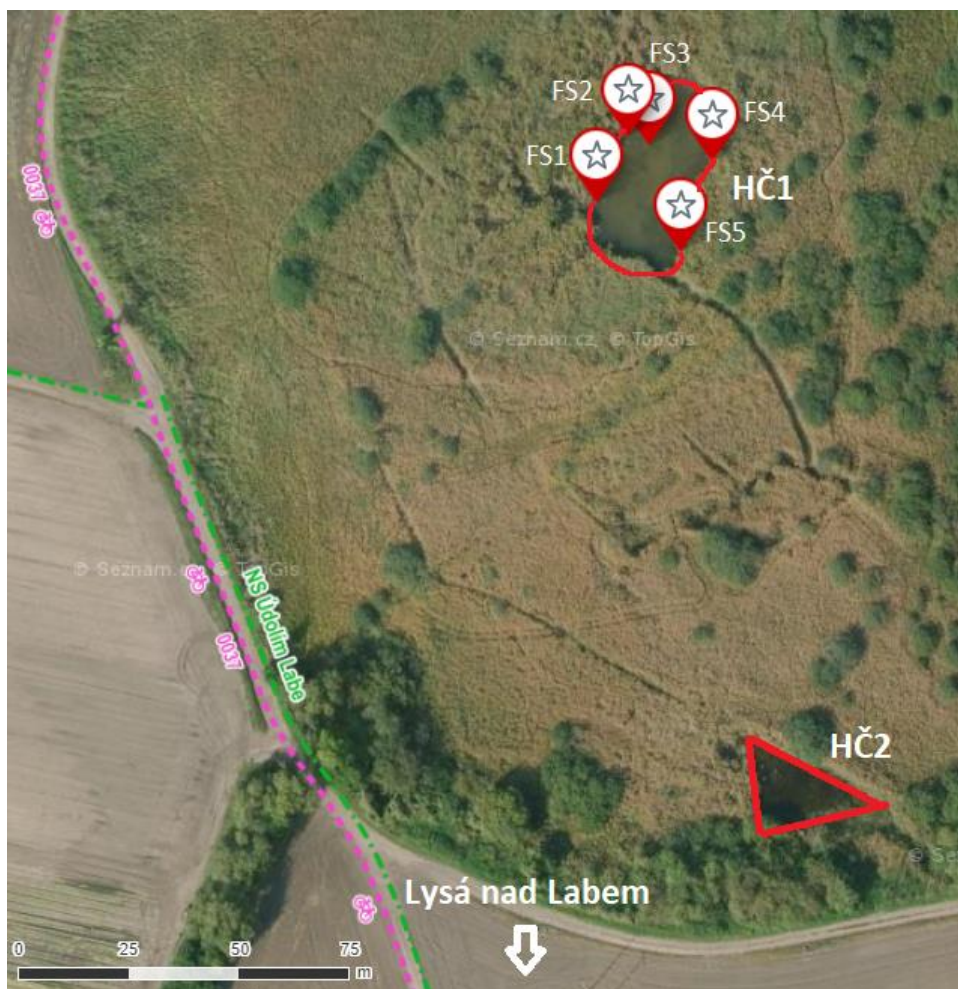
5.1 Výběr lokalit

Jako sledované lokality byly vybrány NPP Hrabanovská černava a NPR Bohdanečský rybník, protože se jedná o historická místa výskytu vzácnější *Utricularia vulgaris* (KAPLAN et al. 2017). Na obou lokalitách bylo zvoleno několik mikrolokalit pro pravidelný monitoring druhu.

V NPP Hrabanovská černava (obr. 11) byly vybrány dvě mikrolokality (obr. 12). HČ1 představuje centrální tůň s hustým porostem rákosu obecného (*Phragmites australis*), s vyšším a stabilním vodním sloupcem. Na tuto mikrolokalitu je vyvíjen negativní eutrofizační i predační tlak ze strany velkého množství hnízdících ptáků. HČ2 představuje menší tůň v okrajovém pásmu chráněné oblasti. Nachází se v těsné blízkosti zemědělsky obhospodařované půdy (pěstování zeleniny).



Obrázek 11 NPP Hrabanovská černava (vyznačená červeně); zdroj: www.mapy.cz



Obrázek 12 Lokalizace mikrolokalit HČ1 a HČ2 a míst fytoocenologických snímků (FS1–5), zdroj: www.mapy.cz

Na základě nálezů *U. vulgaris* (viz FALTYSOVÁ 2014; HADINEC et LUSTYK 2016; GUTZEROVÁ 2016) zanesených do NDOP byl monitoring ve vegetační sezóně 2018 i 2019 na lokalitě NPR Bohdanečský rybník (obr. 13) plánován pouze v oblasti Dolanské zátoky (DZ, obr. 14) revitalizovaného rybníka. Vzhledem ke komplikované klimatické situaci a s přihlédnutím k dalšímu potenciálnímu vývoji populace byl v roce 2019 monitoring rozšířen i na další tři monitorovací plochy 4×4 m. DZ0 je součástí litorálu revitalizovaného v letech 2001–2016 (AOPK ČR 2019a). Tato oblast je napojená na Bohdanečský rybník, ve kterém i nadále probíhá rybníční hospodaření. Monitorovací plocha DZ1 byla zvolena kvůli výskytu jak kvetoucích, tak sterilních jedinců hned z počátku monitoringu populací (červen 2019, přestože nižší vodní sloupec představoval riziko vyschnutí). DZ2 byla zvolena na základě nálezů *U. australis*. DZ3 byla zvolena, protože na začátku sezóny 2019 představovala plochu s dostatečnou zásobou vody. Tato monitorovací plocha měla jílovité podloží, které bylo zárukou pro zadržení vody po celou vegetační sezónu. Na konci srpna 2019 byl proveden jednorázový doplňkový monitoring, při kterém byla *Utricularia australis* zaznamenána ještě na třech doplňkových monitorovacích plochách (DZ4–DZ6).



Obrázek 13 NPR Bohdanečský rybník (vyznačen červeně); zdroj: www.mapy.cz



Obrázek 14 Lokalizace monitorovacích ploch (DZ0–DZ3) a doplňkových mikrolokalit (DZ4–DZ6), zdroj: www.mapy.cz

5.2 Terénní měření

5.2.1 Monitoring lokalit

Během vegetačních sezón 2018, 2019 probíhal pravidelný monitoring dvou lokalit: NPR Bohdanečský rybník (Dolanská zátoka) a NPP Hrabanovská černava. Lokality byly navštěvovány v jednu až dvakrát měsíčně. Při návštěvách byly měřeny vybrané vlastnosti vody, odebrány vzorky vody pro laboratorní analýzy, odebrány vzorky sedimentu pro laboratorní experiment a fotografická dokumentace. Po celou dobu probíhal kontinuální záznam průběhu teplot pomocí dataloggeru.

Při **měření vybraných vlastností vody** bylo zaznamenáno aktuální pH, obsah rozpuštěného kyslíku, teplota a elektrická vodivost. Kvůli občasným technickým komplikacím nebylo možné provést některá měření obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě. K měření parametrů vody v průběhu vegetačních sezón byly použity přenosné multimetry, a to 787 HQ, 579 Gryf a HANNAH. Vzhledem k malé hloubce tůň byla průhlednost vody měřena jen nárazově, vždy za použití Secchiho desky. Jelikož stanoviště nebyla zastíněna břehovými porosty a množství dopadajícího slunečního záření záviselo na počasí a stupni oblačnosti v daném čase, míra osvětlení nebyla měřena. Naměřené parametry vybraných vlastností byly průběžně zaznamenávány do tabulky v programu Excel. V textu diplomové práce jsou vyjádřeny srovnávacími grafy zpracovanými v programu Statistica. Výchozí hodnoty pro všechny grafy viz přílohy 1–11.

Odběr vzorků vody na obou lokalitách proběhl v září roku 2019. Z důvodu zachycení vysoké salinity byl odběr na lokalitě NPP Hrabanovská černava v listopadu 2019 zopakován. Chemické analýzy odebraných vzorků byly provedeny v akreditované laboratoři Povodí Labe, s. p. Analýzy vody zahrnovaly konduktivitu ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, chemickou spotřebu kyslíku v manganistanu draselném a dichromanu draselném (mg/l), obsah dusíku (celkový N, NO_2 , NH_4 , NH_3 ; mg/l), fosforečnanů (PO_4 ; mg/l), základních minerálů (Ca, Mg, K; mg/l) a iontů (SO_4 , Cl, HCO_3 , CO_3 , Na; mg/l) a kyselinovou neutralizační kapacitu (KNK-4,5; mmol/l).

Odběr sedimentů pro laboratorní pokusy na lokalitě NPR Bohdanečský rybník proběhl v listopadu 2018 a na lokalitě NPP Hrabanovská černava v červnu 2019. Odběr sedimentu byl proveden zahradnickou lopatkou na náhodně vybraném místě, ale v oblasti s potvrzeným výskytem *U. vulgaris* v předchozích letech (např. FORMANOVÁ 2014; GUTZEROVÁ 2016). Sediment byl použit pro laboratorní testy klíčivosti.

Kontinuální záznam teplot byl prováděn pomocí dataloggeru Minikin (EMS Brno) s intervalem měření 1 hodina. Na obou lokalitách byla data zaznamenávána od května 2018 do dubna 2020.

Při každé návštěvě lokality byla pořízená **fotografická dokumentace** přístrojem Olympus Pen Lite E-PL5. Fotografie jsou využity na ilustraci pozorovaných

fenologických fází (viz kapitola 6.3.2) a jednotlivých mikrolokalit a monitorovacích ploch (viz přílohy 14–28, 30–33).

5.2.2 Monitoring populací a odběr turionů

Během vegetačních sezón 2018 a 2019 probíhal pravidelný monitoring populací na vybraných plochách obou lokalit. Byla zaznamenávána velikost populace, případně její hustota vyjádřená v počtech jedinců na m². Dále byly zaznamenávány fenologické fáze v době monitoringu, probíhalo měření několika morfometrických údajů a na konci sezóny proběhl odběr povoleného počtu turionů pro laboratorní testy. V době monitoringu nemohly být zaznamenány všechny fenologické fáze kvůli ke komplikovanému počasí, dlouhodobému suchu a z toho vyplývajících změn v průběhu fenologických fází u sledovaných druhů. Zatímco u druhu *U. australis* proběhlo a mohlo být zachyceno pět fenologických fází, *U. vulgaris* v žádném z termínů terénního průzkumu nekvetla.

Při každé návštěvě byly měřeny na vybraných jedincích následující **morfometrické údaje**: délka rostliny, počet větvení a počet lodyh s květy. Délka daného jedince byla měřena po nejdelší možné spojnici růstového vrcholu a báze. Za větvení bylo považováno místo, kde se zřetelně oddělovala nová postranní větev od hlavního stonku; větve s květy se počítaly na vybraných měřených rostlinách. U lodyh nesoucích květy byla dále změřena jejich výška od místa růstu na hlavní větvi k nejvýše rostoucímu květu. Dále byly zaznamenány počty jednotlivých pozorovatelných fenologických fází na měřených jedincích. Aby se předešlo případnému zkreslení výsledků opakovaným měřením stejného jedince, byla pro následné vyhodnocení a porovnání morfometrických údajů (viz kapitola 6.3.1) použita data ze dne s největším výskytem jedinců na dané mikrolokalitě. Mezi zkoumanými vlastnostmi byla zjišťována korelace pomocí Pearsonova korelačního koeficientu vypočítaná v programu Statistica.

V době výskytu *Utricularia* sp. na vymezených mikrolokalitách byly zaznamenány fytocenologické snímky zachycující rostlinné společenstvo, v němž konkrétní druh roste. Pro zaznamenání pokryvnosti jednotlivých taxonů byla použita devítičlenná Braun-Blanquetova stupnice (MAAREL, ORLÓCI et PIGNATTI 1980). U populací obou druhů byla odhadována **pokryvnost** v m² v rámci fytocenologického snímku. Nomenklatura taxonů byla sjednocena dle KUBÁTA (2010) a vegetačních jednotek dle CHYTRÉHO (2011). Přehled fytocenologických snímků viz přílohy 12 a 13.

Odběr povoleného množství turionů proběhl na lokalitě NPR Bohdanečský rybník v srpnu 2019 a na lokalitě NPP Hrabanovská černava v listopadu 2019. Turiony byly použity pro laboratorní testy klíčivosti.

5.3 Laboratorní experimenty

5.3.1 Klíčení semen

Semena *Utricularia vulgaris* použitá pro laboratorní experimenty pocházela ze záchranné kultury pěstované ve sbírce vodních a mokřadních rostlin v Botanickém ústavu Akademie věd České republiky. Rostliny byly pěstovány ve venkovních nádobách o velikosti 2 m² (SIROVÁ et al. 2003) a původní rostliny pocházely z nálezů v Hodonínské Dúbravě (GÁLOVÁ et HÁJKOVÁ 2014). Semena byla různého stáří, jejich sběr proběhl v letech 2017 a 2018. Testy se semeny z obou let proběhly paralelně od listopadu 2018 do května 2019.

Celkem bylo provedeno 10 variant testů klíčivosti (tab. 1). Na každou variantu bylo použito 100 semen, celkem tedy 1000 semen. Semena určená na testy byla měsíc před testem skladována dvěma způsoby:

- 1) na sucho (dále suchá; skladována při pokojové teplotě 21 ±1 °C);
- 2) zavodněná (dále mokrá; zavodněná destilovanou vodou a po zavodnění skladována v lednici při teplotě 4 ±1 °C).

Na rozdíl od testů prováděných v předchozích letech (srov. HOLZBAUEROVÁ 2015, ŠPRINGROVÁ 2018) se pracovalo s kombinacemi ověřených stratifikací (teplem a chladem). Klíčení bylo testováno na sedimentu z lokality NPR Bohdanečský rybník (Dolanská zátoka).

Testovaná semena byla ošetřena třemi způsoby:

- 1) kontrola – semena nebyla žádným způsobem ošetřena, lišila se pouze způsobem uložení;
- 2) stratifikace chladem – semena uložena po dobu 1 měsíc při teplotě 4 ±1 °C;
- 3) stratifikace teplem – semena uložena po dobu 1 měsíc při teplotě 30 ±1 °C.

Tabulka 1 Přehled variant testů klíčivosti

rok sběru semen	způsob ošetření před testem	varianta skladování	počet testovaných semen
2017	kontrola		100
	stratifikace chladem	suchá	100
		mokrá	100
	stratifikace teplem	suchá	100
		mokrá	100
2018	kontrola		100
	stratifikace chladem	suchá	100
		mokrá	100
	stratifikace teplem	suchá	100
		mokrá	100

Testy klíčivosti probíhaly v Petriho miskách vždy v 5 sadách po 20 semenech pro každou variantu. Testy byly zakládány ve sterilním prostředí laminárního boxu. Na

dno Petriho misky byl vložen filtrační papír a na něj nanese vrstva sterilizovaného organického substrátu odebraného na lokalitě NPR Bohdanečský rybník (Dolanská zátoka) v listopadu 2018. Na substrát byla pinzetou přenesena semena pro příslušnou variantu testu a vše bylo zalito destilovanou vodou, aby byl substrát neustále podměčený. Petriho misky byly zabezpečeny netoxickou fólií Parafilm a umístěny do termostatu. Kultivovány byly při teplotě 21 ± 1 °C a světelné periodě 15 h světlo, 9 h tma.

Pravidelná kontrola testů probíhala jednou týdně. Při kontrole byla v případě potřeby doplněna destilovaná voda, pozorována čistota vzorku, vyplavání semen a přítomnost klíčících rostlin. Případná klíčící rostlina, byla ponechána na podměčeném substrátu ještě další 4 týdny a poté ve sterilním prostřední laminárního boxu vyjmuta, očištěna od substrátu a přemístěna do nádoby o objemu 4 l s vodou odebranou z řeky Orlice, obohacenou o zbytky listů a stonků ostřic (suchomázdřítý odpad). Výluh suchomázdřítých částí ostřic zajišťoval optimální podmínky a zdroj živin pro další vývoj vyklíčených rostlin.

První část testů (práce se semeny po stratifikaci teplem) byla zahájena v listopadu 2018 a druhá část testů (práce se semeny po stratifikaci chladem) byla zahájena v prosinci 2018. Obě části testů klíčivosti byly ukončeny po pěti měsících, protože v Petriho miskách už neprobíhalo žádné další klíčení.

5.3.2 Klíčení turionů

Turiony *Utricularia vulgaris* určené k laboratorním experimentům byly sebrány na lokalitě NPP Hrabanovská černava v listopadu 2019. Turiony *Utricularia australis* určené k laboratorním experimentům byly sebrány na lokalitě NPR Bohdanečský rybník (Dolanská zátoka) v srpnu 2019.

Turiony obou dvou druhů byly po odběru skladovány obdobně jako při laboratorních experimentech s klíčením semen, tzn. ve dvou typech prostředí: 1) na sucho, 2) zavodněné, ponořené v nechlorované vodě. Všechny byly skladovány od doby sběru (podzim 2019) do května 2020, a to v lednici při teplotě 4 ± 1 °C.

Turiony byly převedeny do samostatných skleněných nádob s vodou a sedimentem pocházejícím z lokality NPR Bohdanečský rybník (Dolanská zátoka). Turiony klíčily v laboratorních podmínkách 21 ± 1 °C na dostatečně světlém místě. Výchozí počet turionů jednotlivých druhů použitých pro testy klíčivosti (tab. 2) se odvíjel od množství, které se podařilo odebrat na lokalitách.

Tabulka 2 Počty turionů *U. australis* a *U. vulgaris* použité na testy klíčivosti

druh	varianta skladování turionů	výchozí počet turionů
<i>Utricularia australis</i>	suchá	34
	mokrá	18
<i>Utricularia vulgaris</i>	suchá	16
	mokrá	18

6 Výsledky

6.1 Stanovištní poměry

Za obě sezóny proběhlo celkem 13 návštěv mikrolokalit v NPP Hrabanovská černava (dále HČ). Ve vegetační sezóně 2018 byl monitoring obou mikrolokalit téměř znemožněn extenzivním suchem – HČ1 téměř vyschla a HČ2 vyschla úplně.

V NPR Bohdanečský rybník proběhlo za obě sezóny celkem 17 návštěv monitorovacích ploch, a to konkrétně v oblasti Dolanské zátoky (dále DZ). Ve vegetační sezóně 2018 bylo vlivem sucha možné monitorovat pouze litorál hlavní vodní plochy v Dolanské zátocy, jelikož bezprostřední okolí bylo vyschlé bez přítomnosti tůňek a podmáčených ploch v ostřicových porostech. Ve vegetační sezóně 2019 byl pravidelný monitoring rozšířen o další tři vybrané monitorovací plochy (DZ1–3).

V září 2019 proběhl odběr vody v DZ0, DZ2, DZ3, HČ1 a HČ2 (protokol viz přílohy 38 a 39). V listopadu 2019 proběhl další doplňující odběr vody na mikrolokalitě HČ1 (protokol viz přílohy 40 a 41). Chemické analýzy vody byly provedeny pro všechny monitorované lokality kromě DZ1, jelikož v době odběru již byla vyschlá. Pro lokality HČ1 byly provedeny dvě analýzy, a to jak komplexní analýza, tak analýza zaměřená na ukazatele související se zasolením stanoviště.

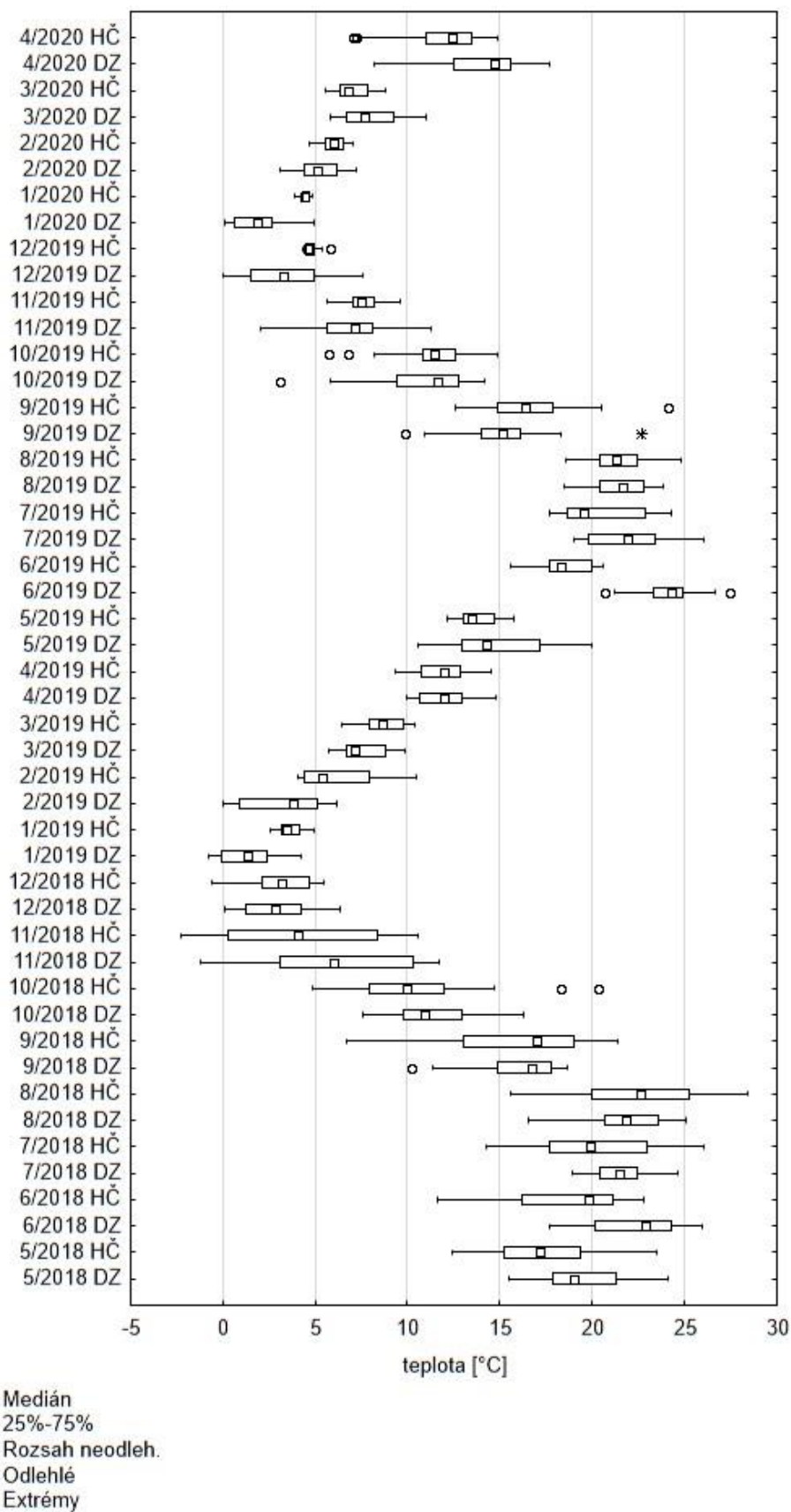
6.1.1 Kontinuální měření teploty

Trendy v **průměrných** denních teplotách (obr. 15) se mezi jednotlivými roky lišily. Od počátku měření, tj. od května 2018, byly průměrné letní teploty na obou lokalitách vyrovnané (19–22 °C); výjimku představoval pouze květen 2018 HČ s průměrnou teplotou 17 °C (viz obr. 15, 5/2018 HČ). Začátkem podzimu nastal na obou lokalitách pozvolný pokles teploty průměrně o 3 °C. Většinu roku (kromě srpna, září a prosince 2018) byly průměrné teploty vyšší v DZ. V roce 2019 na obou zkoumaných lokalitách průměrné teploty v první polovině roku stoupaly a vrcholu dosáhly v červenci a srpnu 2019 (viz obr. 15, 7/2019 a 8/2019 HČ i DZ). Zajímavý je rozdíl červnových teplot mezi oběma lokalitami (viz obr. 15, 6/2019 HČ i DZ), kdy došlo k významnému rozdílu hodnot (rozdíl mediánu 6 °C). V září 2019 nastal na obou lokalitách výraznější pokles a teploty dále klesaly až do konce roku 2019. Pro rok 2019 nelze jednoznačně stanovit, na které z lokalit bylo tepleji. V letních měsících dosahovaly průměrné teploty na obou lokalitách velmi podobných hodnot (± 25 °C). V roce 2020 bylo dobře pozorovatelné zdvojnásobení teploty mezi břemem a dubnem 2020 z 6 °C na 12 °C v HČ, ze 7 °C na 14 °C v DZ (viz obr. 15, 3/2020 a 4/2020 HČ i DZ). Měření bylo ukončeno v dubnu. Při meziročním srovnání lze pozorovat nástup léta 2018 s vyššími teplotami (viz obr. 15, 5/2018 a 5/2019 HČ i DZ), které ale dále bylo teplotně stabilní. Naproti tomu v létě 2019 došlo ke skokovému růstu teplot mezi květnem a červnem 2019 ze 13 °C na 18 °C HČ, ze 14°

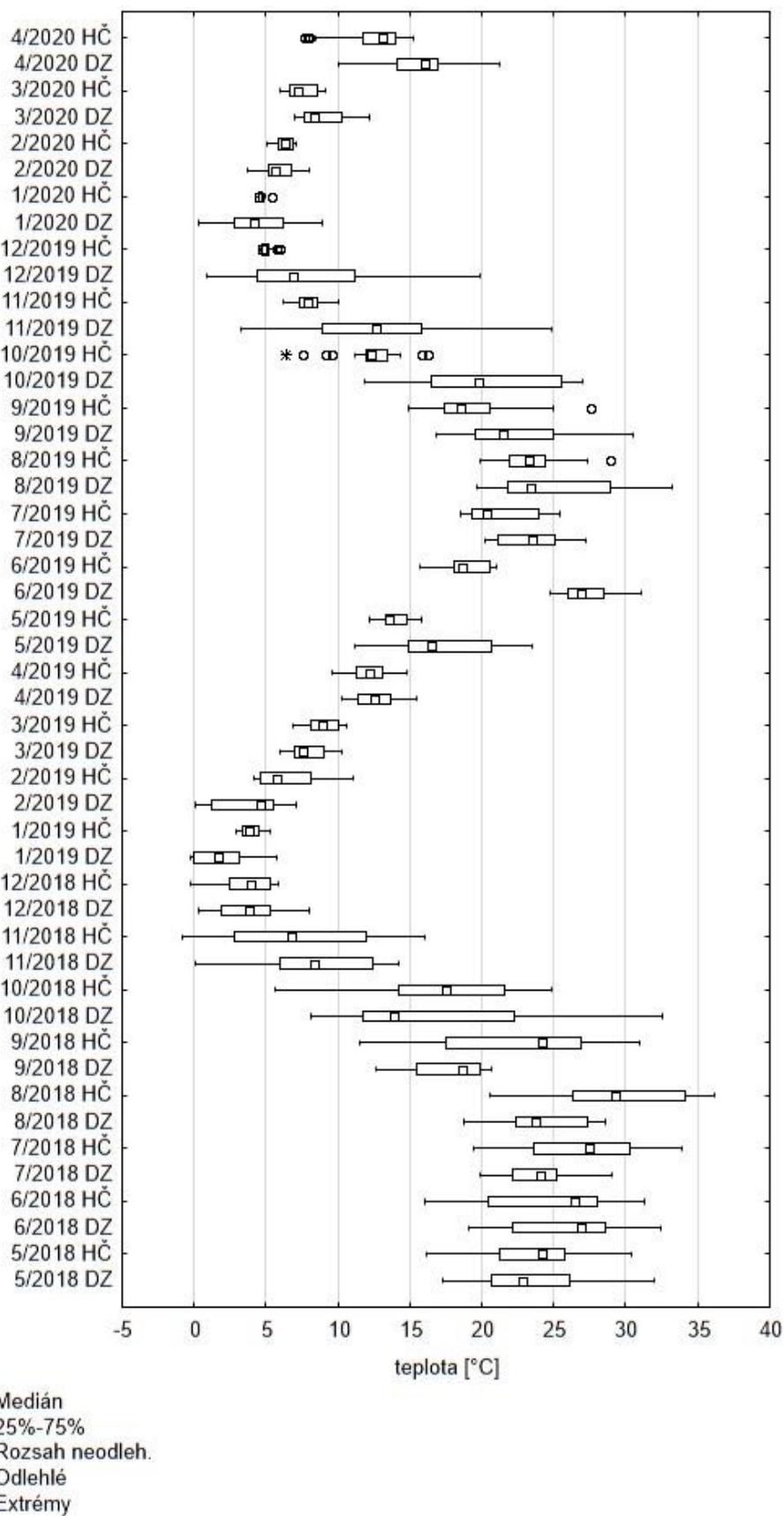
na 24 °C v DZ (viz obr. 15 5/2019 a 6/2019 HČ i DZ) a dále průměrné teploty kolísaly. Listopad 2019 byl o 4 °C teplejší než listopad 2018 na obou lokalitách.

Maxima denních teplot (obr. 16) jednotlivých dnů byla většinu roku 2018 na obou lokalitách srovnatelná. Výjimku tvoří měsíce červenec až říjen 2018 (viz obr. 16, 7/2018, 8/2018, 9/2018 a 10/2018 HČ i DZ). V roce 2019 dosahovaly maximální denní teploty na lokalitě HČ během jednotlivých měsíců stabilních hodnot. Na lokalitě DZ byly hodnoty podobné pouze na začátku roku (viz obr. 16, 1/2019 až 4/2019 DZ). Ve zbytku roku 2019 dosahovaly maximální teploty na lokalitě HČ hodnot v malém rozpětí, ale na lokalitě DZ byly nestabilní. V listopadu a prosinci 2019 na lokalitě DZ se hodnoty maximálních denních teplot pohybovaly ve velkém intervalu, a to 3.3–25.9 °C v listopadu a 0.88–19.9 °C v prosinci. Naproti tomu rozdíl maximálních a minimálních teplot v daných měsících na lokalitě HČ činil 4.0 °C, resp. 1.5 °C (viz obr. 16, srov. 11/2019 HČ a DZ, 12/2019 HČ a DZ). Na začátku roku opět 2020 nabývaly maximální teploty v jednotlivých měsících na obou lokalitách stabilních hodnot. Zajímavý byl květen 2018 HČ, kdy se hodnoty maximálních teplot pohybovaly mezi 16.2 °C a 30.4 °C (medián 24.3 °C), což bylo o 10 °C více, než v květnu 2019. Velký rozsah denních maxim byl naměřen i v květnu 2019 DZ (11.22–23.49 °C, viz obr. 16, 5/2019 DZ).

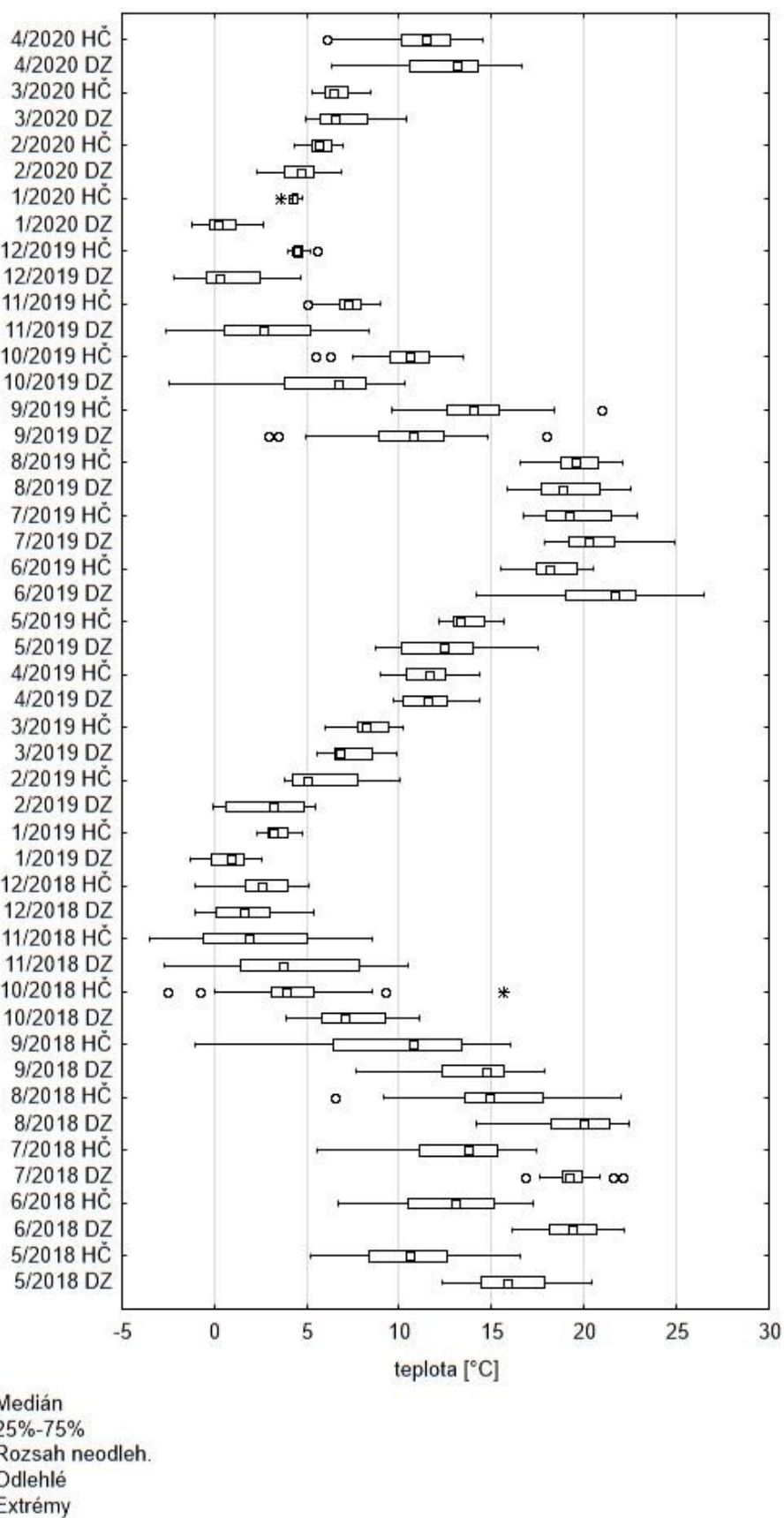
Minima denních teplot (obr. 17) se vyvíjela velmi podobně jako maximální teploty. V roce 2018 byly minimální teploty nestabilní, s výjimkou července 2018 DZ (viz obr. 17, 7/2018 DZ). V roce 2019 byla minima v jednotlivých měsících stabilní. Větší interval hodnot byl naměřen v měsících září až prosinec 2019 DZ (viz obr. 17, 9/2019, 10/2019, 11/2019, 12/2019 DZ). Na začátku roku 2020 byly hodnoty v jednotlivých dnech opět stabilní. Minimální teploty v květnu 2018 HČ byly naměřeny v rozmezí 5.2 °C–16.5 °C (medián 10.7 °C), což bylo o 3 °C méně než v roce 2019 (viz obr. 17, 5/2018 HČ a 5/2019 HČ).



Obrázek 15 Teplotní denní průměry naměřené v průběhu jednotlivých měsíců let 2018–2019 na monitorovaných lokalitách



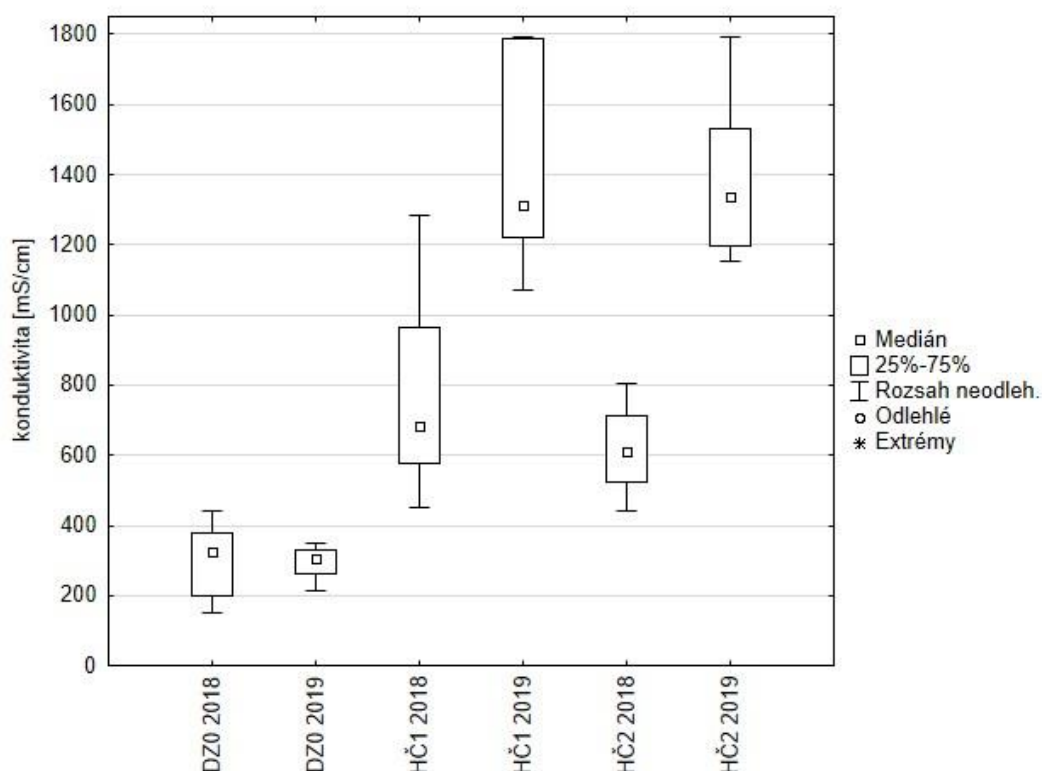
Obrázek 16 Teplotní denní maxima naměřená v průběhu jednotlivých měsíců let 2018–2019 na monitorovaných lokalitách



Obrázek 17 Teplotní denní minima naměřená v průběhu jednotlivých měsíců let 2018–2019 na monitorovaných lokalitách

6.1.2 Kontinuální měření elektrické vodivosti

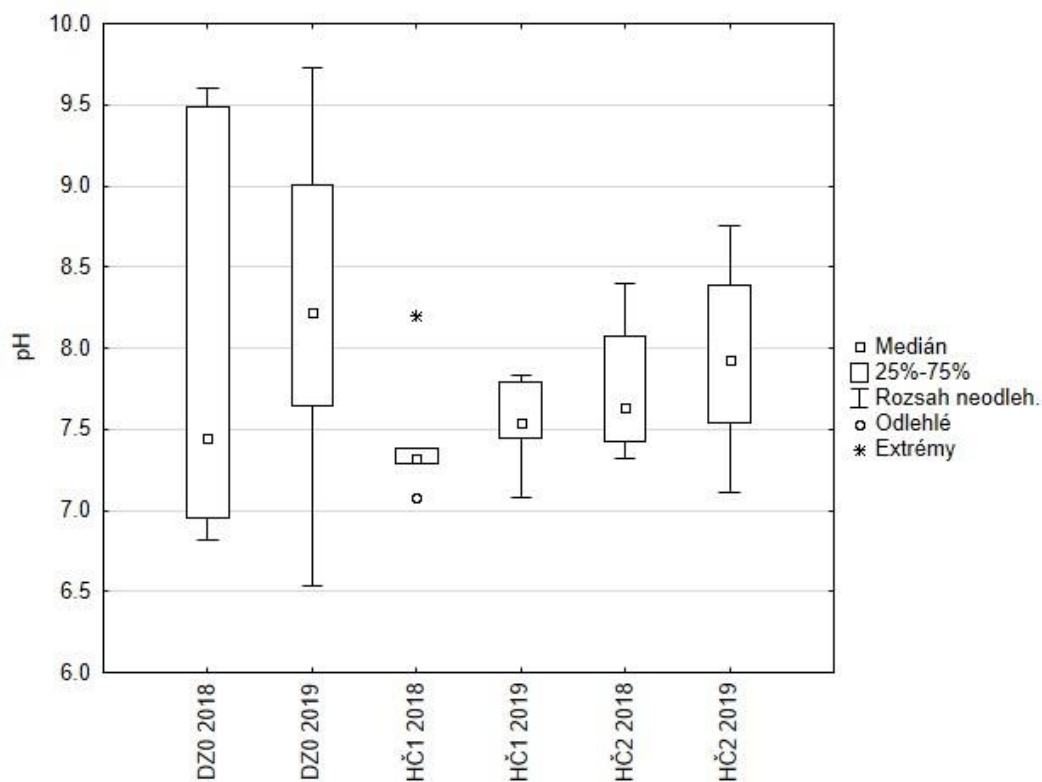
Hodnoty elektrické vodivosti (dále též konduktivita; obr. 18) na mikrolokality HČ1 a HČ2 se v roce 2018 pohybovaly v rozmezí 451–1286 $\mu\text{S}/\text{cm}$, resp. 440–806 $\mu\text{S}/\text{cm}$. V sezóně 2019 byly naměřené hodnoty více než dvojnásobné (1070–1791 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pro mikrolokality HČ1 a 1154–1792 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pro mikrolokality HČ2). Vysoké hodnoty elektrické vodivosti byly potvrzeny i chemickou analýzou vody provedenou v akreditované laboratoři Povodí Labe, s. p. (viz tab. 3). V oblasti DZ0 byly v obou letech srovnatelné a stabilní; hodnoty se pohybovaly v rozmezí 150–439 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pro rok 2018 a v rozmezí 214–351 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pro rok 2019.



Obrázek 18 Hodnoty elektrické vodivosti naměřené na monitorovaných lokalitách v letech 2018–2019

6.1.3 Kontinuální měření chemické reakce vody

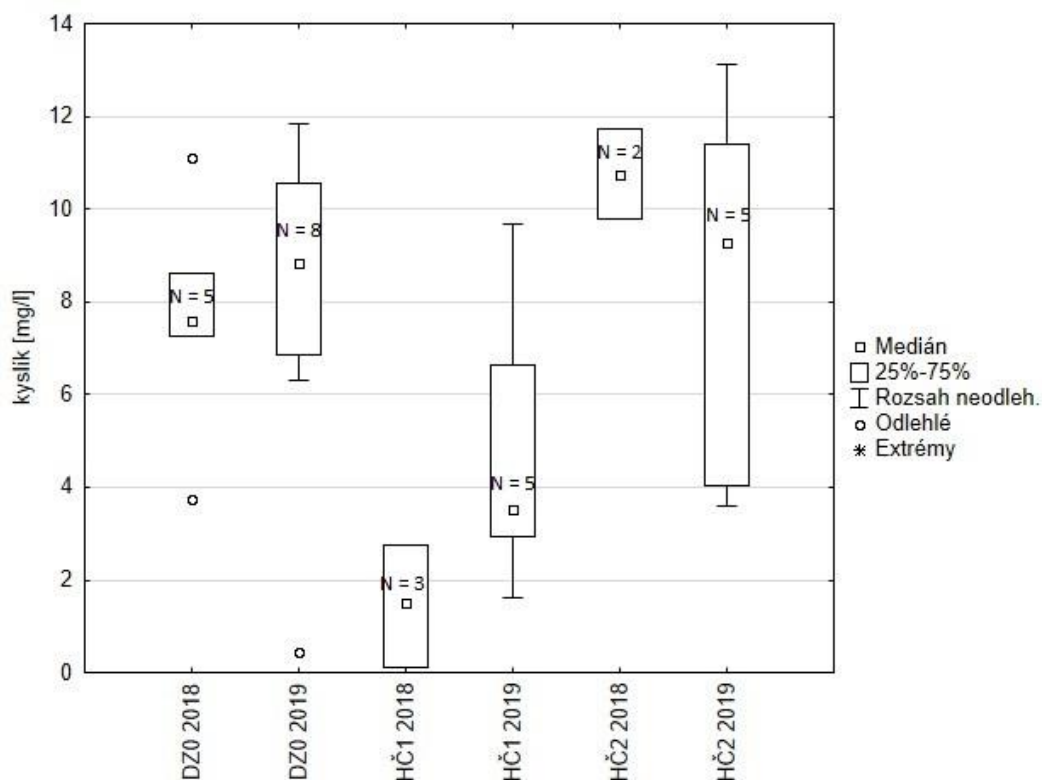
Na všech monitorovaných lokalitách dosahovalo **pH** (obr. 19) neutrálních až slabě zásaditých hodnot. Hodnoty pH na mikrolokality HČ1 a HČ2 se v roce 2018 pohybovaly v rozmezí 7.08–8.20, resp. 7.32–8.40. V roce 2019 nedošlo k významným změnám: HČ1 7.08–7.80 a HČ2 7.11–8.76. V oblasti DZ0 se v roce 2018 naměřené hodnoty pohybovaly v rozmezí 6.82–9.60 a v roce 2019 se hodnoty pohybovaly v rozmezí 6.53–9.73; nejvyšších hodnot pH dosahovalo v květnu a červnu. S pokračující sezónou docházelo k postupnému snižování hodnoty až na neutrální.



Obrázek 19 Hodnoty pH naměřené na monitorovaných lokalitách v letech 2018–2019

6.1.4 Kontinuální měření obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě

Hodnoty **množství rozpuštěného kyslíku** (obr. 21) byly na lokalitě HČ1 v roce 2019 naměřeny v rozsahu 1.63–9.69 mg/l. Množství rozpuštěného kyslíku klesalo s postupující vegetační sezónou. Na lokalitě HČ2 byly v roce 2019 naměřeny hodnoty v rozsahu 3.59–13.12 mg/l.; nejvyšší hodnota byla zaznamenána na začátku srpna. Na lokalitě DZ0 bylo množství rozpuštěného kyslíku v obou letech poměrně stabilní. V roce 2018 se naměřené hodnoty pohybovaly v rozmezí 3.74–11.12 mg/l. V roce 2019 se hodnoty pohybovaly v rozmezí 0.46–11.84 mg/l, přičemž nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v květnu a červnu, nejnižší hodnota pak na začátku srpna. Následně hodnoty začaly opět stoupat. S postupem času a úbytkem fotosyntetizujících rostlin se množství rozpuštěného kyslíku začalo opět zvyšovat.



Obrázek 20 Hodnoty kyslíku naměřené na monitorovaných lokalitách v letech 2018–2019

6.1.5 Měření průhlednosti vody

Měření průhlednosti vody probíhalo na obou lokalitách kvůli mělkosti vody pouze narázově. V DZ0 dosahovala průhlednost vody při většině měření hodnot výšky vodního sloupce v měřeném bodě, a to okolo 50 cm. V HČ1 a HČ2 bylo měření prováděno pouhým pohledem a průhlednost byla vždy až na dno.

6.2 Chemické analýzy vody

Chemické analýzy vody (tab. 3 a 4) byly provedeny v akreditované laboratoři Povodí Labe, s. p. Hodnoty **konduktivity** na lokalitě HČ1 i HČ2 dosahovaly neobvykle vysokých hodnot. Tento trend byl zaznamenán i při pravidelných návštěvách (obr. 20). Podle očekávání byly hodnoty konduktivity v DZ2 a DZ3 nižší než v DZ0, která je napojená na Bohdanečský rybník, kde probíhá rybniční hospodaření.

Hodnoty **pH** byly v HČ1 i HČ2 vyšší než 7, což odpovídá vápenitému podloží (viz kapitola 4.2). I výsledky vlastního monitoringu potvrdily výstup této analýzy. HČ2 je zásaditější než HČ1. Monitorované plochy DZ2 a DZ3 byly naopak kyselější, ale voda přímo v DZ0 měla pH v době analýzy 8.6.

Hodnoty **chemické spotřeby kyslíku** (CHSK) poukazují na největší míru organického znečištění na monitorované ploše DZ2. Analýzy ukazují větší míru organického znečištění na mikrolokalitě HČ2 než na HČ1. Nejméně organicky znečištěná je podle analýz DZ0.

Jak **duřitany** (NO₂), tak **duřičnany** (NO₃) byly na všech lokalitách naměřeny ve velmi malém množství. Největší množství **amonných iontů** (NH₄) bylo naměřeno v HČ1, u které se díky jejímu umístění očekávala největší čistota. **Celkový duřík** (N-celk.) byl také nejvyšší v HČ1.

Výrazně vyšší obsah **vápníku** (Ca) byl zcela dle očekávání naměřen ve vodě z HČ1 a HČ2, a to přes 250 mg/l v obou případech. Voda na mikrolokalitách HČ1 a HČ2 byla velmi tvrdá (Σ iontů Mg+Ca >6 mmol/l). Voda na monitorovaných plochách DZ2 a DZ3 byla naopak velmi měkká (Σ iontů Mg+Ca <0.5 mmol/l). Voda v DZ0 byla měkká (Σ iontů Mg+Ca = 0.94 mmol/l).¹

Největší množství **draslíku** (K) bylo naměřeno v tůni HČ2 (29.2 mg/l). V centrální tůni HČ1 byla hodnota draslíku třetinová (10.1 mg/l). Z lokalit v NPR Bohdanečský rybník bylo nejvyšší množství draslíku zaznamenáno na monitorovací ploše DZ2.

Tabulka 3 Výsledky komplexní chemické analýzy vody (Povodí Labe, s. p.)

ukazatel	jednotka	HČ1 (9/19)	HČ2	DZ0	DZ2	DZ3
konduktivita 25	mS/m	1300	1350	301	186	192
pH		7.5	8.0	8.6	6.4	6.6
CHSK Mn	mg/l	35	41	11	85	32
CHSK Cr	mg/l	98	110	32	240	66
N-NO ₂	mg/l	0.015	0.019	0.011	0.028	0.014
N-NH ₄	mg/l	1.70	0.28	0.03	0.59	0.08
N-NO ₃	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
N celk.	mg/l	3.7	2.6	0.8	3.9	1.0
P-PO ₄	mg/l	0.01	0.58	0.01	0.09	0.02
Ca	mg/l	286.01	276.49	37.23	17.27	16.02
Mg	mg/l	15.79	15.59	6.24	2.76	3.24
K	mg/l	10.1	29.2	3.4	8.4	2.4

Kvůli dlouhodobě měřeným vyšším hodnotám konduktivity na mikrolokalitě HČ1 byla v listopadu 2019 provedena i druhá chemická analýza se zaměřením na zasolení vody, při které byly zkoumány i další parametry (tab. 4). Hodnota **pH** na HČ1 byla v druhé analýze nižší pouze o 0.01. Hodnota **kyselinové neutralizační kapacity** (KNK-4.5) byla naměřena 6.8 mmol/l, tedy zvýšená, indikující alkalinitu prostředí. **Celkový obsah solí** byl naměřen $\Sigma_{sol} = 1271.1$, v důsledku čehož voda z této mikrolokalitě spadá do kategorie *nebezpečná pro možnost nahromadění solí*

¹ referenční hodnoty dostupné na <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/vlastnosti-vody/tvrдост-vody/> [cit. 22.06.2020]

v půdě. Irigační koeficient (pro výpočet zásaditosti vody) je $K = 0.93$, což odpovídá špatné vodě, pro závlahu nevhodné. (ŠKARPA 2010).

Tabulka 4 Výsledky chemické analýzy zaměřené na zasolení vody (Povodí Labe, s. p.)

ukazatel	jednotka	HČ1 (11/19)
pH		7.4
KNK-4.5	mmol/l	6.8
ZNK-8.3	mmol/l	0.9
KNK-8.3	mmol/l	ne KNK, ZN
ZNK-4.5	mmol/l	ne KNK, ZN
HCO ₃	mg/l	415.0
CO ₃	mg/l	0
Cl	mg/l	61.9
SO ₄	mg/l	443.0
Ca	mg/l	323.0
Mg	mg/l	17.8
Na	mg/l	10.4

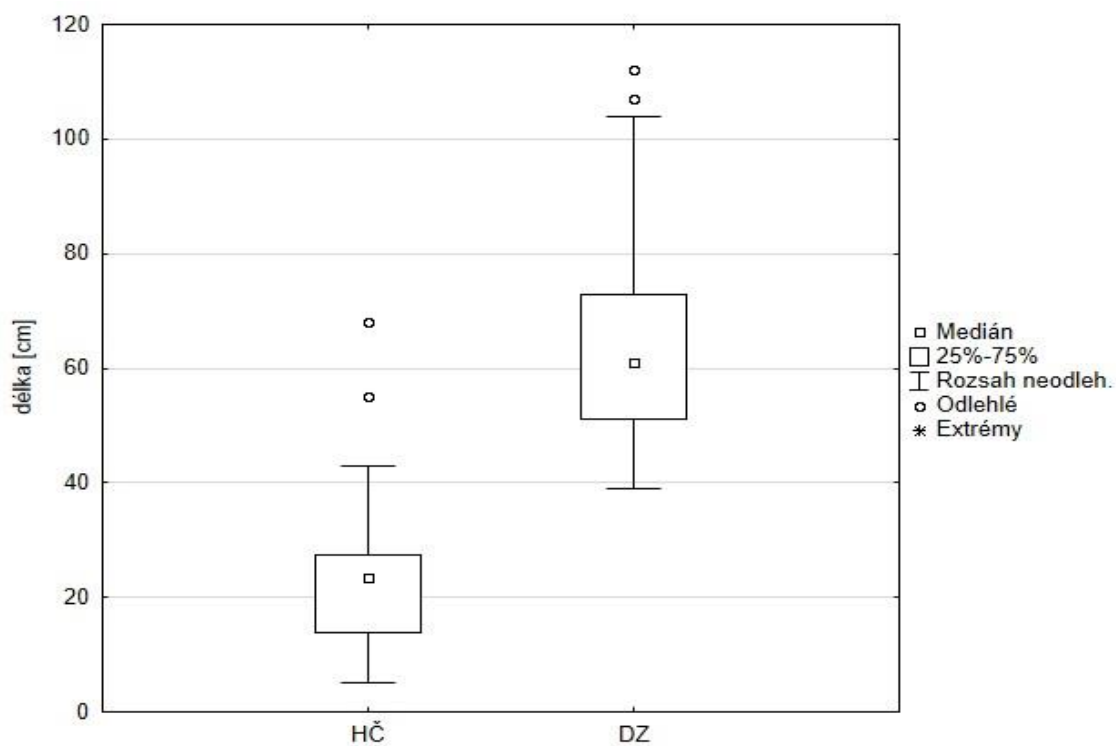
6.3 Monitoring populací

6.3.1 Morfometrická měření

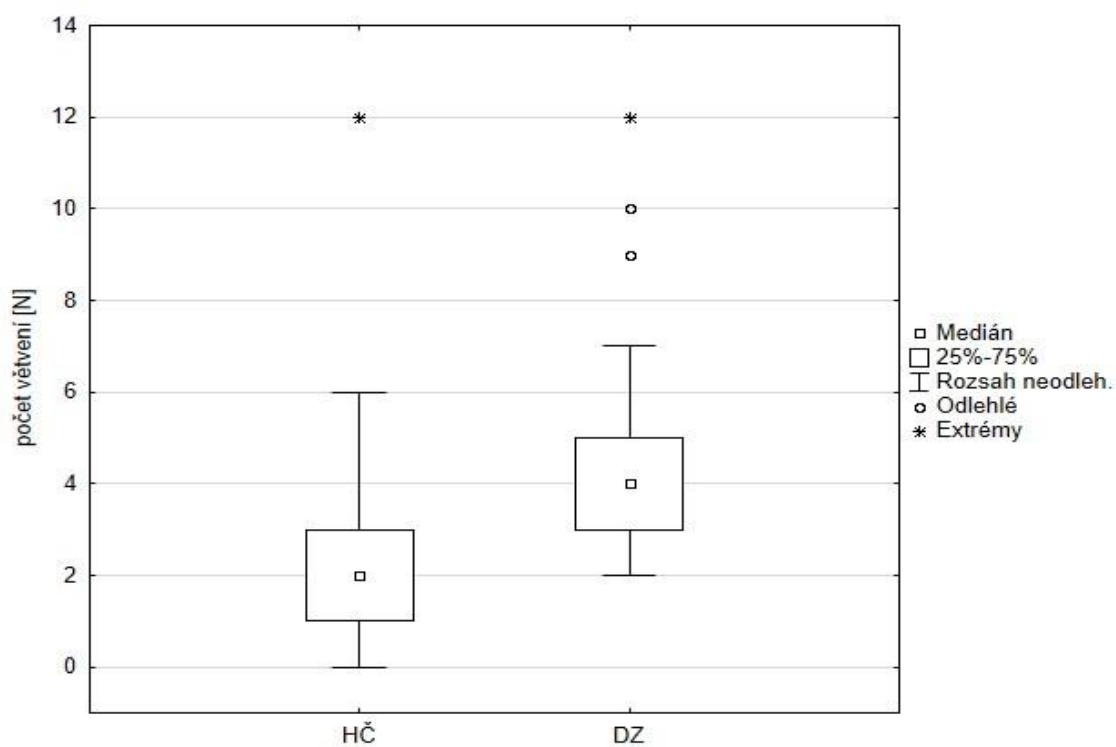
Utricularia vulgaris byla zaznamenána pouze jednorázově 4. září 2019, a to na mikrolokalitě HČ1. Celkem bylo v době návštěvy mikrolokality napočítáno přes 100 sterilních jedinců, na 60 z nich bylo provedeno morfometrické měření. Většinou se jednalo o drobné, špatně vyvinuté jedince. Délka se pohybovala v rozmezí 5–68 cm (medián 22.6 cm, obr. 21, HČ). Počet větvení na jednotlivých rostlinách se pohyboval v rozmezí 0–12 (medián 2.2, obr. 22 HČ).

Záznamy pro *Utricularia australis* z lokality NPR Bohdanečský rybník (Dolanská zátoka) byly sbírány od června do srpna. Pro porovnání jsou použita pouze data ze dnů s největším výskytem, tedy 12. července 2019 z DZ1 a DZ3 a z 23. srpna 2019 z DZ, DZ2 a tří dalších jednorázově navštívených mikrolokalit (DZ4–DZ6). Celkem byla použita data čítající 33 měřených rostlin. Většinou se jednalo o dobře vyvinuté jedince. Délka měřených rostlin se pohybovala v rozmezí 39–112 cm (medián 62.9 cm, obr. 21 DZ). Počet větvení na jednotlivých rostlinách se pohyboval v rozmezí 2–12 (medián 4.7, obr. 22 DZ).

Nejdelší rostlina (112 cm) byla zaznamenána v DZ1. Nejkratší rostlina (39 cm) byla zaznamenána na ploše DZ5. Největší počet větvení byl napočítán na rostlině z DZ2 a DZ6 (12 větvení) a nejmenší počet větvení byl napočítán na rostlinách z DZ1, DZ3 a DZ5 (2 větvení). Absolutně nejdelší rostlina za sezónu byla zaznamenána na monitorovací ploše DZ1 26. června 2019. Tato rostlina měřila 132 cm a měla 17 větvení.

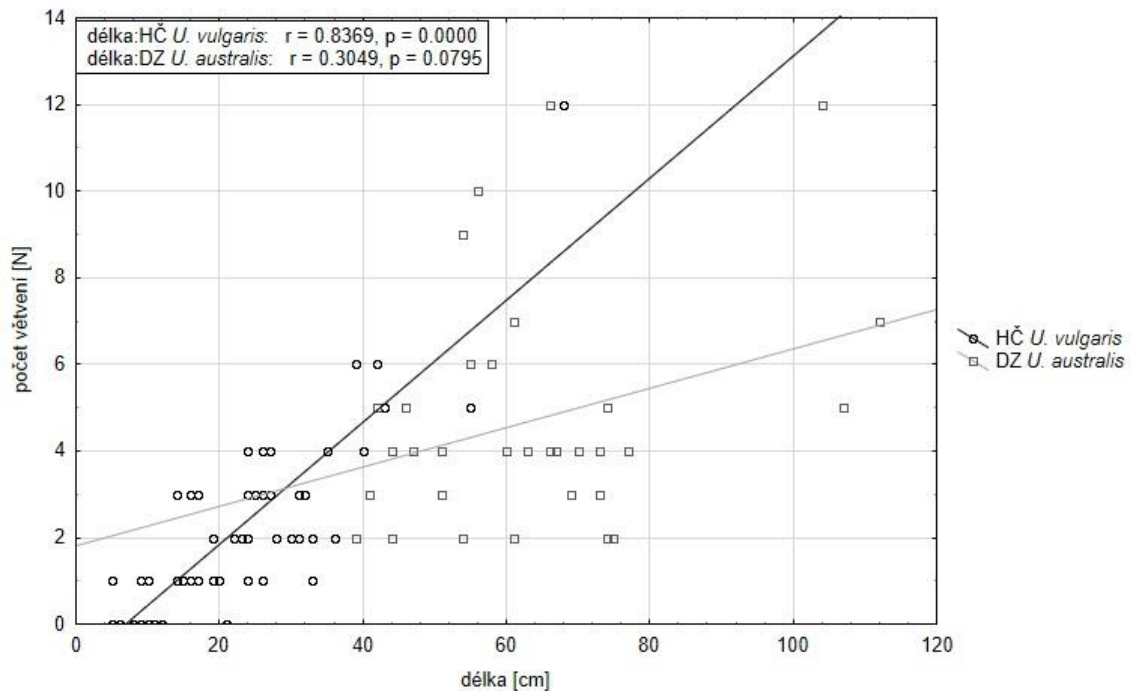


Obrázek 21 Srovnání délek rostlin z monitorovaných lokalit v roce 2019, *U. vulgaris* (HČ) a *U. australis* (DZ)



Obrázek 22 Srovnání počtu větvení rostlin z monitorovaných lokalit v roce 2019, *U. vulgaris* (HČ) a *U. australis* (DZ)

Z naměřených hodnot vyplývá, že *U. vulgaris* dosahuje menších délek i menšího počtu větvení než *U. australis*. Při zobrazení vztahu délky a větvení *U. vulgaris* lze pozorovat očekávatelný trend, že čím delší je rostlina, tím má víc větví. Délka *U. vulgaris* koreluje s počtem větvení silně pozitivně ($\rho=0.83$). Délka *U. australis* koreluje s počtem větvení slabě ($\rho=0.30$) viz obr. 23.





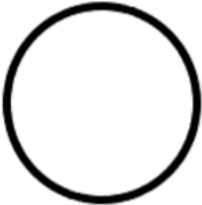

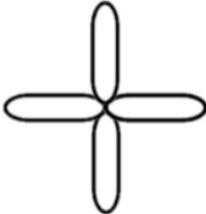

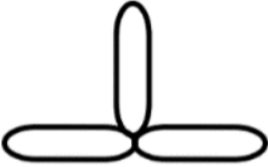



Obrázek 23 Korelace délky a počtu větvení *U. vulgaris* (HČ) a *U. australis* (DZ)

6.3.2 Fenologie

Na sledovaných plochách v NPR Bohdanečský rybník bylo v průběhu monitoringu zaznamenáno celkem 5 fenologických fází (tab. 5), a to zelený list (mladá rostlina), poupě, květ, odkvět a plod. Fenologické fáze byly zaznamenávány pro monitorované plochy DZ1 a DZ3, na kterých bylo možné pozorovat fertlní jedince.

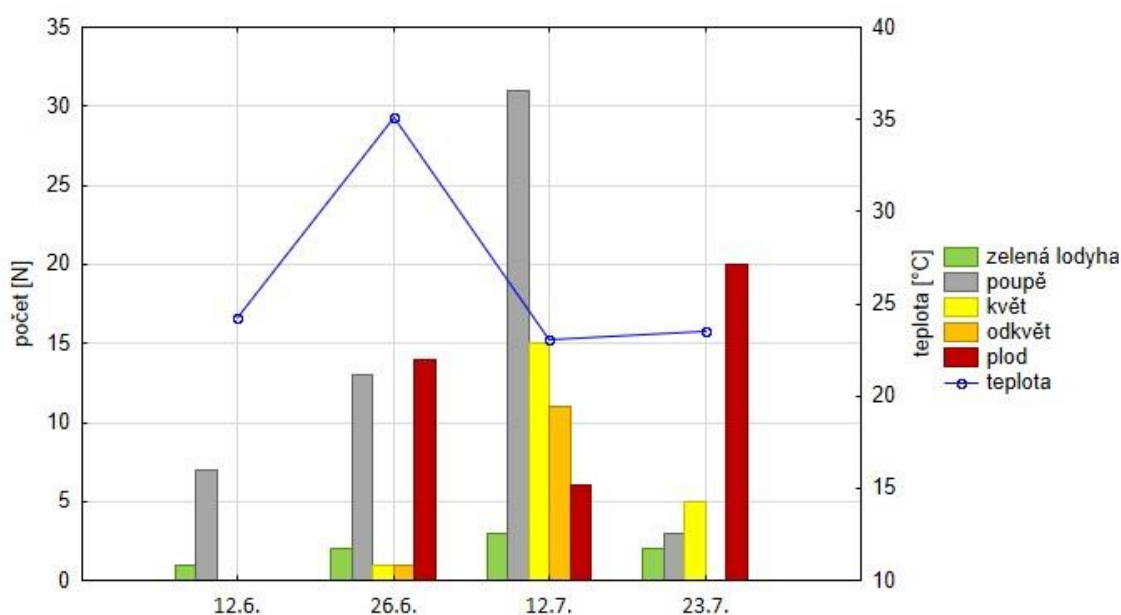
Nástup jednotlivých fenologických fází nastal na monitorovací ploše DZ3 (obr. 27) o 2 týdny později než na monitorovací ploše DZ1 (obr. 24). Na obou plochách byla pozorovatelná některá z fenologických fází během 4 po sobě následujících návštěv, respektive po dobu 5 týdnů. Na obou plochách bylo pozorováno největší množství fenologických fází 12.07.2019, což odpovídá první polovině doby kvetení *U. australis* (SLAVÍK 2000) a zároveň byla na obou plochách naměřena nejnižší teplota (23.1 °C DZ1; 17.6 °C DZ3).

Tabulka 5 Značky a fotografie fenologických fází (*U. australis*) (značky: KUBÍKOVÁ 1971)

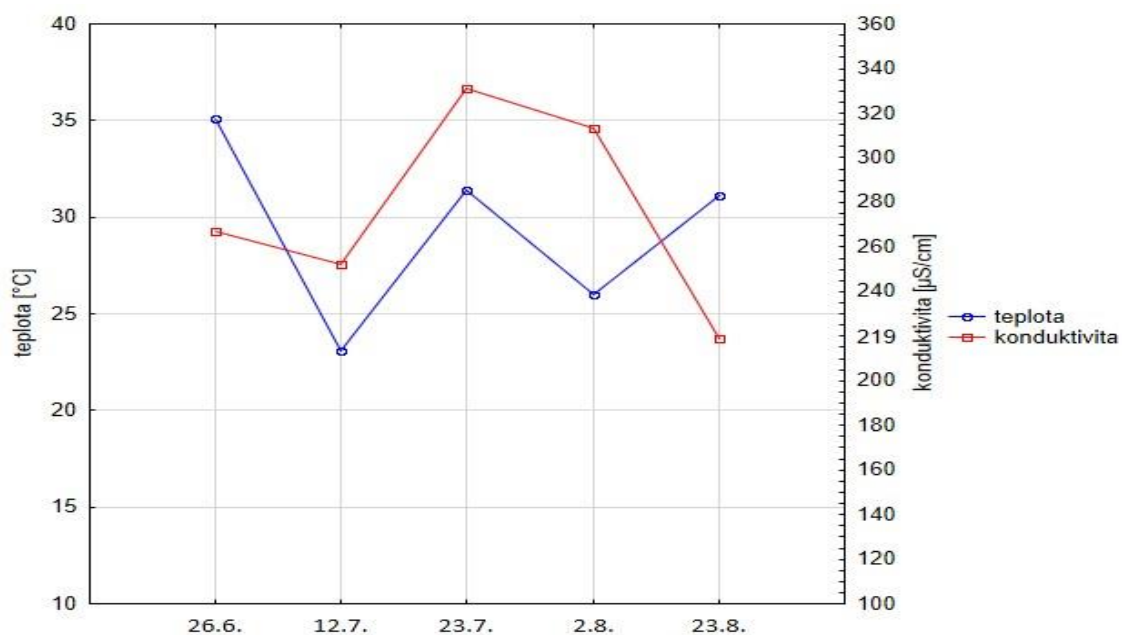
název	grafická značka	fotografie
zelený list		
poupě		
květ		
odkvět		
plod		

V DZ1 i v DZ3 se při posledním záznamu vyskytovaly jak květy, tak poupata. Ovšem při následující návštěvě, která proběhla ve standardním intervalu, už bylo možné pozorovat pouze sterilní jedince tvořící turiony, nikoliv fázi odkvětu nebo plodu.

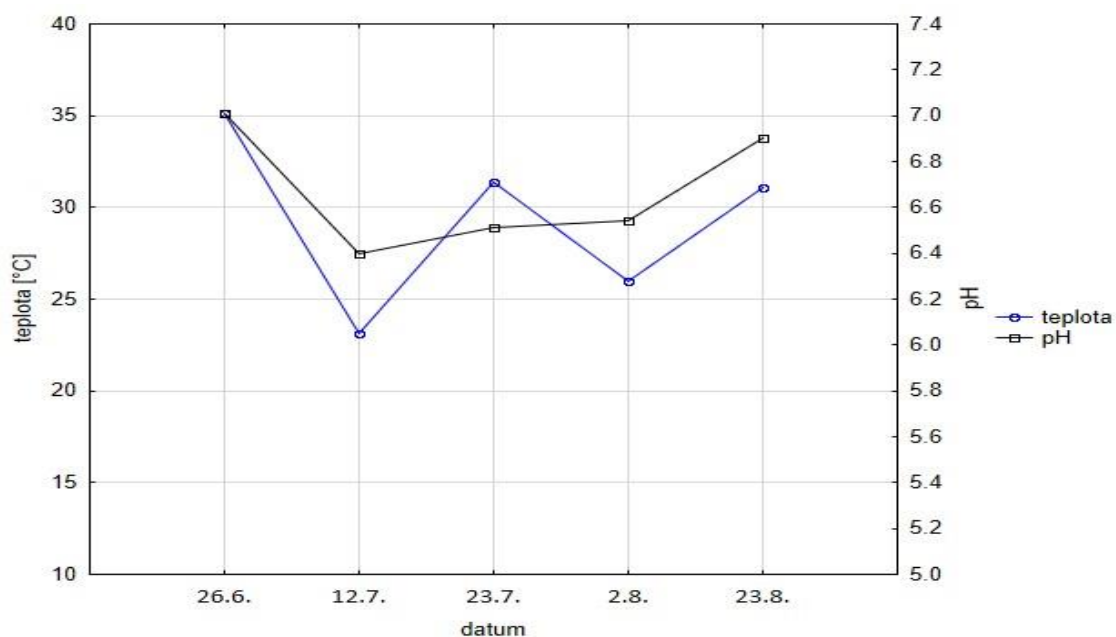
DZ1 se prokázala jako nejperspektivnější z hlediska množství kvetoucích jedinců. Nejvíce bylo napočítáno 12 kvetoucích jedinců (17 lodyh, průměrná výška 7.4 cm) na vymezené monitorovací ploše a 3 další mimo monitorovací plochu. Tato plocha nedisponovala stabilní výškou vodního sloupce, ale jednalo se spíše o zavodněný organický sediment s mocností 20–30 cm. Kvůli tomu byla naměřena průměrná teplota 29.3 °C a rostliny tak musely odolávat vysokým teplotám. Na konci srpna 2019 došlo k úplnému vyschnutí této monitorovací plochy. Na DZ1 bylo možné pozorovat všechny fenologické fáze najednou. Vývoj hodnot elektrické vodivosti (obr. 25) z počátku sezóny odpovídal změnám teploty (od června do července došlo k poklesu hodnot, v polovině července k nárůstu a ke konci července opět k poklesu). Od konce července klesala bez ohledu na změny teploty. Změny hodnot pH odpovídaly změnám teploty – od června do července došlo k poklesu hodnot, v polovině července došlo k nárůstu, ke konci července k opětovnému poklesu a v srpnu k nárůstu (obr. 26). Hodnoty kyslíku rozpuštěného ve vodě se pohybovaly v rozmezí 0.33–2.62 mg/l.



Obrázek 24 Přehled pozorovaných fenologických fází, rok 2019, monitorovací plocha DZ1

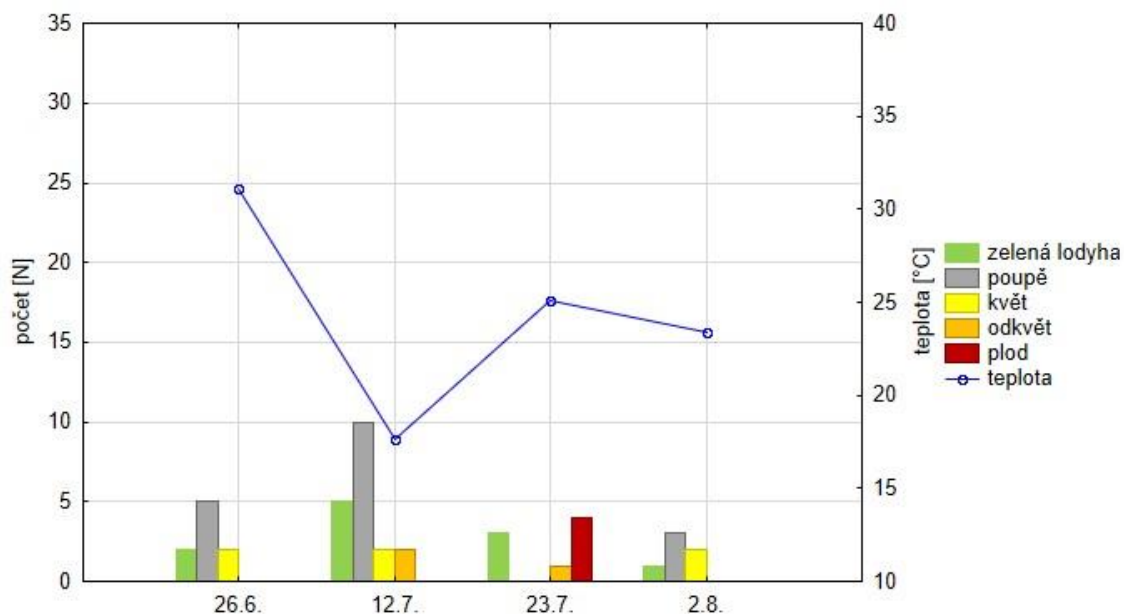


Obrázek 25 Vývoj teploty a elektrické vodivosti, rok 2019, monitorovací plocha DZ1

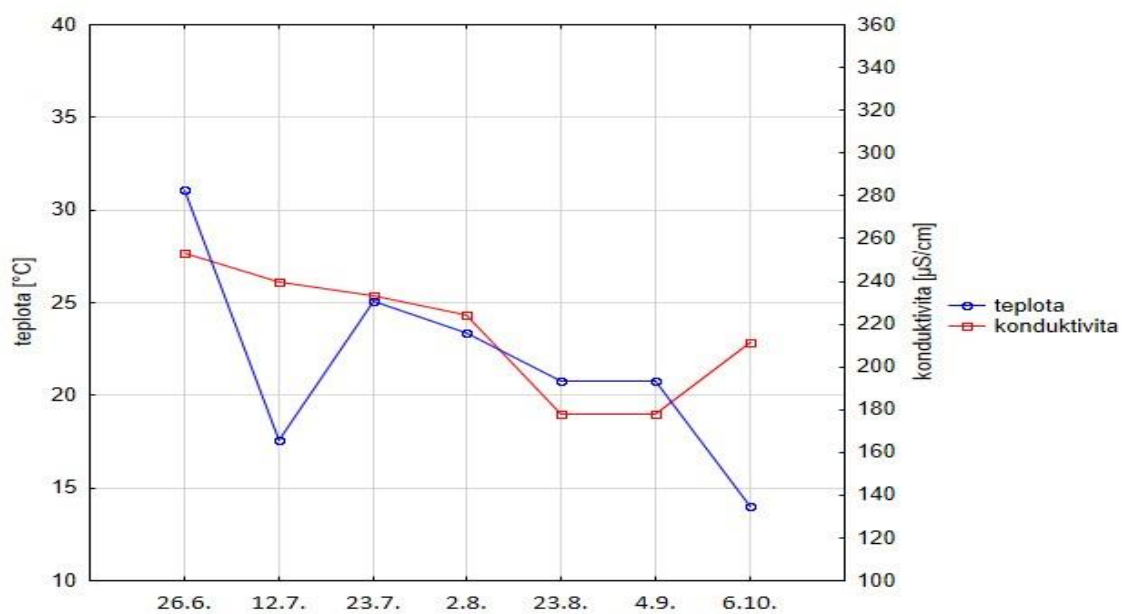


Obrázek 26 Vývoj teploty a pH, rok 2019, monitorovací plocha DZ1

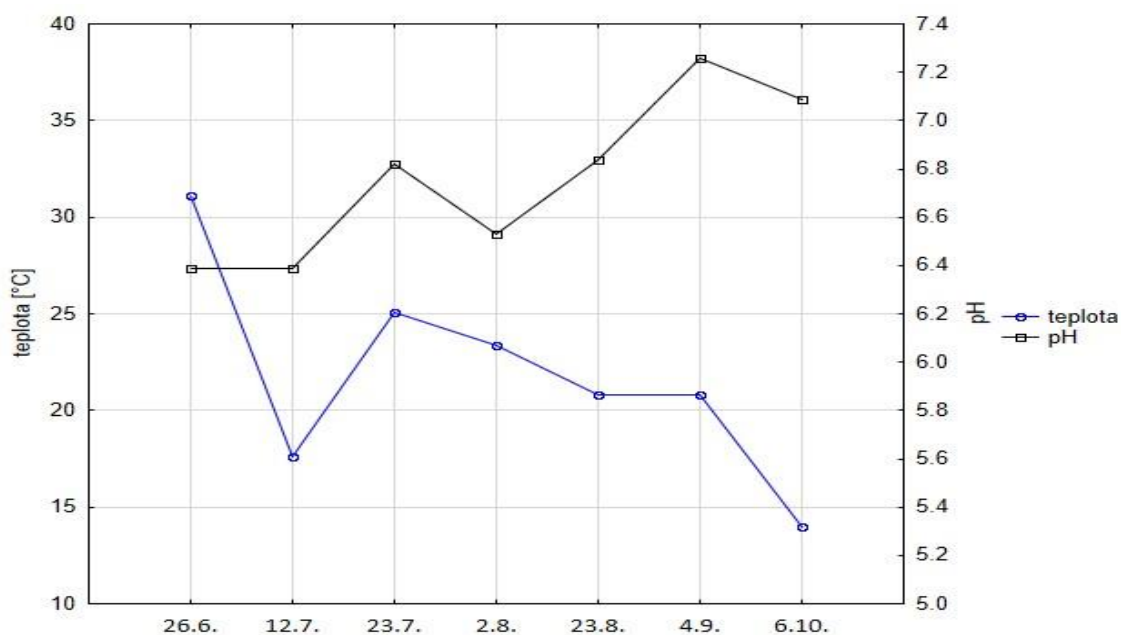
Na ploše DZ3 byli zaznamenáni jak sterilní, tak kvetoucí jedinci. Největší počet kvetoucích rostlin byl zaznamenán v polovině července. Celkem byli napočítáni 4 kvetoucí jedinci (5 lodyh, průměrná výška 8.2 cm). Dle předpokladu zůstala tato monitorovací plocha zavodněná po celou sezónu, ale od srpna již nebyly pozorovány kvetoucí rostliny, pouze sterilní jedinci. Na této lokalitě nebylo možné pozorovat všechny fenologické fáze najednou. Nejčastěji byly zaznamenány fáze zelený list, poupě a květ. Vývoj hodnot elektrické vodivosti (obr. 28) a pH odpovídal změnám teplot (obr. 29). Množství rozpuštěného kyslíku ve vodě se na konci sezóny začalo zvyšovat s nižší teplotou (obr. 30).



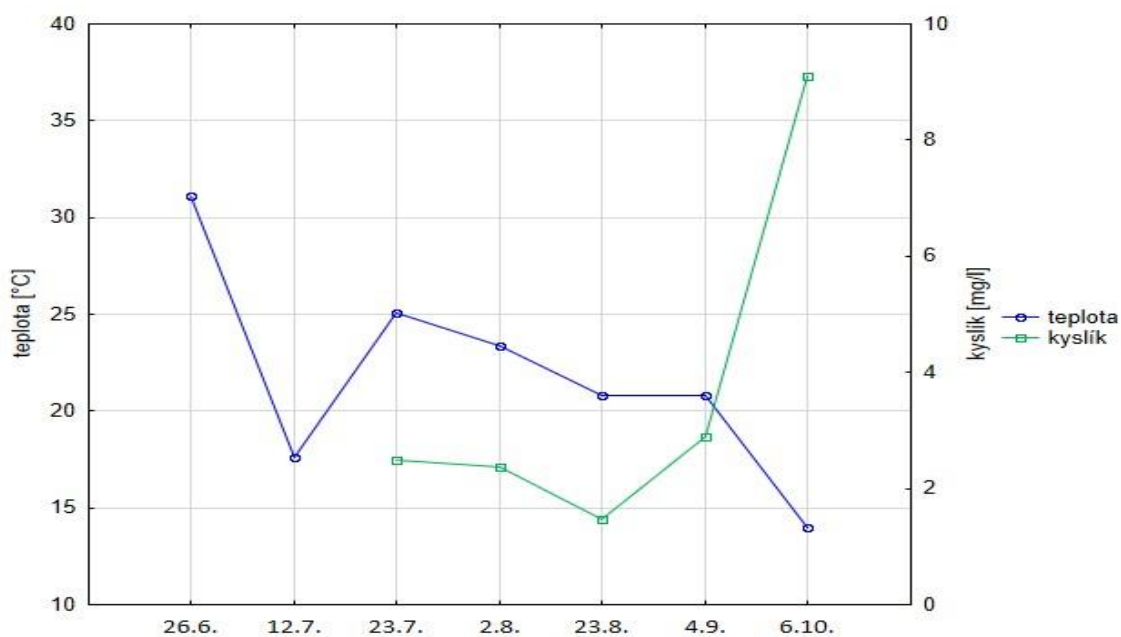
Obrázek 27 Přehled pozorovaných fenologických fází, rok 2019, monitorovací plocha DZ3



Obrázek 28 Vývoj teploty a elektrické vodivosti, rok 2019, monitorovací plocha DZ3

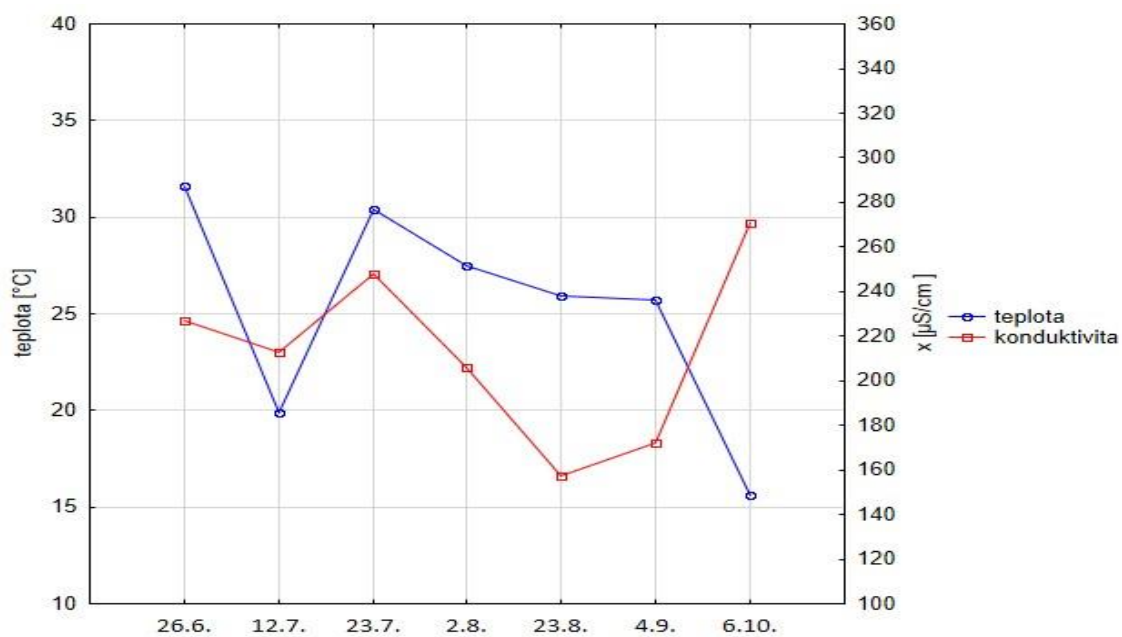


Obrázek 29 Vývoj teploty a pH, rok 2019, monitorovací plocha DZ3

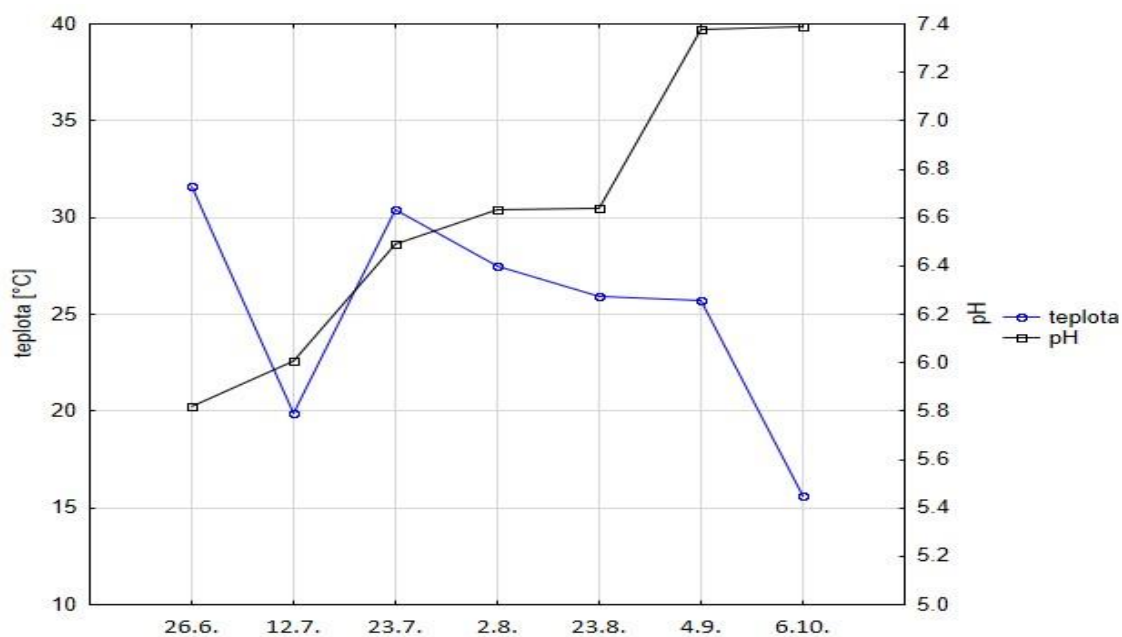


Obrázek 30 Vývoj teploty a množství rozpuštěného kyslíku, rok 2019, monitorovací plocha DZ3

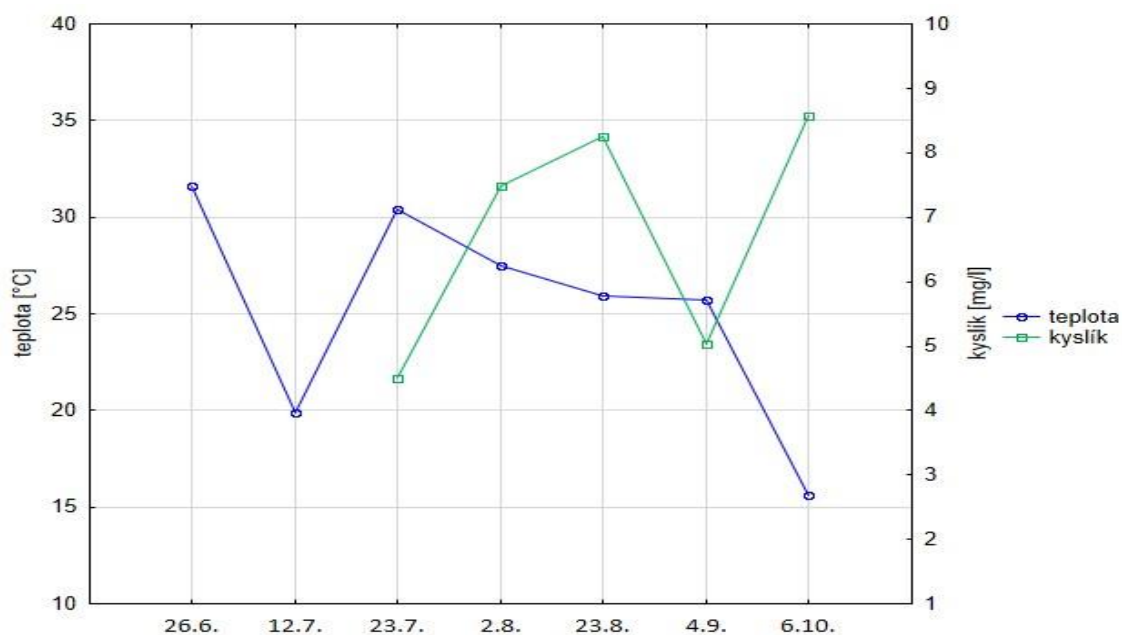
DZ2 se při volbě monitorovacích ploch zdála perspektivní hlavně díky výskytu velkého množství sterilních jedinců. Ovšem během vegetační sezóny se nepodařilo zaznamenat ani jednoho kvetoucího jedince. Monitorovací plocha zůstala zavodněná po celou dobu, i když na konci sezóny se pravděpodobně jednalo spíše o svrchní vodu pocházející z dešťových srážek. Vývoj hodnot elektrické vodivosti v začátku sezóny odpovídal vývoji teploty, ale od srpna začala hodnota stoupat, zatímco teplota klesala (obr. 31). Hodnota pH po celou dobu sezóny stoupala, bez ohledu na změny teploty (obr. 32). Množství rozpuštěného kyslíku ve vodě rostlo s klesající teplotou (obr. 33).



Obrázek 31 Vývoj teploty a elektrické vodivosti, rok 2019, monitorovací plocha DZ2



Obrázek 32 Vývoj teploty a pH, rok 2019, monitorovací plocha DZ2



Obrázek 33 Vývoj teploty a množství rozpuštěného kyslíku, rok 2019, monitorovací plocha DZ2

6.4 Společenstva

6.4.1 Společenstva s *Utricularia vulgaris*

Ve vegetační sezóně 2019 bylo možné pozorovat společenstva s *Utricularia vulgaris* pouze na mikrolokalitě HČ1. Na všech fytoocenologických snímcích se *U. vulgaris* vyskytovala společně s károvkou hrotitou (*Calliergonella cuspidata*), okřehku menšího (*Lemna minor*), o. trojbrázdého (*L. trisulca*), rákosu obecného (*Phragmites australis*), ve dvou snímcích doplněných o mátu vodní (*Mentha aquatica*) a psineček psí (*Agrostis canina*). Zaznamenané fytoocenologické snímky lze přiřadit k asociaci *Lemno-Utricularietum* (Vegetace mělkých vod s bublinatkou obecnou) přecházející v kontaktní vegetaci eutrofních rákosin *Phragmitetum australis* Savič 1926. Vzhledem k pokryvnosti *U. vulgaris* (+, 1) a *P. australis* (+, 2m, 2a) nelze jednoznačně vylišit žádnou z výše uvedených asociací, viz snímky 1–5 (přílohy 12 a 13). Průměrná bohatost fytoocenologického snímku byla 5.4 druhu na snímek, průměrná celková pokryvnost snímku byla 20 %.

6.4.2 Společenstva s *Utricularia australis*

Ve vegetační sezóně 2019 bylo možné pozorovat společenstva s *Utricularia australis* na monitorovacích plochách DZ1–6. Na většině fytoocenologických snímků se *U. australis* vykytovala ve společnosti ostřice vyvýšené (*Carex elata*), rákosu obecného (*Phragmites australis*), sítiny rozkladité (*Juncus effusus*), zevaru vzpřímeného (*Sparganium erectum*), žabníku jitrocelového (*Alisma plantago-aquatica*). Některé snímky byly doplněny kypřejem vrbicí (*Lythrum salicaria*), okřehkem malým (*Lemna minor*), smldníkem bahenním (*Peucedanum palustre*), vrbovkou bahenní (*Epilobium palustre*), žabratkou bahenní (*Hottonia palustris*).

Zaznamenané fytoocenologické snímky lze přiřadit k asociaci *Utricularietum australis* (Vegetace mělkých vod s bublinatkou jižní) s přechodem k eutrofním rákosinám (snímek č. 6, přílohy 12 a 13), eutrofní vegetaci bahnitých substrátů s dominantním žabníkem jitrocelovým a porostům vysokých ostřic (*C. acuta*, *C. elata*, *C. vesicaria*), viz snímky 7–11 (přílohy 12 a 13). Průměrná bohatost fytoocenologického snímku byla 15.5 druhu na snímek, průměrná celková pokryvnost snímku byla 70 %.

6.5 Laboratorní experimenty

6.5.1 Klíčení semen

Z celkového množství 1000 semen uložených na substrát vyklíčilo 16 (tj. 1.6 %; viz tab. 6). Lepší klíčivost byla zaznamenána u semen mladších, sebraných v roce 2018. V této variantě vyklíčilo celkem 13 (81.25 %) semen. Semena z roku 2017 vyklíčila pouze 3 (18.75 %).

První semena jak z roku 2017, tak z roku 2018 začala klíčit měsíc po založení testů. Semena vyplavala u obou kontrolních variant (2017 a 2018) a ve všech variantách semen uložených nasucho po stratifikaci jak teplem, tak chladem. Semena z let 2017 i 2018 uložená v mokru vyplavala ve 3 sadách po stratifikaci teplem a pouze v 1 sadě po stratifikaci chladem.

Semena byla uložena ve dvou variantách – suchá a mokrá. Lépe klíčila semena uložená nasucho; z celkového počtu 16 vyklíčených semen jich 6 (37.5 %) bylo právě z této varianty uložení. Úspěšněji semena klíčila po stratifikaci chladem. Celkem jich po této stratifikaci vyklíčilo 5 (31.3 %, viz tab. 6).

Navzdory snaze zamezit kontaminaci a znehodnocení vzorků se voda v mnoha miskách pokryla filmem. V několika miskách vyrostla plíseň štětičkovec (*Penicillium sp.*).

Vyklíčené rostliny byly ve většině případech drobné a křehké. Výjimku představovala rostlina z kombinace stáří semen 2018 – chladová stratifikace – varianta mokrá. Za srovnatelný časový úsek klíčení byla masivní, dobře vyvinutá, s krátkými internodii a dobře vyvinutými pastmi.

Tabulka 6 Výsledky testů klíčivosti semen *U. vulgaris* na sedimentu

rok sběru semen	způsob ošetření před testem	varianta skladování	počet vyklíčených semen	% z vyklíčených semen
2017	kontrola		1	6.25
	teplo	suchá	1	6.25
		mokrá	0	0.00
	chlad	suchá	1	6.25
		mokrá	0	0.00
2018	kontrola		6	37.5
	teplo	suchá	1	6.25
		mokrá	2	12.50
	chlad	suchá	3	18.75
		mokrá	1	6.25
celková klíčivost (2017/2018)	kontrola		7	43.75
	teplo		4	25.00
	chlad		5	31.25

6.5.2 Klíčení turionů

Během laboratorních pokusů zaměřených na klíčení turionů byla pozorována schopnost turionů *U. australis* a *U. vulgaris* klíčit po uchování ve dvou variantách – nasucho a zavodněných. Z celkového množství 52 turionů *U. australis* jich vyklíčilo 8 (32 %). Z celkového množství 34 turionů *U. vulgaris* jich vyklíčilo 18 (53 %). Z turionů uložených nasucho nevyklíčil žádný ani v jedné variantě. Klíčivost byla tedy pozorovatelná pouze u zavodněných turionů.

Tabulka 7 Výsledky testů klíčivosti turionů *U. vulgaris* a *U. australis*

druh	varianta	výchozí počet	klíčící 11.05.	klíčící 21.05.	klíčící 03.06.	klíčící 08.06.	% vyklíčených turionů
<i>U. australis</i>	suchá	34	0	0	0	0	0.0
	mokrá	18	1	3	5	8	44.4
<i>U. vulgaris</i>	suchá	16	0	0	0	0	0.0
	mokrá	18	18	18	18	18	100.0

7 Diskuze

KAPLAN et al. (2017) uvádí, že od roku 2000 bylo zaznamenáno jen pět větších populací *Utricularia vulgaris*, z nichž pouze dvě lze hodnotit jako perspektivní pro budoucí vývoj druhu. Z důvodu úbytku velkého množství původních stanovišť je vedena v Červeném seznamu cévnatých rostlin (GRULICH et CHOBOT 2017) a chráněna podle Vyhlášky MŽP ČR č. 395/1992 Sb. Naproti tomu výskyt *U. australis*, druhu nejbližze příbuzného a velmi podobného *U. vulgaris*, je stále poměrně běžný (KAPLAN et al. 2017). I přesto existují obavy o jeho budoucnost; jeho ochrana zasluhuje větší pozornost a předpokládá se postupné snižování jeho populací (GRULICH et CHOBOT 2017). Největší riziko pro výskyt obou druhů představuje postupná degradace stanovišť, eutrofizace, zazemňování nádrží a změny v množství dostupné vody (ŠUMBEROVÁ 2011). *U. australis* je běžnější a méně ohrožená díky širší ekologické valenci, než jakou má druh *U. vulgaris* (SLAVÍK 2000).

V rámci této diplomové práce probíhaly pravidelné návštěvy a dvouletý monitoring několika vybraných mikrolokalit na území dvou historických lokalit vzácnějšího druhu *U. vulgaris* – NPP Hrabanovská černava (nálezy viz FORMANOVÁ 2014; HOLZBAUEROVÁ 2015; GUTZEROVÁ 2016) a NPR Bohdanečský rybník (zejména Dolanská zátoka, nálezy viz FALTYSOVÁ 2014; HADINEC et LUSTYK 2016; GUTZEROVÁ 2016). Monitorovány byly stanovištní poměry, morfometrické údaje, fenologické fáze i společenstva obou sledovaných druhů. Testována byla též klíčivost semen a turionů. Následující kapitoly diskutují sledování jmenovaných aspektů.

Populace *U. vulgaris* v NPP Hrabanovská černava je považována za dlouhodobě perspektivní (KAPLAN et al. 2017). V průběhu monitoringu (vegetační sezóny 2018 a 2019) se v tůni na mikrolokalitě HČ1 podařilo zaznamenat jednice druhu *U. vulgaris* pouze jednou. Na mikrolokalitě HČ2 nebyl zaznamenán žádný jedinec, a to i navzdory tomu, že v předchozích letech zde výskyt *U. vulgaris* zaznamenán byl (KAPLAN et al. 2017) a že ve vegetační sezóně 2018 byla tato tůň mnohem vlhčí než mikrolokalita HČ1, a tedy byl výskyt *U. vulgaris* očekáván i zde. Populace *U. vulgaris* na lokalitě NPR Bohdanečský rybník byla znovu zaznamenána v roce 2014, tedy po revitalizaci dané lokality (PRAUSOVÁ et al. 2015). V průběhu monitoringu se však výskyt *U. vulgaris* nepodařilo potvrdit na žádné ze sledovaných mikrolokalit. Výskyt *U. australis* byl potvrzen v tůňkách a rákosinách v okolí Dolanské zátoky.²

² V srpnu 2018 byla navštívena také lokalita Tůně a mokřady Josefův u Benátské Vrutice, která je v blízkosti NPP Hrabanovská černava a měla roku 2004 potvrzený nález *U. vulgaris* (RYDLO 2005). Bohužel ani tento nález se nepodařilo ve vegetační sezóně 2019 potvrdit.

7.1 Srovnání lokalit z hlediska stanovištních poměrů

Měření probíhala v letech 2018, 2019 (pro teploty ještě začátkem roku 2020). Sledovány byly hodnoty teploty, elektrické vodivosti, pH a množství rozpuštěného kyslíku ve vodě. Dále byly provedeny chemické analýzy odebraných vzorků vody. Následující část srovnává naměřené parametry z obou sledovaných lokalit.

V obou letech byly průměrné **teploty** na lokalitě HČ i DZ srovnatelné. Celkově byl rok 2018 pro obě lokality teplejší než rok 2019. Z obou pozorovaných lokalit lze HČ charakterizovat jako teplotně stabilnější, protože ve většině případů se průměrné (ale i maximální a minimální) měsíční teploty pohybují v menším rozmezí než teploty naměřených na lokalitě DZ. V listopadu a prosinci roku 2019 na lokalitě DZ byly naměřeny relativně vysoké maximální denní teploty (viz kapitola 6.1.1). Mohlo to být zapříčiněno dočasným obnažením dataloggeru v souvislosti částečným vypuštěním rybníka. V porovnání s průměrnou teplotou vzduchu v listopadu a v prosinci v Pardubickém kraji byly průměry denních teplot naměřené ve stejném období na lokalitě DZ o 2 °C vyšší (ČHMÚ 2020a).

Hodnoty teplotního optima pro růst *U. vulgaris*, tzn. 15 °C (KOSHIBA 1992b), byly na obou lokalitách naměřeny pouze v měsících duben a říjen. Pro přezimování turionů uvádí KOSHIBA (1992b) jako nejvhodnější podmínky 3–7 °C po dobu 4–5 měsíců. Díky podobnosti obou druhů lze předpokládat stejně vhodné podmínky i pro přezimování turionů *U. australis*. V době vegetačního klidu byly tyto podmínky zaznamenány na obou zkoumaných lokalitách; lze tedy předpokládat úspěšné přezimování turionů obou druhů.

Hodnoty **elektrické vodivosti** byly v DZ0 relativně stabilní, naproti tomu na obou mikrolokalitách NPP Hrabanovská černava (HČ1 a HČ2) se při srovnání let 2018 a 2019 více než zdvojnásobily, takže dosahovaly hodnot přes 1600 µS/cm. Díky syčení minerálně bohatou vodou je pro tuto lokalitu vyšší hodnota elektrické vodivosti běžná (HUSÁKOVÁ, PIVNIČKOVÁ et CHRTEK 1988). Ale i při běžném vodním režimu lze očekávat hodnoty nižší, než byly naměřeny, což dokazují měření uskutečněná v minulých letech. STRAKOŠOVÁ (2010) věnující se výskytu pijavky lékařské (*Hirudo medicinalis*) uvádí průměrnou hodnotu elektrické vodivosti čtyř lokalit *H. medicinalis* v České republice (roky sledování 2005–2009) 717 µS/cm. HČ byla právě jednou z monitorovaných lokalit. ADAMEC (ústní sdělení) v roce 2013 naměřil hodnoty elektrické vodivosti v rozsahu 500–800 µS/cm.

Jedním z faktorů skokového výšení hodnot elektrické vodivosti na lokalitě HČ v roce 2019 by mohl být nižší úhrn srážek na území Středočeského kraje roce 2018 (o 160 mm méně, než je dlouhodobý srážkový normál z let 1981–2010; ČHMÚ 2020b), což mohlo vést k mineralizaci organického sedimentu a následnému uvolnění iontů do vody. Zvýšené hodnoty elektrické vodivosti by neměly představovat limitní faktor pro přežití *U. vulgaris*, neboť ve střední Evropě může přežívat i v brakických vodách (KOSHIBA 1992a).

Hodnoty **pH** na lokalitě DZ0 se během obou vegetačních sezón se pohybovaly v relativně velkém rozmezí (6.53–9.73). Na mikrolokalitách HČ1 a HČ2 byly hodnoty pH naopak stabilní – i když celkově spíše zásadité; vzhledem k tamějšímu vápencovému podloží (HUSÁKOVÁ, PIVNIČKOVÁ, CHRTEK 1988) se jedná o očekávatelný výsledek. Jak *U. vulgaris*, tak *U. australis* jsou schopné tolerovat velké rozsahy hodnot pH (KOSHIBA 2004; CESCHIN et al. 2020), ovšem KOSHIBA (1992a) dokládá, že *U. vulgaris* dorůstá při vyšším pH do menší délky.

Vývoj hodnot **množství rozpuštěného kyslíku** byl v roce 2019 na všech mikrolokalitách v HČ i v DZ dynamický. Hodnoty největšího rozsahu byly naměřeny na mikrolokalitě HČ2 (3.59–13.12 mg/l), což mohlo být mj. zapříčiněno velkým množstvím submerzních makrofyt vyskytujících se ve vodě a provozujících aktivní fotosyntézu. Na lokalitách v DZ a HČ byl trend ve vývoji množství kyslíku zcela opačný. Zatímco v DZ1–DZ3 množství rozpuštěného kyslíku s průběhem sezóny stoupalo, na HČ1 a HČ2 klesalo. Tento kontrast pravděpodobně vznikl vlivem odlišnosti obou lokalit. Mikrolokality v HČ byly více zazemněné a vyšší mocnost organického sedimentu se podílela na vytvoření anaerobnějšího prostředí, zatímco monitorovací plochy v DZ byly většinou odbahněné a byly na nich přítomny fotosyntetizující rostliny.

Chemické analýzy provedené v akreditované laboratoři Povodí Labe, s. p., potvrdily vlastní naměřená pozorování vyšší elektrické vodivosti v HČ1 a HČ2. Hodnoty CHSK byly nejvyšší v DZ2, která byla nejmělkčí a poblíž které se běžně pohybovala zvěř způsobující potenciálně největší míru organického znečištění. V HČ2 byla naměřena vyšší CHSK než v HČ1; důvodem by mohl být intenzivnější rozklad organických zbytků. Poměrně vysoké množství NH_4 bylo naměřeno v HČ1, v kombinaci s hodnotami CHSK však nelze jednoznačně potvrdit fekální znečištění. Tato lokalita měla také vyšší hodnoty celkového rozpuštěného dusíku. S ohledem na lokalizaci území v blízkosti obhospodařované zemědělské půdy lze předpokládat kontinuální eutrofizaci lokality. Na mikrolokalitě HČ2, která je zeleninovým polím nejbližší, bylo naměřeno nejvyšší množství draslíku (29.2 mg/l). Hodnoty vápníku a hořčíku potvrdily tvrdou vodu na mikrolokalitách v NPP Hrabanovská černava a měkkou vodu (viz kapitola 6.2) na lokalitách v NPR Bohdanečský rybník.

Analýza pro mikrolokalitu HČ2 zaměřená na zasolení poukázala na zvýšenou hodnotu KNK, což odpovídá zásaditější vodě a prostředí vhodnému pro růst kalcifilních rostlin. Vyšší obsah rozpuštěného vápníku a hořčíku byl naměřen už v obecné analýze. Voda z této mikrolokality je kvůli vysokému obsahu rozpuštěných solí je z hlediska vlivu na zemědělskou půdu *nebezpečná pro možnost nahromadění solí v půdě*.

7.2 Srovnání druhů z hlediska morfometrických údajů

Morfometrické údaje pro *U. vulgaris* pocházela z jednorázového monitoringu HČ1 v září 2019. Rostliny byly drobné, špatně vyvinuté; medián délky byl 22.6 cm. Údaje pro *U. australis* pocházely ze dnů s největším výskytem daného druhu na monitorovacích plochách DZ1–DZ6. Rostliny byly většinou statné, dobře vyvinuté s četnými pastmi; medián délky byl 62.9 cm. SLAVÍK (2000) udává, že *U. vulgaris* by měla dosahovat větších rozměrů (až 2.5 m) než *U. australis* (až 1.5 m), zatímco TAYLOR (1989) oba dva druhy shodně popisuje jako středně velké až velké. Morfometrická měření provedená v rámci této diplomové práce ukazují na opačný trend, nicméně délka *U. vulgaris* byla pravděpodobně ovlivněna nepříznivými podmínkami pro růst, které negativně ovlivnily celkový průběh životního cyklu během vegetační sezóny. Na rostlinách *U. australis* bylo pozorováno více větvení než na rostlinách *U. vulgaris*, což se ale dalo předpokládat, protože rostliny obou druhů vykazují pozitivní korelace ve smyslu: čím delší rostlina, tím více větvení (viz obr. 23, kap. 6.3.1). Zatímco délka *U. australis* koreluje s počtem větvení slabě ($\rho = 0.30$; $p = 0.08$), délka *U. vulgaris* naopak koreluje s počtem větvení velmi silně ($\rho = 0.83$; $p = 0.0$).

7.3 Srovnání druhů z hlediska fenologie

U druhu *U. vulgaris* bylo možné pozorovat pouze fenologickou fázi mladá rostlina, a to až v pozdní části vegetační sezóny. Během monitoringu nebyla zaznamenána ani jedna fertillní rostlina, ovšem z předchozích záznamů o této lokalitě lze vyčíst, že *U. vulgaris* zde běžně kvete, tedy pravděpodobně prochází celým životním cyklem (např. fotografická dokumentace HOLZBAUEROVÁ 2015). Zda byl pozorovaný výkyv ve stavu populace jednorázovou anomálií způsobenou extrémními podmínkami, či zda se jedná o kontinuální úbytek populace, nelze jednoznačně říci a mohlo by být předmětem dalšího zkoumání.

U druhu *U. australis* bylo v průběhu vegetační sezóny možné pozorovat pět fenologických fází (zelená rostlina, poupě, květ, odkvět a plod), a to na dvou monitorovacích plochách (DZ1 a DZ3). Nástup pupat byl na obou plochách zaznamenán v červnu, kdy rostlina začíná kvést (SLAVÍK 2000) a největší počet fenologických fází při jednom měření (5 na DZ1, 4 na DZ3) byl zaznamenán v první polovině července, což odpovídá první polovině doby květu (SLAVÍK 2000). Dřívější nástup pupenů v DZ1 by mohl být zapříčiněn větší mírou osvitů a rychlejším prohrátím vodního sloupce, jelikož DZ1 byla vystavena 100% osvitů, zatímco DZ3 byla částečně zastíněná porostem rákosu obecného (*Phragmites australis*).

Na monitorovací ploše DZ2 zůstaly rostliny po celou dobu sezóny pouze ve fázi zelené rostliny. Tato lokalita se od předchozích dvou odlišovala stádiem zazemnění – dno nebylo pokryto žádným organickým sedimentem, bylo pouze porostlé makrofytní vegetací. Ve srovnání s dalšími dvěma monitorovanými plochami bylo

v DZ2 naměřeno vyšší množství rozpuštěného kyslíku, které se v průběhu sezóny téměř zdvojnásobilo (4.49–8.57 mg/l), a naopak nižší hodnoty pH na začátku sezóny, které kontinuálně rostly (z 5.82 na 7.39). Komplexní chemická analýza vody ukázala na trojnásobné hodnoty CHSK (CHSK_{Mn} + CHSK_{Cr}) v DZ2 ve srovnání s DZ3, tedy výrazně vyšší organické znečištění. Dále zde byly naměřeny vyšší hodnoty celkového dusíku a draslíku.

Populace *U. australis* s nejvyšší pokryvností byly v NPR Bohdanečský rybník pozorovány na dobře osluněných monitorovacích plochách s mělkou, teplou vodou. CESCHIN et al. (2020) pozoroval populace s nejnižší pokryvností právě na takovýchto lokalitách. Rozdíl mezi oběma pozorováními byl ovšem v hodnotách pH – monitorované plochy měly hodnoty pH spíše neutrální, zatímco CESCHIN et al. (2020) uvádí hodnoty pH až 9.

7.4 Společenstva

Oba studované druhy bublinek (*Utricularia* sp.) mohou tvořit vlastní společenstva, ale často jsou pouze přítomným druhem jiných společenstev, ve kterých dosahují nízkých pokryvností (viz kapitola 3.1). Během monitoringu bylo zaznamenáno 5 snímků s *U. vulgaris* (a to pouze na lokalitě NPP Hrabanovská černava) a 6 snímků s *U. australis* (a to pouze na lokalitě NPR Bohdanečský rybník – Dolanská zátoka). Ani jeden ze snímků nebylo možné jednoznačně přiřadit k typickým asociacím pro dané druhy, tedy *Lemno-Utricularietum*, resp. *Utricularietum australis*. Zaznamenané snímky zachytily přechody mezi asociacemi těchto dvou vodních rostlin a navazující vegetací, tj. eutrofních rákosin, eutrofní vegetací bahnitých substrátů a porosty vysokých ostřic.

Obecným znakem společenstev obou studovaných bublinek je nízká diverzita druhů. ŠUMBEROVÁ (2011) uvádí průměrný počet 2–3 druhy na snímek u asociace *Lemno-Utricularietum* (plocha 5–16 m²) a 3–5 druhů na snímek u asociace *Utricularietum australis* (plocha 1–25 m²). V případě fytoocenologických snímků provedených pro tuto diplomovou práci byla zjištěna bohatost snímků 5.4 druhu na snímek s přítomností *U. vulgaris* a 15.5 druhu na snímek s přítomností *U. australis*. Zvýšenou bohatost snímků způsobila skutečnost, že zachycená společenstva byla přechodová.

Asociace *Lemno-Utricularietum* se váže na stanoviště vyskytující se v teplých nížinných polohách, mající vyšší obsah vápníku, vrstvu organického sedimentu a mírně zásadité pH (ŠUMBEROVÁ 2011); mikrolokalita HČ1 svým charakterem černavy jmenované parametry splňuje (viz kapitola 6.1.3 a 6.2). Asociace *Utricularietum australis* se váže na mělká stanoviště s nižším obsahem vápníku, neutrálním až slabě kyselým pH v nově vznikajících nádržích či stanovištích s menší vrstvou organického sedimentu (ŠUMBEROVÁ 2011); monitorovací plochy v DZ tyto podmínky díky nedávné revitalizaci splňují (viz kapitola 6.1.3 a 6.2).

7.5 Klíčivost semen *Utricularia vulgaris* v přírodním sedimentu

V rámci diplomové práce bylo provedeno 10 kombinací testů klíčivosti semen *U. vulgaris*. Použita byla semena odlišného stáří (rok sběru 2017 a 2018), stratifikovaná dvěma způsoby (teplem a chladem) a uložená ve dvou prostředích (suchá a mokrá). Varianty testů vzniklé z kombinací zmíněných parametrů byly též doplněny variantou kontrolní, tj. bez ošetření (viz kapitola 6.5.1). Pro každou kombinaci bylo použito 100 ks, tedy celkem 1 000 semen; vyklíčilo jich 16 (1.6 %).

Úspěšněji klíčila semena po stratifikaci chladem, což odpovídá předpokladu, že *U. vulgaris* má malá semena, která potřebují projít obdobím chladové stratifikace, než mohou začít klíčit (BASKIN et BASKIN 2014). Jako nejlepší kombinace všech parametrů pro klíčení se ukázala varianta **staří semen 2018 – chladová stratifikace – varianta suchá**. S přihlédnutím k tomuto pozorování se lze domnívat, že populace na mikrolokalitě HČ1, která v sezóně 2018 vůbec nevyrostla a v sezóně 2019 byla velmi malá, má naději do dalších let, jelikož byly splněny jak podmínky pro dobré přezimování turionů (viz kapitola 7.1), tak vhodné podmínky pro přezimování semen. Při porovnání výsledků experimentu klíčení na sedimentu se stejnými variantami, které provedla HOLZBAUEROVÁ (2015) v živném roztoku,³ nejsou patrné rozdíly v počtech vyklíčených semen.

Pozorování HOLZBAUEROVÉ (2015) potvrdilo, že před vyklíčením je nutné, aby semena vyplavala na hladinu. Při laboratorních testech provedených v rámci této diplomové práce vyplavala semena ve všech kontrolních sadách a v sadách uložených nasucho. Při uložení namokro vyplavala semena pouze v 8 sadách z 20. Lze se tedy domnívat, že nejmenší potenciál klíčit mají semena, která jsou uložená (přezimují) v mokřém prostředí.

7.6 Srovnání klíčivosti turionů obou druhů

Turiony obou druhů byly uloženy ve dvou variantách – suchá a mokrá a následně byla pozorována jejich schopnost klíčit. Ani u jednoho z druhů nevyklíčily žádné turiony uložené nasucho. **Mokrý** varianta byla úspěšnější. Turiony *U. vulgaris* (100 % vyklíčených) projevily lepší schopnost klíčivosti než turiony *U. australis* (44 % vyklíčených). Zdá se, že turiony obou druhů potřebují přezimovat ve vlhkém prostředí.

Zajímavý je rozdíl mezi neúspěšnějšími variantami klíčení semen a turionů *U. vulgaris*. Zatímco turiony projevily lepší klíčivost při uložení namokro, semena projevila nejlepší klíčivost při uložení nasucho.

³ podmínky kultivace: 21±1 °C, živný roztok II 0.5 mM KHCO₃ + 0.1 mM CaCl₂ + 0.1 mM MgSO₄, pH 8, stratifikace chladem, varianta skladování suchá (vyklíčená 2 semena) i mokrá (vyklíčená 2 semena)

8 Závěr

Tato práce se zabývala monitoringem ekologických podmínek dvou lokalit, a to NPP Hrabanovská černava a NPR Bohdanečský rybník. Předmětem zkoumání byly dva blízce příbuzné druhy vodních mixotrofních rostlin, konkrétně *Utricularia vulgaris* a *U. australis*. Teoretická část práce obsahuje rešerši dostupných zdrojů o obou druzích. V rámci experimentální části práce byla v letech 2018 a 2019 prováděna morfometrická měření, pozorování fenologických fází, testy klíčivosti turionů obou druhů a testy klíčivosti semen *U. vulgaris*. Dále byly zapsány fytocenologické snímky na místech nálezů jak *U. vulgaris*, tak *U. australis*.

Determinace jednotlivých druhů je velmi problematická. Jako spolehlivý určovací znak se jeví květy, které však nejsou vždy k dispozici. Dalším velmi dobrým znakem pro determinaci jsou papily nesoucí trichomy.

NPP Hrabanovská černava jevila stabilnější v hodnotách teplot a pH než NPR Bohdanečský rybník, avšak byly pozorovány vyšší hodnoty množství rozpuštěného kyslíku a elektrické vodivosti vody. Elektrická vodivost je na lokalitě NPP Hrabanovská černava přirozeně vyšší.

Výstupy provedené morfometrické analýzy (*U. australis* delší než *U. vulgaris*) nepotvrzují informace dostupné v literatuře. Vzhledem k vegetačním sezónám, ve kterých monitoring probíhal, lze usuzovat, že morfologické znaky odrážejí optimální a suboptimální růstové prostředí.

Při pozorování fenologických fází byla zaznamenána kvetoucí pouze *U. australis*. Na rostlině bylo možné pozorovat všechny zaznamenané fenologické fáze v polovině července. Některá z fenologických fází byla pozorovatelná vždy po dobu čtyř po sobě následujících návštěv lokality.

Celkem bylo zaznamenáno 11 fytocenologických snímků, z nichž 5 obsahovalo *U. vulgaris* a 6 *U. australis*. Obě dvě rostliny byly zachyceny v typických asociacích (*Lemno-Utricularietum*, resp. *Utricularietum australis*), ale ve všech případech se jednalo spíše o asociace pozvolně přecházející do ostatních kontaktních vegetací. Díky tomu byla i průměrná bohatost jednotlivých snímků vyšší, než je pro dané druhy typické.

Klíčivost semen *U. vulgaris* na sedimentu byla velmi nízká; nejlépe klíčila semena mladá (rok sběru 2018), po stratifikaci chladem, uložená nasucho. Turiony obou druhů klíčily pouze uložené namokro. Suché turiony mají problém se ztrátou vitality. Semena a turiony *U. vulgaris* tak vytvářejí zajímavý protiklad, který by mohl poskytnout námět pro další výzkum.

Seznam použité literatury

Tištěné odborné publikace

ADAMEC, L. (2018): Germination rate and longevity of seeds of *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia vulgaris*. *Carnivorous Plants Newsletter* **47**(2): 64–69. ISSN 0190-9215.

ADAMEC, L. (2015): The morphometry of quadrifid digestive glands in traps of three *Utricularia* species: Does gland size correlate with trap size? *Phyton: Annales Rei Botanicae* **56**(1): 27-38. ISSN 0079-2047.

ADAMEC, L. (2012): News in ecophysiological research on aquatic *Utricularia* traps. *Carnivorous Plant Newsletter* **41**(3):92–104. ISSN 0190-9215.

ADAMEC, L. (2011): Functional characteristics of traps of aquatic carnivorous *Utricularia* species. *Aquatic Botany* **95**(4): 226-233. ISSN 0304-3770.

ADAMEC, L. (2007): Investment in carnivory in *Utricularia stygia* and *U. intermedia* with diomorphic shoots. *Preslia* **79**(2): 127–139. ISSN 0032-7786.

ADAMEC, L. (2006): Zvláštnosti výživy masožravých rostlin 2. Vodní druhy. *Živa* **92**(3): 105–107. ISSN 0044-4812.

ADAMEC L. (2001): Ekofyziologické adaptace ponořených vodních rostlin. *Živa* **87**(4): 156–157. ISSN 0044-4812.

ADAMEC, L. (1999): Turion Overwintering of Aquatic Carnivorous Plants. *Carnivorous Plants Newsletter*. **28**(1): 19-27. ISSN 0190-9215.

ADAMEC, L., SIROVÁ, D., VRBA, J., BÁRTA, J., ŠANTRŮČEK, J., ŠIMEK, K. (2015): Lovci, nebo zahradníci? Komplexní výzkum vodních masožravých bublinek. *Živa* **101**(6): 286–288. ISSN 0044-4812.

ALBERT, V. A., JOHNSON, R. W., MICHAEL, T. P., TAYLOR D. J. (2010): The carnivorous bladderwort (*Utricularia*, *Lentibulariaceae*): a system inflates. *Journal of Experimental Botany* **61**(1): 5-9. ISSN 1460-2431.

ANDRIKOVICS, S., FORRÓ, L., ZSUNICS, E. (1988): The zoogenic food composition of *Utricularia vulgaris* in the Lake Fertő. *Opuscula Zoologica Budapest* **23**: 65–70. ISSN 0237-5419.

BÁRTA, J., STONE, J. D., PECH, J., SIROVÁ, D., ADAMEC, L., CAMPBELL, M. A., ŠTORCHOVÁ, H. (2015): The transcriptome of *Utricularia vulgaris*, a rootless plant with minimalist genome, reveals extreme alternative splicing and only moderate sequence similarity with *Utricularia gibba*. *BMC Plant Biology* **15**(78). ISSN 1471-2229.

- BASKIN, C. C., BASKIN, J. M. (2014): *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. 2nd edition. San Diego: Academic Press, 1600 s. ISBN 978-0-12416677-6.
- BERETTA, M., RODONDI, G., ADAMEC, L., ANDREIS, C. (2014): Pollen morphology of European bladderworts (*Utricularia* L., Lentibulariaceae). *Review of Paleobotany and Palynology* **205**: 22-30. ISSN 0034-6667.
- BÍNA, J., DEMEK, J. (2012): *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia, 343 s. ISBN 978-80-200-2026-0.
- BOROVEC, J., SIROVÁ, D., ADAMEC, L. (2012): Light as a factor affecting the concentration of simple organics in the traps of aquatic carnivorous *Utricularia* species. *Fundamental and Applied Limnology* **181**(2): 159–166. ISSN 1863-9135.
- CESCHIN, S., BELLINI, A., TRAVERSETTI, L., ZUCCARELLO, V., ELLWOOD, N. T. W (2020): Ecological study of the aquatic carnivorous plant *Utricularia australis* R. Br. (Lentibulariaceae). *Aquatic Ecology* **54**: 295–307. ISSN 1573-5125.
- DANIHELKA, J., CHRTEK, J. JR., KAPLAN, Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia* **84**(3): 647-811. ISSN 0032-7786.
- DÍTĚ, D., NAVRÁTILOVÁ, J., HÁJEK, M., VALACHOVIČ, M., PUKAJOVÁ, D. (2006): Habitat variability and classification of *Utricularia* communities: comparison of peat depressions in Slovakia and the Třeboň basin. *Preslia* **78**(3): 331–343. ISSN 0032-7786.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., VOLKMAR, W., WERNER, W., PAULISEN, D. (1992): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Göttingen: Werlag Erich Goltze, 257 s. ISBN 3-88-452-518-2.
- ELLISON, A. M, ADAMEC, L. [eds.] (2018): *Carnivorous Plants: Physiology, Ecology, and Evolution*. Oxford: Oxford University Press, 509 p. ISBN 978-0-19-877984-1.
- ELLISON, A. M., GOTELLI, N. J., BREWER, J. S., et al. (2003): The evolutionary ecology of carnivorous plants. *Advances in Ecological Research* **33**: 1-74. ISSN 0065-2504.
- FALTYSOVÁ, H. (2014): Terénní průzkum. (ex: AOPK ČR 2020. Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze; portal.nature.cz]. [cit. 06.07.2020]).
- FALTYSOVÁ, H., BÁRTA, F. et al. (2002): Pardubicko. In: MACKOVIČ, P. et SEDLÁČEK M. [eds.]: *Chráněná územá ČR, svazek IV*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 316 s. ISBN 80-86064-44-1.
- FORMANOVÁ, I. (2014): Terénní zápisky 2014. (ex. AOPK ČR 2020. Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze; portal.nature.cz]. [cit. 06.07.2020]).

- FRANKOVÁ, L., PEŘINA, V., (2014): Revitalizace Bohdanečského rybníka. *Ochrana přírody: věstník státní ochrany přírody* **69**(2): 11-13. ISSN 1210-258X.
- FRIDAY, L. (1992): Measuring investment in carnivory: seasonal and individual variation in trap number and biomass in *Utricularia vulgaris* L. *New Phytologist* **121**(3): 439–445. ISSN 1469-8137.
- FRIDAY, L. E. (1991): The size and shape of traps of *Utricularia*. *Functional Ecology* **5**(5): 602–607. ISSN 1365-2435.
- GÁLOVÁ, A., HÁJKOVÁ, P. (2014): *Utricularia vulgaris* v Hodonínské Dúbravě. *Zprávy České Botanické Společnosti* **49**(2): 261-271 p. ISSN 1211-5258.
- GORDON, E., PACHECO, S. (2007): Prey composition in the carnivorous plant *Utricularia inflata* and *U. gibba* (Lentibulariaceae) from Paria Peninsula, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* **55**(3–4):795–803. ISSN 0034-7744.
- GRULICH, V., CHOBOT, K. [eds.] (2017): Červený seznam ohrožených druhů České republiky, cévnaté rostliny. *Příroda* **35**: 1-178. ISSN 1211-3603.
- GUTZEROVÁ, N. (2016): Aktualizace mapovacího okrsku cz2753. Aktualizace vrstvy mapování biotopů ČR. (ex. AOPK ČR 2020. Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze; portal.nature.cz]. [cit. 06.07.2020]).
- HADINEC, J., LUSTYK, P. (2016): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae XIV. (ex. AOPK ČR 2020. Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze; portal.nature.cz]. [cit. 06.07.2020]).
- HOLZBAUEROVÁ, H. (2015): *Testování klíčivosti masožravé vodní rostliny bublinatky obecné (Utricularia vulgaris)*. Hradec Králové: Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové. 77 s. Diplomová práce.
- HUSÁKOVÁ, J., PIVNIČKOVÁ, M., CHRTEK, J. (1988): Botanická inventarizace státní přírodní rezervace Hrabanovská černava. *Bohemia centralis* **17**: 39-118. ISSN 0231-5807.
- CHAMPION, P. (2014): *Utricularia australis*. The IUCN red list of threatened species 2014 [online; iucnredlist.org]. [cit. 14.6.2020]. Dostupné z: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T163979A21842538.en>.
- CHLUPÁČ, I. (2011): *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 436 s. ISBN 978-80-200-1961-5.
- CHYTRÝ, M. [ed.] (2011): *Vegetace České republiky. 3, Vodní a mokřadní vegetace = Vegetation of the Czech Republic. 3, Aquatic and wetland vegetation*. Praha: Academia, 827 s. ISBN 978-80-200-1918-9.

CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V., LUSTYK, P. [eds.] (2010): *Katalog biotopů České republiky = Habitat Catalogue of the Czech Republic*. 2. vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 445 s. ISBN 978-80-87457-02-3.

CHYTRÝ, M., TICHÝ, L., DŘEVOJAN, P., SÁDLO, J., ZELENÝ, D. (2018): Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. *Preslia* **90**(2): 83–103. ISSN 0032-7786.

IBARRA-LACLETTE, E., ALBERT, V. A., HERRERA-ESTRELLA, A., HERRERA-ESTRELLA, L. (2011a): Is GC bias in the nuclear genome of the carnivorous plant *Utricularia* driven by ROS-based mutation and biased gene conversion? *Plant Signalling and Behaviour* **6**(11): 1631-1634. ISSN 1559-2316.

IBARRA-LACLETTE, E., ALBERT, V. A., PÉREZ-TORRES, C. A., ZAMUDIO-HERNÁNDEZ, F., ORTEGA-ESTRADA, M. DE J., HERRERA-ESTRELLA, A., HERRERA-ESTRELLA, L. (2011b): Transcriptomics and molecular evolutionary rate analysis of the bladderwort (*Utricularia*), a carnivorous plant with a minimal genome. *BMC Plant Biology* **11**:101. ISSN 1471-2229.

JÄGER, E. J. [ed.] (2009): *Exkursionflora von Deutschland*. 11. vydání. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 753 s. ISBN 978-3-8274-1842-5.

KAMIEŃSKI, F. (1876): Porównawcze badania nad wzrostem pływaczów (*Utricularia*). *Rozprawy i Sprawozdania z Posiedzeń Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności*. **3**: 210-240.

KAPLAN, Z., DANIHELKA, J., ŠUMBEROVÁ, K., CHRTEK, J. JR., ROTREKLOVÁ, O., EKRT, L., ŠTĚPÁNKOVÁ, J., TARAŠKA, V., TRÁVNÍČEK, B., PRANČL, J., DUCHÁČEK, M., HRONEŠ, M., KOBRLOVÁ, L., HORÁK, D., WILD, J. (2017): Distribution of vascular plants in the Czech Republic. Part 5. *Preslia* **89**(4): 333-439. ISSN 0032-7786.

KLIKA, V. (1930): Příspěvek ke geobotanickému průzkumu středního Polabí. *Věstník Královské české společnosti nauk* 1929: 12.

KOSIBA, P. (2004): Chemical properties and similarity of habitats of *Utricularia* species in Lower Silesia, Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **74**(4): 335–341. ISSN 2083-9480.

KOSHIBA, P. (1992a): Studies on the ecology of *Utricularia vulgaris* L. I. Ecological differentiation of *Utricularia vulgaris* L. population affected by chemical factors of the habitat. *Ekologia Polska* **40**(2): 147–192. ISSN 0420-9036.

KOSHIBA, P. (1992b): Studies on the ecology of *Utricularia vulgaris* L. II. Physical, chemical, and biotic factors and the growth of *Utricularia vulgaris* L. in cultures in vitro. *Ekologia Polska* **40**(2): 193–212. ISSN 0420-9036.

KUBÁT, K. [ed.] (2010): *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 927 s. ISBN 978-80-200-0836-7.

- LANSDOWN, R. V. (2014): *Utricularia vulgaris*. The IUCN red list of threatened species 2014 [online; iucnredlist.org]. [cit. 20.10.2018]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T164181A42397024.en>.
- LLOYD, F. E. (1942): The carnivorous plants. Waltham: Chronica Botanica, 407 p.
- LOŽEK, V., KUBÍKOVÁ, J., SPRYŇAR, P. et al. (2005): Střední Čechy. In: LOŽEK, V., ŠPRYŇAR, P., KUBÍKOVÁ, J. [eds.], *Chráněná území ČR, svazek XIII*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, EkoCentrum Brno, 904 s. ISBN 80-86064-87-5.
- MAAREL, E. VAN DER, ORLÓCI, L., PIGNATTI, S. [eds.] (1980): *Data-processing in phytosociology*. Boston: Publishers the Hague, 226 s. ISBN 94-00991-94-0.
- MÜLLER, K., BORSCH, T., LEGENDRE, L., POREMBSKI, S., BARTHLOTT, W. (2006) Recent progress in understanding the evolution of Lentibulariaceae. *Plant Biology* **8**:748–757. ISSN 1438-8677.
- NEUHÄUSLOVÁ, Z. [ed.] (1998): *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky = Map of potential nature vegetation of the Czech Republic*. Praha: Academia, 341 s. ISBN 80-200-0687-7.
- PATZELT, Z. (2015): *Poklady přírody České republiky = Natural treasures of the Czech Republic*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 199 s. ISBN 978-80-88076-12-4.
- PEROUTKA, M., ADLASSNIG, W., VOLGGER, M., LENDL, T., URL, W. G., LICHTSCHEIDL, I. K. (2008): *Utricularia*: a vegetarian carnivorous plant? *Plant Ecology* **199**(2): 153–162. ISSN 1385-0237.
- PŁANCHO, B. J., STPICZYŃSKA, M., ADAMEC, L., OLIVIERA MIRANDA, V. F., ŚWIĄTEK, P. (2018): Nectar trichome structure of aquatic bladderworts from the section *Utricularia* (Lentibulariaceae) with observation of flower visitors and pollinators. *Protoplasma*. **255**, 1053–1064. ISSN 1615-6102.
- PŁACHNO, B. J., ŚWIĄTEK, P. (2010): Unusual embryo structure in viviparous *Utricularia nelumbifolia*, with remarks on embryo evolution in genus *Utricularia*. *Protoplasma*. **239**, 69–80. ISSN 1615-6102.
- PRAUSOVÁ, R. (2005): Národní přírodní rezervace Bohdanečský rybník a rybník Matka. *Východočeský sborník přírodovědný – Práce a studie* **12**: 193-196. ISBN 80-86046-3.
- PRAUSOVÁ, R., ZLÁMALOVÁ, T., BÁLKOVÁ, L., ŠAFÁŘOVÁ, L. (2015): Changes in biodiversity in the National Nature Reserve of the Bohdanečský Pond from the explorations by the Hadač brothers in the 1950's to the present times. *Journal of Landscape Ecology* **8**(3): 6-22. ISSN 1805-4196.

- RYDLO, J. (2005): Vodní makrofyta ve stojatých vodách na Poděbradsku a Nymbursku. *Muzeum a současnost, Roztoky u Prahy, ser. natura* **20**: 11–134. ISSN 0862-2035. (ex. AOPK ČR 2020. Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze; portal.nature.cz]. [cit. 10.07.2020]).
- SÁDLO, J., CHYTRÝ, M., PERGL, J., PYŠEK, P. (2018). Plant dispersal strategies: a new classification based on the multiple dispersal modes of individual species. *Preslia* **90**(1): 1–22. ISSN 0032–7786.
- SCHLAUER, J. (2010): Carnivorous Plant Systematic. *Carnivorous Plant Newsletter* **39**(1): 8-24. ISSN 0190-9215.
- SILVA, S. R., GIBSON, R., ADAMEC, L., DOMÍNGUEZ, Y., MIRANDA, V. F. O. (2018): Molecular phylogeny of bladderworts: A wide approach of *Utricularia* (Lentibulariaceae) species relationships based on six plastidal and nuclear DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **118**: 244-246. ISSN 1055-7903.
- SIROVÁ, D., BÁRTA, J., ŠIMEK, K. ET AL. (2018): Hunters or farmers? Microbiome characteristics help elucidate the diet composition in an aquatic carnivorous plant. *Microbiome* **6**:225. ISSN: 2049-2618.
- SIROVÁ, D., BOROVEC, J., ČERNÁ, B., REJMÁNKOVÁ, E., ADAMEC, L., VRBA, J. (2009): Microbial community development in the traps of aquatic *Utricularia* species. *Aquatic Botany* **90**(2): 129-136. ISSN 0304-3770.
- SIROVÁ, D., ADAMEC, L., VRBA, J. (2003). Enzymatic activities in traps of four aquatic species of the carnivorous genus *Utricularia*. *New Phytologist* **159**(3): 669-675. ISSN: 1469-8137.
- SLAVÍK, B. [ed.] (2000): *Květena ČR Vol. 6*. Praha: Academia, 770 s. ISBN 80-200-0306-1.
- STRAKOŠOVÁ, J. (2010): *Hirudo medicinalis* (pijavka lékařská) – hledání příčin jejího kritického ohrožení v ČR. Brno: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. 51 s. Bakalářská práce.
- STUDNIČKA, M. (1990): Masožravé rostliny rodu *Utricularia* IV. – vodní druhy. *Živa* **76**(4): 157–161. ISSN 0044-4812.
- ŠKARPA, P. (2010): *Zhodnocení výsledků analýzy závlahové vody* [online; medelu.cz]. [cit. 07.07.2020]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=3&I=4&J=0&K=0
- ŠMARDA, P., KNÁPEK, O., BŘEZINOVÁ, A., HOROVÁ, L., GRULICH, V., DANIHELKA, J., VESELÝ, P., ŠMERDA, J., ROTREKLOVÁ, O., BUREŠ, P. (2019): Genome sizes and genomic guanine +

cytosine (GC) contents of the Czech vascular flora with new estimates for 1700 species. *Preslia* **91**(2): 117–142. ISSN 0032-7786.

ŠMARDA, P. (2018a): Chromosome number (2n) [online; Databáze české flóry a vegetace pladias.cz]. [cit. 26.06.2020].

ŠMARDA, P. (2018b): Ploidy level (x) [online; Databáze české flóry a vegetace pladias.cz]. [cit. 26.06.2020].

ŠUMBEROVÁ, K. (2011): Vegetace volně plovoucích vodních rostlin. In: CHYTRÝ, M. [ed.]: *Vegetace České republiky. 3, Vodní a mokřadní vegetace = Vegetation of the Czech Republic. 3, Aquatic and wetland vegetation*. Praha: Academia, 827 s. ISBN 978-80-200-1918-9.

TAYLOR, P. (1989): *The Genus Utricularia: A Taxonomic Monograph*. London: Her Majesty's Stationery Office, 724 s. ISBN 0-11-250046-3.

VELEBA, A., BUREŠ, P., ADAMEC, L., ŠMARDA, P., LIPNEROVÁ, I., HOROVÁ, L. (2014): Genome size and genomic GC content evolution in the miniature genome-sized family Lentibulariaceae. *New Phytologist* **203**(1): 22-28. ISBN 1469-8137.

VESELÝ, J. (1935): Květena Dolního Benešova na Hlučínsku. *Věstník Matice Opavské* **40**: 12–21.

VOJTA, F. (1949): Pozorování na bublinatce. *Vesmír* **28**(6—7): 123.

Webové zdroje

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY (2019a): Dokončení revitalizace Bohdanečského rybníka [online; ochranaprirody.cz]. [cit. 19.2.2019]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/projekty-aopk-cr/obnova-vodnich-biotopu/dokonceni-revitalizace-bohdaneckeho-rybnika/>.

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY (2019b): Nálezová databáze ochrany přírody. [online databáze; portal.nature.cz]. 20.2.2019; [cit. 20.2.2019].

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY (2019c): Karta druhu *Utricularia vulgaris* [online; portal.nature.cz]. [cit. 24.7.2019]. Dostupné z: https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=40412.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV a: Územní teploty v roce 2019 (2020a). [online; portal.chmi.cz]. [cit. 08.07.2020]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV b: Územní srážky v roce 2019 (2020b). [online; portal.chmi.cz]. [cit. 08.07.2020]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>.

SPRÁVA CHKO KOKOŘÍNSKO (2011): Plán péče o národní přírodní památku Hrabanovská černava na období 2016–2025 [online; drusop.nature.cz]. [cit. 17.2.2020]. Dostupné z:

https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=118&pageposzchru=&SELECT_ID_USE_FILTERzchru=&SELECT_ID_CHECK_ALLzchru=&EXPORT_ALL_step=&ORDER_BYchrob_ol_most=rok_vydani.

PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE: Tvrdost vody [online]. [cit. 22.06.2020]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/vlastnosti-vody/tvrdost-vody/>.

Vyhlášky

Vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky č. 395/1992 Sb. ze dne 11. června 1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.

Obrázky

Obr. 1. MÜLLER, K. F., BORSCH, T. (2005): Phylogenetics of *Utricularia* (*Lentibulariaceae*) and molecular evolution of the trnK intron in a lineage with high substitutional rates. *Plant Systematics and Evolution* **250**(1): 39–67. ISSN 0378-2697. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/figure/Single-most-parsimonious-tree-inferred-from-the-combined-trnK-intron-dataset-2713_fig7_226000994.

Obr. 2. *Utricularia vulgaris*. TAYLOR, P. (1989): *The Genus Utricularia: A Taxonomic Monograph*. London: Her Majesty's Stationery Office, 724 s. ISBN 0-11-250046-3.

Obr. 3. *Utricularia australis*. TAYLOR, P. (1989): *The Genus Utricularia: A Taxonomic Monograph*. London: Her Majesty's Stationery Office, 724 s. ISBN 0-11-250046-3.

Obr. 4. Pylové zrno *U. vulgaris* a *U. australis*. BERETTA, M., RODONDI, G., ADAMEC, L., ANDREIS, C. (2014): Pollen morphology of European bladderworts (*Utricularia* L., *Lentibulariaceae*). *Review of Paleobotany and Palynology* **205**: 22-30. ISSN 0034-6667.

Obr. 7. Celosvětové rozšíření *U. vulgaris*. [cit. 14.07.2020]. Dostupné z: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/lentibularia/utric/utrivulv.jpg>.

Obr. 8. Mapa výskytu *U. vulgaris* v ČR. KAPLAN et al. (2017): Distribution of *Utricularia vulgaris* in the Czech Republic. *Preslia* **89**(4): 333-439. ISSN 0032-7786.

Obr. 9. Celosvětové rozšíření *U. australis*. [cit. 14.07.2020]. Dostupné z: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/lentibularia/utric/utriausv.jpg>.

Obr. 10. Mapa výskytu *U. australis* v ČR. KAPLAN et al. (2017): Distribution of *Utricularia australis* in the Czech Republic. *Preslia* **89** (4): 333–439. ISSN 0032-7786.

Tab. 5. Značky fenologických fází (*U. australis*). KUBÍKOVÁ J. (1971): *Geobotanické praktikum*. Skriptum UK Praha. Praha: SPN. 186 s.

Přílohy

Seznam obrázků

Obrázek 1 Fylogenetický strom rodu <i>Utricularia</i> ; převzato z MÜLLER et BORSCH 2005, str. 51	12
Obrázek 2 <i>Utricularia vulgaris</i> ; převzato z TAYLOR 1989, str. 592	13
Obrázek 3 <i>Utricularia australis</i> ; převzato z TAYLOR 1989, str. 602	14
Obrázek 4 Pylové zrno <i>U. vulgaris</i> (A, B) a <i>U. australis</i> (C, D); A, C rovníkový pohled; B, D polární pohled; měřítko = 10 µm; převzato z BERETTA et al. 2014, str. 26	16
Obrázek 5 Detail papily nesoucí trichomy <i>U. australis</i> , 25×; foto: L. Adamec	17
Obrázek 6 Detail papily nesoucí trichomy <i>U. vulgaris</i> , 25×; foto: L. Adamec	17
Obrázek 7 Celosvětové rozšíření <i>U. vulgaris</i>	19
Obrázek 8 Mapa výskytu <i>U. vulgaris</i> v ČR; převzato z KAPLAN et al. 2017	21
Obrázek 9 Celosvětové rozšíření <i>U. australis</i>	22
Obrázek 10 Mapa výskytu <i>U. australis</i> v ČR; převzato z KAPLAN et al. 2017	23
Obrázek 11 NPP Hrabanovská černava; zdroj: www.mapy.cz	33
Obrázek 12 Lokalizace mikrolokalit HČ1 a HČ2 a míst fytoocenologických snímků (FS1–5), zdroj: www.mapy.cz	34
Obrázek 13 NPR Bohdanečský rybník; zdroj: www.mapy.cz	35
Obrázek 14 Lokalizace monitorovacích ploch (DZ0–DZ3) a doplňkových mikrolokalit (DZ4–DZ6), zdroj: www.mapy.cz	35
Obrázek 15 Teplotní denní průměry naměřené v průběhu jednotlivých měsíců let 2018–2019 na monitorovaných lokalitách	42
Obrázek 16 Teplotní denní maxima naměřená v průběhu jednotlivých měsíců let 2018–2019 na monitorovaných lokalitách	43
Obrázek 17 Teplotní denní minima naměřená v průběhu jednotlivých měsíců let 2018–2019 na monit. lokalitách	44
Obrázek 18 Hodnoty elektrické vodivosti naměřené na monit. lokalitách v letech 2018–2019	45
Obrázek 19 Hodnoty pH naměřené na monit. lokalitách v letech 2018–2019	46
Obrázek 20 Hodnoty kyslíku naměřené na mon. lokalitách v letech 2018–2019	47
Obrázek 21 Srovnání délek rostlin z monit. lokalit v roce 2019, <i>U. vulgaris</i> (HČ) a <i>U. australis</i> (DZ)	50
Obrázek 22 Srovnání počtu větvení rostlin z monit. lokalit v roce 2019, <i>U. vulgaris</i> (HČ) a <i>U. australis</i> (DZ)	50
Obrázek 23 Korelace délky a počtu větvení <i>U. vulgaris</i> (HČ) a <i>U. australis</i> (DZ)	51
Obrázek 24 Přehled pozorovaných fen. fází, rok 2019, monitorovací plocha DZ1	53
Obrázek 25 Vývoj teploty a elektrické vodivosti, rok 2019, monit. plocha DZ1	54
Obrázek 26 Vývoj teploty a pH, rok 2019, monit. plocha DZ1	54
Obrázek 27 Přehled pozorovaných fen. fází, rok 2019, monitorovací plocha DZ3	55
Obrázek 28 Vývoj teploty a elektrické vodivosti, rok 2019, monit. plocha DZ3	55
Obrázek 29 Vývoj teploty a pH, rok 2019, monit. plocha DZ3	56

Příloha 2 Přehled naměřených hodnot na lokalitě DZ0 v letech 2018–2019, vstupní data pro obr. 18–20 (DZ0), část 2; proškrtnuté buňky značí chybějící data

26.06.2019	33.2	9.01	244	
12.07.2019	22.5	6.53	285	
23.07.2019	30.7	7.90	321	9.14
02.08.2019	25.7	7.33	330	0.46
21.08.2019	23.5	8.82	347	8.51
23.08.2019	21.9	7.69	297	6.32
04.09.2019	25.3	8.54	315	9.36
06.10.2019	13.9	7.65	351	7.38

Příloha 3 Přehled naměřených hodnot na mikrolokalitě HČ1 v letech 2018–2019, vstupní data pro obr. 18–20 (HČ1), část 1; proškrtnuté buňky značí chybějící data

datum	teplota vody [°C]	pH	elektrická vodivost [μS/cm]	koncentrace kyslíku [mg/l]
25.04.2018	19.5	7.32	683	2.74
18.05.2018	25.0	8.20	451	
08.06.2018	18.0	7.29	577	
11.07.2018	21.9	7.38	963	1.50
01.08.2018	31.5	7.08	1286	0.10
08.09.2018				
11.10.2018				
01.05.2019	12.9	7.45	1789	6.63
04.06.2019	26.5	7.47	1792	9.69
10.07.2019	19.8	7.08	1070	
03.08.2019	21.9	7.62	1291	3.52
04.09.2019	22.5	7.79	1338	2.92
05.10.2019	12.2	7.83	1221	1.63

Příloha 4 Přehled naměřených hodnot na mikrolokalitě HČ2 v letech 2018–2019, vstupní data pro obr. 18–20 (HČ2); proškrtnuté buňky značí chybějící data

datum	teplota vody [°C]	pH	elektrická vodivost [μS/cm]	koncentrace kyslíku [mg/l]
25.04.2018	19.7	7.74	606	9.80
18.05.2018	25.0	8.40	440	
08.06.2018	22.0	7.32	615	
11.07.2018	21.5	7.53	806	11.72
01.08.2018				
08.09.2018				
11.10.2018				
01.05.2019	13.0	8.39	1794	11.41
04.06.2019	23.3	7.54	1254	3.59
10.07.2019	19.6	7.11	1154	
03.08.2019	22.2	8.76	1195	13.12
04.09.2019	25.6	8.29	1419	9.27
05.10.2019	12.5	7.56	1530	4.02

Příloha 5 Vstupní data pro morfometrickou analýzu, obr. 21–23, část 1

<i>U. vulgaris</i> (HČ1, $\rho=0,83$)				<i>U. australis</i> (DZ1–6, $\rho=0,30$)	
délka [cm]	počet větvení [N]	délka [cm]	počet větvení [N]	délka [cm]	počet větvení [N]
5	1	24	1	39	2
5	0	25	3	41	3
5	0	26	4	42	5
6	0	26	3	44	2
8	0	26	3	44	4
9	1	26	1	44	4
9	0	26	3	46	5
10	0	26	4	47	4
10	0	27	4	51	3
10	1	27	3	51	4
11	0	27	4	54	2
11	0	28	2	54	9
12	0	30	2	55	6

Příloha 6 Vstupní data pro morfometrickou analýzu, obr. 21–23, část 2

12	0	31	2	56	10
14	3	31	3	58	6
14	1	32	3	60	4
14	1	33	2	61	2
15	1	33	1	61	2
15	1	35	4	61	7
16	1	36	2	63	4
16	3	39	6	66	4
17	3	40	4	66	12
17	1	42	6	67	4
17	3	43	5	69	3
19	1	55	5	70	4
19	2	68	12	73	4
20	1	24	1	73	3
21	0	25	3	74	2
22	2	26	4	74	5
23	2	26	3	75	2
24	3	26	3	77	4
24	4	26	1	104	12
24	3	26	3	107	5
24	2	26	4	112	7

Příloha 7 Pozorované fenologické fáze DZ1, rok 2019, vstupní data pro obr. 24

datum	zelená lodyha	poupě	květ	odkvět	plod	teplota [°C]
13.06.2019	2	7	0	0	0	24.2
26.06.2019	8	13	1	1	14	35.1
12.07.2019	17	31	15	11	6	23.1
23.07.2019	8	3	5	0	20	23.5

Příloha 8 Parametry naměřené na DZ1, rok 2019, vstupní data pro obr. 25–26

datum	teplota vody [°C]	pH	elektrická vodivost [μS/cm]	konzentrace kyslíku [mg/l]
26.06.2019	35.1	7.01	267	
12.07.2019	23.1	6.40	252	
23.07.2019	31.4	6.51	331	0.33
2.08.2019	26.0	6.54	313	0.32
23.08.2019	31.1	6.90	219	2.62

Příloha 9 Pozorované fenologické fáze DZ3, rok 2019, vstupní data pro obr. 27

datum	zelená lodyha	poupě	květ	odkvět	plod	teplota [°C]
26.06.2019	2	5	2	0	0	31.1
12.07.2019	5	10	2	2	0	17.6
23.07.2019	3	0	0	1	4	25.1
02.08.2019	1	3	2	0	0	23.4

Příloha 10 Parametry naměřené na DZ3, rok 2019, vstupní data pro obr. 28–30

datum	teplota vody [°C]	pH	elektrická vodivost [μS/cm]	koncentrace kyslíku [mg/l]
26.06.2019	31.1	6.39	253.0	
12.07.2019	17.6	6.39	240.0	
23.07.2019	25.1	6.82	233.0	2.48
02.08.2019	23.4	6.53	224.0	2.38
23.08.2019	20.8	6.84	177.7	1.46
04.09.2019	20.8	7.26	177.8	2.90
06.10.2019	14.0	7.09	211.4	9.11

Příloha 11 Parametry naměřené na DZ2, rok 2019, vstupní data pro obr. 31–33

datum	teplota vody [°C]	pH	elektrická vodivost [μS/cm]	koncentrace kyslíku [mg/l]
26.06.2019	31.6	5.82	227.0	
12.07.2019	19.9	6.01	213.0	
23.07.2019	30.4	6.49	248.0	4.49
02.08.2019	27.5	6.63	206.2	7.49
23.08.2019	25.9	6.64	157.2	8.25
04.09.2019	25.7	7.38	172.3	5.04
06.10.2019	15.6	7.39	271.0	8.57

Příloha 12 Přehled fytoocenologických snímků, část 1

číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
lokality	HČ1d	HČ1b	HČ1c	HČ1e	HČ1a	DZ6	DZ1	DZ5	DZ3	DZ4	DZ2
počet druhů ve snímku	6	6	6	8	8	22	17	22	10	7	14
datum zápisu	4.9.2019	4.9.2019	4.9.2019	4.9.2019	4.9.2019	23.8.2019	23.8.2019	23.8.2019	23.8.2019	23.8.2019	23.8.2019
plocha snímku	4×4 m	2×8 m	2×6 m	2×8 m	4×4 m	4×4 m	4×4 m	4×4 m	4×4 m	4×4 m	4×4 m
pokryvnost (%)	40	20	15	15	5	90	60	95	60	45	70
souřadnice N	50°12.898'	50°12.901'	50°12.893'	50°12.887'	50°12.900'	50°05.825'	50°05.760'	50°05.816'	50°05.761'	50°05.763'	50°05.755'
souřadnice E	14°49.699'	15°49.683'	14°49.677'	14°49.693'	14°49.687'	15°40.940'	15°41.070'	15°41.783'	15°41.248'	15°41.278'	15°41.129'
E1											
<i>Phragmites australis</i>	2a	2a	2m	2m	+	2m	+	+	+	+	1
<i>Calliergonella cuspidata</i>	2a	2m	2m	2m	1	+					
<i>Lemna trisulca</i>	r	+	1	+	r	2a					
<i>Lemna minor</i>		1	1	1	+	+	+	+			
<i>Utricularia vulgaris</i>	1	1	+	+	+						
<i>Utricularia australis</i>						+	1	1	2m	2m	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>							+	+	r	r	1
<i>Sparganium erectum</i>							r	+	+	1	+
<i>Carex elata</i>							2m	+		+	2m
<i>Juncus effusus</i>						+		+	r		2a
<i>Carex vesicaria</i>						+				2a	2m
<i>Carex acuta</i>						+	+	4			
<i>Calamagrostis canescens</i>						+		2m			
<i>Hottonia palustris</i>						r		+	+	+	
<i>Lythrum salicaria</i>						3		+			r

Příloha 13 Přehled fytoecnologických snímků, část 2

<i>Carex canescens</i>						+	2b		+		
<i>Lysimachia vulgaris</i>						r	1	+			
<i>Eleocharis palustris</i>									r		2a
<i>Bidens cernua</i>						+	1				
<i>Cardamine dentata</i>						+		r			
<i>Cicuta virosa</i>						r	+	+			
<i>Carex pseudocyperus</i>						r	r	+			
<i>Lycopus europaeus</i>						r		+			
<i>Stellaria palustris</i>						+		r			
<i>Mentha aquatica</i>	r			r							+
<i>Agrostis canina</i>				+							+
<i>Epilobium palustre</i>							r	+			
<i>Peucedanum palustre</i>							r	r			
E0											
<i>Calliergonella cuspidata</i>	2a	2m	2m	2m	1	+					

Ve snímku pouze jednou: *Acorus calamus* 9 (+), *Carex acutiformis* 10 (2a), *Carex appropinquata* 6 (+), *Galium palustre* 8 (+), *Hydrocharis morsus-ranae* 7 (2a), *Chara vulgaris* 5 (r), *Juncus articulatus* 11 (2a), *Poa palustris* 8 (r), *Persicaria hydropiper* 8 (r), *Persicaria minor* 9 (r), *Phalaris arundinacea* 11 (+), *Ranunculus flamula* 11 (1), *Salix cinerea* juv. 6 (r), *Scirpius lacustris* 11 (+), *Schoenoplectus lacustris* 7 (+), *Typha angustifolia* 7 (+), *Typha latifolia* 7 (+), *Veronica scutellata* 11 (r), *Typha angustifolia* 5 (r)

Fotografická dokumentace monitorovaných lokalit

Příloha 14 NPR Bohdanečský rybník – Dolanská zátoka, 30.05.2018



Příloha 15 NPR Bohdanečský rybník – Dolanská zátoka, 01.11.2018



Příloha 16 NPR Bohdanečský rybník – Dolanská zátoka, 03.05.2019



Příloha 17 Monitorovací plocha DZ1, 13.06.2019



Příloha 18 Monitorovací plocha DZ2, 26.06.2019



Příloha 19 Monitorovací plocha DZ3, 26.06.2019



Příloha 20 Sterilní *U. australis*, monitorovací plocha DZ1, 06.07.2019



Příloha 21 Mikrolokalita HČ1, 25.04.2018



Příloha 22 Mikrolokalita HČ2, 25.04.2018



Příloha 23 Mikrolokalita HČ1, 11.10.2018



Příloha 24 Mikrolokalita HČ2, 11.10.2018



Příloha 25 Mikrolokalita HČ1, 01.05.2019



Příloha 26 Mikrolokalita HČ2, 01.05.2019



Příloha 27 Mikrolokalita HČ1, 05.10.2019



Příloha 28 Mikrolokalita HČ2, 05.10.2019



Příloha 29 Sterilní *U. vulgaris*, mikrolokalita HČ1, 04.09.2019; foto: R. Prausová



Fotografická dokumentace laboratorních experimentů

Příloha 30 Sady semen připravené pro jednotlivé stratifikace



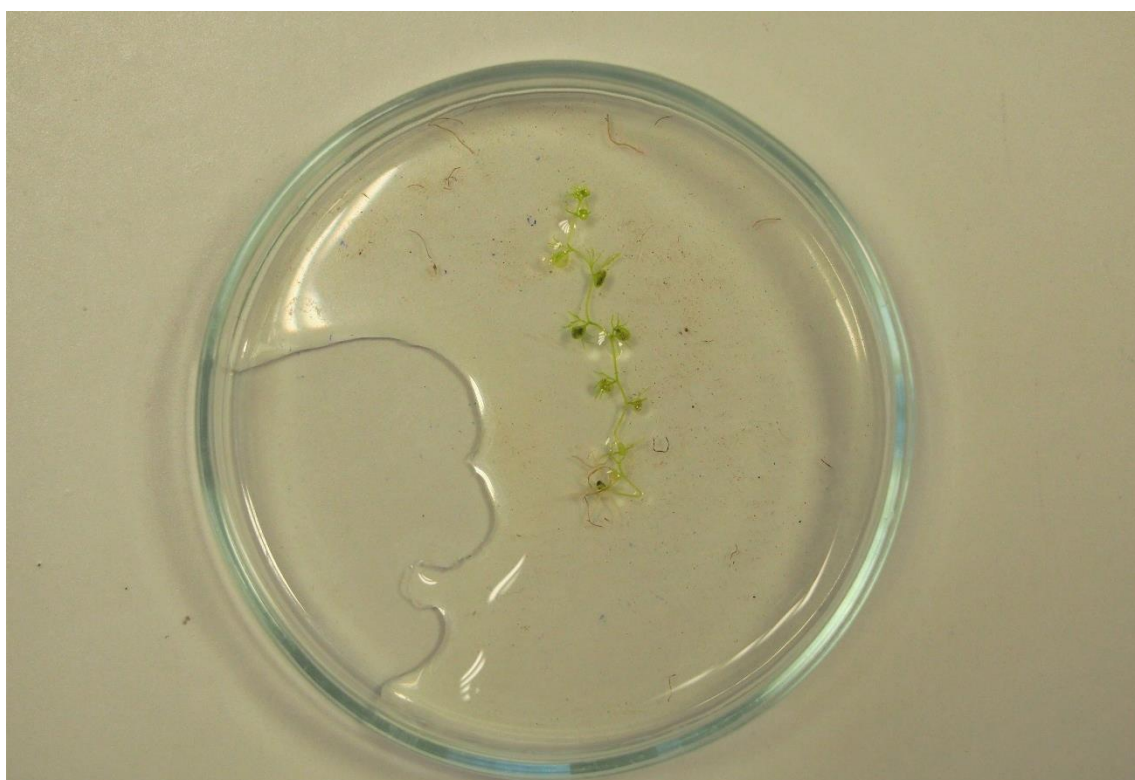
Příloha 31 Petriho misky uložené v termostatu



Příloha 32 Vyklíčené semeno, rok sběru semen 2018, kontrolní varianta



Příloha 33 Vyklíčená rostlina, rok původu semen 2018 – chladová stratifikace – varianta mokrá



Příloha 34 Turion *U. vulgaris*, suchý; foto: R. Prausová



Příloha 35 Turion *U. vulgaris*, mokrý; foto: R. Prausová



Příloha 36 Turion *U. australis*, suchý; foto: R. Prausová



Příloha 37 Turion *U. australis*, mokrý; foto: R. Prausová



Protokoly o zkoušce chemických analýz vody

Příloha 38 Protokol o zkoušce všeobecné chemické analýzy vody, HČ1 č. vzorku 9697, HČ 2 č. vzorku 9698, DZ3 č. vzorku 9699, DZ2 č. vzorku 9700, DZ0 č. vzorku 9701, část 1



POVODÍ LABE, státní podnik

odbor VHL, laboratoř Hradec Králové IČO: 70890005
Víta Nejedlého 951/8, 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ DIČ: CZ70890005
tel: 495 088 777 fax: 495 088 742



Zadavatel rozboru:
IČO: 62690094
DIČ: CZ62690094
obj. č.: OBJ/0447/0094/19

Univerzita Hradec Králové

Rokitanského 62/26
Hradec Králové
50003

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 3712/19

Ze dne: 25.9.2019

strana/počet stran: 1/2

Zkušební laboratoř akreditovaná ČIA č.1264 dle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.
Laboratoř je držitelem povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost čj. 50760/2006 vydaného 9.10.2006 s platností do 31.12.2026.
Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.
Výsledky rozboru se týkají pouze předmětu analýz a nenahrazují jiné dokumenty.

Č.vzorku	Místo odběru	Materiál	Hloubka (m)
9697	Hrabanovská Černava	povrchová voda	
9698	Hrabanovská Černava	povrchová voda	
9699	Bohdanečský rybník	povrchová voda	
9700	Dolanská zátoka	povrchová voda	
9701	Bohdanečský rybník	povrchová voda	

Č.vzorku	Zahájení odběru	Ukončení odběru	Odebral	Typ odběru	Evidováno	Zahájení analýz	Ukončení analýz
9697	4.9.19		zákazník	bodový	5.9.19	5.9.19	16.9.19
9698	4.9.19		zákazník	bodový	5.9.19	5.9.19	16.9.19
9699	4.9.19		zákazník	bodový	5.9.19	5.9.19	16.9.19
9700	4.9.19		zákazník	bodový	5.9.19	5.9.19	16.9.19
9701	4.9.19		zákazník	bodový	5.9.19	5.9.19	16.9.19

Č. vzorku	Označení vzorku
9697	odběr:tůň v NPR-centrální
9698	odběr:tůň v NPR-malá u cesty
9699	odběr:tůň u Olšiny v NPR-Prasečí
9700	odběr:tůň-u návážky
9701	odběr:Dolanská zátoka

Ukazatel	Jednotka	Č.vz. 9697	Č.vz. 9698	Č.vz. 9699	Č.vz. 9700	Č.vz. 9701
konduktivita 25	mS/m	130	135	19,2	18,6	30,1
pH		7,5	8,0	6,6	6,4	8,6
CHSK Mn	mg/l	35,00	41,00	32,00	85,00	11,00
CHSK Cr	mg/l	98,0	110,0	66,0	240,0	32,0
N-NO2	mg/l	0,015	0,019	0,014	0,028	0,011
N-NH4	mg/l	1,7	0,28	0,08	0,59	0,03
N-NO3	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N celk.	mg/l	3,7	2,6	1	3,9	0,8
P-PO4	mg/l	0,01	0,58	0,02	0,09	0,01
Ca	mg/l	286,01	276,49	16,02	17,27	37,23
Mg	mg/l	15,79	15,95	3,24	2,76	6,24
K	mg/l	10,10	29,20	2,40	8,40	3,40

Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena za použití koeficientu rozšíření rovnajícího se 2, což odpovídá hladině spolehlivosti 95%

Ukazatel	SPP	Metoda	Akreditace	Nejistota
N-NH4	AA12A	stanovení anionných iontů CFA - ČSN EN ISO 11732	A	15%
P-PO4	AA13A	stanovení P-PO4, Pcelk. CFA - ČSN EN ISO 15681-2, ČSN EN ISO 6878	A	15%

Příloha 39 Protokol o zkoušce všeobecné chemické analýzy vody, část 2



POVODÍ LABE, státní podnik

odbor VHL, laboratoř Hradec Králové IČO: 70890005
Vita Nejedlého 951/8, 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ DIČ: CZ70890005

tel: 495 088 777 fax: 495 088 742



Zadavatel rozboru:
IČO: 62690094
DIČ: CZ62690094
obj. č.: OBJ/0447/0094/19

Univerzita Hradec Králové

Rokitanského 62/26
Hradec Králové
50003

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 3712/19

Ze dne: 25.9.2019

strana/počet stran: 2/2

Ukazatel	SPP	Metoda	Akreditace	Nejistota
N-NO2	AA14A	st. N-NO2,N-NO3,Ncelk.,Norg.,Nanorg. CFA - ČSN EN ISO 13395,11905-1,ČSN ISO 29441	A	15%
N celk.	AA14A	st. N-NO2,N-NO3,Ncelk.,Norg.,Nanorg. CFA - ČSN EN ISO 13395,11905-1,ČSN ISO 29441	A	15%
N-NO3	AA14A	st. N-NO2,N-NO3,Ncelk.,Norg.,Nanorg. CFA - ČSN EN ISO 13395,11905-1,ČSN ISO 29441	A	10%
CHSK Mn	AS09A	stanovení CHSK Mn tiražně - ČSN EN ISO 8467	A	10%
CHSK Cr	AS11A	stanovení CHSKr spektrofotometricky - ČSN ISO 15705	A	15%
pH	AZ01A	stanovení pH potenciometricky - ČSN ISO 10523	A	5%
konduktivita 25	AZ04A	stanovení elektrické konduktivity konduktometricky - ČSN EN 27888	A	5%
K	AK02A	stanovení kovů (Na, K) AES - ČSN ISO 9964-3	A	20%
Ca	SUBD	subdodávka	SA	10%
Mg	SUBD	subdodávka	SA	10%

A - akreditovaná zkouška

N - neakreditovaná zkouška

F - flexibilní rozsah akreditace

SA - subdodávka akreditovaná

SN - subdodávka neakreditovaná

F - laboratoř může zařazovat do svého rozsahu bez posouzení akreditačního orgánu dodatečné činnosti. Může se to týkat matrice vzorku, dalších parametrů předmětu analýzy, výkonnosti dané metody (rozsah, nejistota) nebo vyvíjení další zkušební metody při zachování principu měření.

Povodí Labe, státní podnik

Vita Nejedlého 951/8

Slezské Předměstí

500 03 Hradec Králové

Ing. Hana Dušátková
vedoucí oddělení
chemických laboratoří

Příloha 40 Protokol o zkoušce chemické analýzy zaměřená na ukazatele zasolení, HČ1, část 1



POVODÍ LABE, státní podnik

odbor VHL, laboratoř Hradec Králové IČO: 70890005
Vita Nejedlého 951/8, 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ DIČ: CZ70890005
tel: 495 088 777 fax: 495 088 742



Zadavatel rozboru:
IČO: 62690094
DIČ: CZ62690094
obj. č.:

Univerzita Hradec Králové

Rokitanského 62/26
Hradec Králové
50003

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 4830/19

Ze dne: 20.11.2019

strana/počet stran: 1/2

Zkušební laboratoř akreditovaná ČIA č.1264 dle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.
Laboratoř je držitelem povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost čj. 50760/2006 vydaného 9.10.2006 s platností do 31.12.2026.
Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.
Výsledky rozboru se týkají pouze předmětu analýz a nenahrazují jiné dokumenty.

Č.vzorku	Místo odběru	Materiál	Hloubka (m)				
12960	Hrabanovská Černava	povrchová voda					
Č.vzorku	Zahájení odběru	Ukončení odběru	Odebral	Typ odběru	Evidováno	Zahájení analýz	Ukončení analýz
12960	10.11.19		zákazník	bodový	11.11.19	11.11.19	19.11.19
Č. vzorku	Označení vzorku						
12960	odběr:tůň						
Č. vzorku	Poznámka ke vzorku						
12960	FA:č.obj.: výsledky:RNDr.Prausová						

Ukazatel	Jednotka	Č.vz. 12960
pH		7,4
KNK-4,5	mmol/l	6,81
ZNK-8,3	mmol/l	0,94
KNK-8,3	mmol/l	ne KNK, ZN
ZNK-4,5	mmol/l	ne KNK, ZN
HCO ₃	mg/l	415
CO ₃	mg/l	0
Cl	mg/l	61,9
SO ₄	mg/l	443
Ca	mg/l	323,0
Mg	mg/l	17,8
Na	mg/l	10,40

Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena za použití koeficientu rozšíření rovnajícího se 2, což odpovídá hladině spolehlivosti 95%

Ukazatel	SPP	Metoda	Akreditace	Nejistota
SO ₄	AA02A	stanovení aniontů ITP - STN 757430	A	10%
Cl	AA16A	stanovení chloridů CFA - ČSN EN ISO 15682	A	10%
pH	AZ01A	stanovení pH potenciometricky - ČSN ISO 10523	A	5%
CO ₃	AZ02A	stanovení KNK titračně - ČSN EN ISO 9963-1 a výpočet forem CO ₂ ČSN 757373	A	
KNK-8,3	AZ02A	stanovení KNK titračně - ČSN EN ISO 9963-1 a výpočet forem CO ₂ ČSN 757373	A	5%
KNK-4,5	AZ02A	stanovení KNK titračně - ČSN EN ISO 9963-1 a výpočet forem CO ₂ ČSN 757373	A	5%
HCO ₃	AZ02A	stanovení KNK titračně - ČSN EN ISO 9963-1 a výpočet forem CO ₂ ČSN 757373	A	
ZNK-4,5	AZ03A	stanovení ZNK titračně - ČSN 757372	A	5%
ZNK-8,3	AZ03A	stanovení ZNK titračně - ČSN 757372	A	5%
Na	AK02A	stanovení kovů (Na, K) AES - ČSN ISO 9964-3	A	20%
Mg	AK18A	stanovení kovů ICP/MS-quadropole, ČSN EN ISO 17294-1,2	A	20%

Příloha 41 Protokol o zkoušce chemické analýzy zaměřená na ukazatele zasolení, HČ1, část 2



POVODÍ LABE, státní podnik
odbor VHL, laboratoř Hradec Králové IČO: 70890005
Víta Nejedlého 951/8, 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ DIČ: CZ70890005
tel: 495 088 777 fax: 495 088 742



Zadavatel rozboru:
IČO: 62690094
DIČ: CZ62690094
obj. č.:

Univerzita Hradec Králové

Rokitanského 62/26
Hradec Králové
50003

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 4830/19

Ze dne: 20.11.2019

strana/počet stran: 2/2

Ukazatel	SPP	Metoda	Akreditace	Nejistota
Ca	AK18A	stanovení kovů ICP/MS-quadropole, ČSN EN ISO 17294-1,2	A	20%

A - akreditovaná zkouška N - neakreditovaná zkouška F - flexibilní rozsah akreditace
SA - subdodávka akreditovaná SN - subdodávka neakreditovaná

F - laboratoř může zařazovat do svého rozsahu bez posouzení akreditačního orgánu dodatečné činnosti. Může se to týkat matrice vzorku, dalších parametrů předmětu analýzy, výkonnosti dané metody (rozsah, nejistota) nebo vyvíjení další zkušební metody při zachování principu měření.

Analýzy vzorků (s výjimkou dodávek) se provádí v laboratoři v Hradci Králové. Ukazatele s příznakem ter./terén v názvu se provádí mimo stálé prostory laboratoře. Výsledky zkoušek se týkají pouze předložených vzorků a vztahují se ke vzorku jak byl přijat.

Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951/8
Slezské Předměstí
500 03 Hradec Králové

(14)

.....
Ing. Hana Dušátková
vedoucí oddělení
chemických laboratoří

-----konec protokolu-----