

## Míčovka kulkonosná (*Pilularia globulifera*) znovu objevena v České republice

### *Pilularia globulifera* rediscovered in the Czech Republic

Ester Ekrťová<sup>1)</sup>, Libor Ekrť<sup>1,2)</sup>, Jan Košnar<sup>1)</sup>, Eliška Zapomělová<sup>1,3)</sup>  
& Alžběta Čejková<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, e-mail: ester.hofhanzlova@centrum.cz, libor.ekrt@gmail.com, jan.kosnar@seznam.cz

<sup>2)</sup> Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, 1. máje 260, 385 01 Vimperk

<sup>3)</sup> Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice

### Abstract

*Pilularia globulifera* was rediscovered in the Czech Republic after almost 70 years. The new locality was found in 2007 in Karhov pond, situated at the base of Javořice hill in the Bohemian-Moravian Highlands. The overall distribution and ecology of the species were reviewed and historical records from the Czech territory were examined. Phytosociological relevés of the vegetation with *P. globulifera* from the new Czech locality were compared with published relevés from both the Czech Republic and several other European countries (England, Netherlands, Germany, Poland and Finland).

**Key words:** Bohemian-Moravian Highlands, Central Europe, ferns, *Marsileaceae*, new occurrence, *Pteridophyta*

**Nomenklatura:** Kubát et al. (2002), Kučera & Váňa (2005), Moravec et al. (1995)

### Úvod

Míčovky (rod *Pilularia*) jsou vytrvalé vodní heterosporické kapradiny, běžně řazené spolu s rody *Marsilea* a *Regnellidium* do čeledi marsilkovitých (*Marsileaceae*). Celosvětově je v rámci rodu *Pilularia* rozlišováno 3–6 druhů (Kramer 1990). V Evropě je tento rod zastoupen dvěma druhy: *Pilularia minuta* Durieu (jedna z nejmenších kapradin na světě vůbec) je omezena na oblast západního Středozeří; míčovka kulkonosná (*P. globulifera*) má širší evropské rozšíření (viz další text).

*Pilularia globulifera* byla až do současnosti považována za vyhynulý druh květeny České republiky (Holub & Procházka 2000). Její spontánní a věrohodný výskyt na našem

území byl v minulosti zaznamenán pouze na několika lokalitách na Třeboňsku ve 30. letech 20. století (Ambrož 1933, Hrobař 1934, Ambrož 1939). Od této doby již druh nebyl, ani přes cílený průzkum řady lokalit s předpokládanou možností výskytu v oblasti Třeboňské pánve, objeven (Kučera 1985, Husák in Chán 1999). V roce 2007 byla míčovka kulturní nalezena kolektivem autorů tohoto příspěvku na obnaženém dně rybníka Karhov u obce Studená v oblasti Jihlavských vrchů. Výskyt míčovky na této nové recentní lokalitě je s nejvyšší pravděpodobností přirozeného původu a zároveň znamená znovuobjevení druhu pro květenu České republiky po téměř 70 letech.

## Metodika

Vegetace s výskytem *P. globulifera* byla dokumentována zápisem šesti fytoecologických snímků (viz tab. 1). Pokryvnost druhů ve snímcích byla vyjádřena pomocí sedmičlenné Braun-Blanquetovy stupnice abundance a dominance (Braun-Blanquet 1932). Zeměpisné souřadnice snímků byly v terénu zaznamenány přístrojem Garmin Vista C a jsou uvedeny v souřadném systému WGS-84. Fytoecologické snímky z rybníka Karhov byly porovnány s dostupným historickým snímkovým materiálem z Třeboňska (Ambrož 1939, 4 snímky) i dalších lokalit v Británii (Husák & Wade 1988, 3 snímky), Nizozemsku (van Heerden & Kerkhof 1998, 3 snímky), Německu (Breunig & Philippi 1988, Kaplan & Prolingheuer 1989, 25 snímků), Polsku (Žukowski et al. 1986–1987, 5 snímků) a Finsku (Mäkirinta 1964, 17 snímků). K porovnání fytoecologických snímků byla použita detrendovaná korespondenční analýza (DCA); její výpočet probíhal v programu Canoco for Windows 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002), následná konstrukce ordinačních diagramů pak v programu CanoDraw for Windows 4.0 (ter Braak & Šmilauer 2002). Před vlastním provedením analýzy byly pokryvnosti jednotlivých druhů převedeny z Braun-Blanquetovy stupnice na sedmičlennou ordinální stupnici (Lepš & Šmilauer 2003) a nomenklatura druhů vyšších rostlin i mechorostů byla pro potřeby analýzy sjednocena, aby nedocházelo k duplicitním údajům.

Při zjišťování údajů o historickém výskytu *P. globulifera* na území ČR byl revidován herbář Jihočeského muzea v Českých Budějovicích (CB) a muzea v Soběslavi (SOB). Dokladové herbářové položky *P. globulifera* z nové lokality jsou uloženy v PRC, CB, herb. L. Ekrt a herb. J. Košnar.

## Celkový areál druhu

*Pilularia globulifera* je evropským endemitem se zřetelně atlantským až subatlantským rozšířením (Hultén & Fries 1986, Jalas & Suominen 1988, Crabbe 1993). Jádrou částí areálu druhu je oblast severozápadní Evropy, zahrnující Britské ostrovy, severní Francii, Belgie, Nizozemsko, Dánsko, jižní Norsko, jižní Švédsko (Mossberg & Stenberg 1992) a Německo (zde především území Severoněmecké nížiny – Lužici, Dolní Sasko, Severní Porýní-Vestfálsko, vzácněji i horní Porýní a nížiny Bavorska – Bennert 1999, Breunig & Philippi 1988, Kaplan & Prolingheuer 1989). Spolehlivě prokázané izolované okrajové výskyty pak zasahují na území Španělska a Portugalska (Romero et al. 2004), Itálie (Marchetti 2004), Polska (Žukowski et al. 1986–1987, Žukowski & Jackowiak 2001) a Finska (Mäkirinta 1964). Přirozený výskyt zanikl ve Švédsku, kde byla následně provedena umělá reintrodukce na jednu z historických lokalit (v oblasti mezi městy Bern a Fribourg) za použití rostlin z Francie (Kässermann 1999). Dále se druh zřejmě vyskytoval nebo vyskytuje také na Ukrajině (Dubina & Protopopova 1981). *P. globulifera* pravděpodobně nikdy nerostla na Slovensku (cf.

Dostál 1950, Futák 1966, Marhold & Hindák 1999); uvádí ji odtud sice Dubina & Protopopova (1981), údaj však zřejmě vznikl mylnou interpretací textu v Květeně ČSR (Dostál l. c.). Za přinejmenším nejisté lze obecně považovat údaje o výskytu *P. globulifera* v jihovýchodní části evropského kontinentu – v Maďarsku (cf. Glück 1936), Rumunsku (cf. Prodan & Buia 1966) nebo Řecku (na ostrově Korfu – Glück 1936). Bobrov (1974) uvádí výskyt druhu v severozápadním Rusku (v Karelské úžině). Další údaje z Ruska (dolní Povolží – Bobrov 1974) jsou považovány za pochybné (Žukowski et al. 1986–1987). Druh se běžně nevyskytuje přímo ve vysokých evropských pohořích (Pyreneje, Alpy, Karpaty; Žukowski et al. 1986–1987, Bennert 1999). Pouze ve Švýcarsku byl druh vzácně historicky udáván z pohoří Jura a ze západní části centrálních Alp (Wohlgemuth et al. 2001).

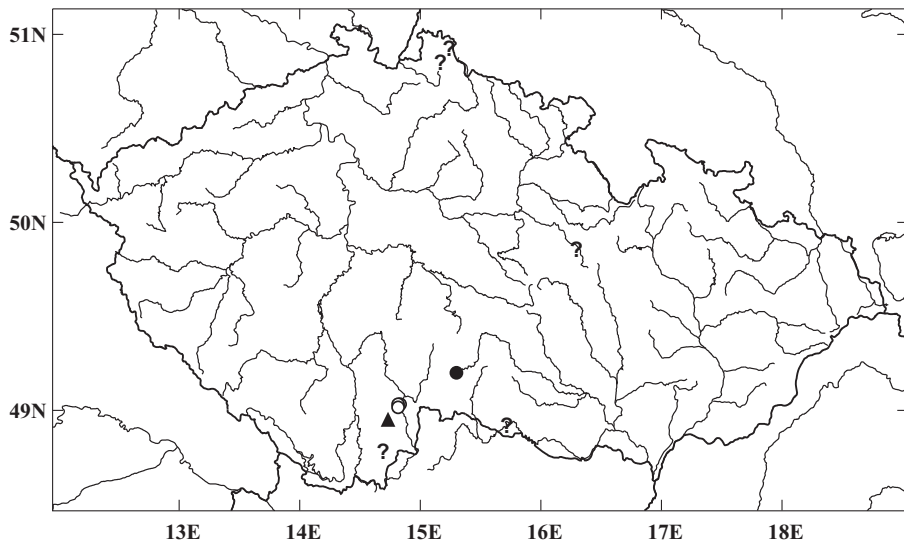
### Ekologická a stanovištní charakteristika

*P. globulifera* osídluje vždy semiterestrické nebo limnické biotopy, tedy místa přechodně nebo i trvale zaplavená vodou. Zpravidla jde o mělčiny hluboké několik desítek centimetrů, nicméně jsou známy i výskyty v hloubkách okolo 1 m (Mäkirinta 1964, Bennert 1999). Stanoviště téměř nebo zcela přirozeného charakteru tak představují okraje jezer a neznečištěných rybníků (především jejich obnažená dna; viz např. Ambrož 1933, Hrobař 1934, Mäkirinta 1964, Žukowski et al. 1986–1987). Zejména v centrální části svého areálu se druh v současnosti vyskytuje i na zřetelně antropogenních stanovištích, jako jsou zaplavené lomy (pískovny, štěrkovny, hliníky) nebo odvodňovací kanály (viz např. Raabe 1978, Husák & Wade 1988, van Heerden & Kerkhof 1996). Značně překvapivé, avšak spolehlivě doložené, byly výskyty v zaplavených kukuřičných polích, pozorované na několika lokalitách v německém horním Porýní (Badensko-Württembersko) v 80. letech 20. století (Breunig & Philippi 1988).

V celém svém areálu míčovka roste na písčitých, rašelinných i jílovitých substrátech, s nízkým obsahem dusíku, fosforu a zpravidla i vápníku. Tyto substráty jsou obvykle přeplavovány oligotrofní nebo mezotrofní vodou (v případě výrazně antropogenních lokalit obklopených intenzivně zemědělskou krajinou až slabě eutrofní vodou – Kaplan & Protingheuer 1989). K pH vodního prostředí je druh poměrně tolerantní. Většinou je nalézán ve vodách slabě kyselých nebo neutrálních, ale je schopen růst i ve vodách mírně alkalických (viz např. Kaplan & Protingheuer 1989).

*P. globulifera* je výrazně světlomilným, a přitom konkurenčně slabým druhem (Ambrož 1939, Bennert 1999). V semiterestrických biotopech proto přežívá jen v rozvolněné vegetaci blokových nebo iniciálních sukcesních stádií, která se typicky vyvíjí právě na obnažených dnech nebo mechanicky narušených plochách. V zaplavené fázi stanovišť nedokáže snášet zastínění vyvolané nárosty řas v eutrofizovaných vodách (Bennert 1999). Druh je navíc citlivý k extrémům kontinentálního klimatu (silné zimní mrazy a dlouhá letní sucha – viz např. Mäkirinta 1964 nebo Bennert 1999 a odkazy tam citované).

Z fytoecologického hlediska se *P. globulifera* nejčastěji vyskytuje v pobřežní vegetaci vytrvalých obojživelných rostlin (třída *Isoëto-Littorelletea*, svaz *Littorellion uniflorae*),



Obr. 1. – Přehled historického a současného rozšíření *Pilularia globulifera* v České republice. Mapa je sestavena na základě dostupných literárních údajů (Ambrož 1933, Hrobař 1934, Klika 1935, Dostál 1950, Křísa 1988, Chán 1999, Jakubcová 2007) a doplněna je nová lokalita. Legenda: ● = recentní nově nalezená lokalita; ○ = historická lokalita; ▲ = výsadba; ? nedoložený a pochybný údaj o výskytu.

Fig. 1. – Historical and recent distribution of *Pilularia globulifera* in the Czech Republic. The map was compiled from literary data (Ambrož 1933, Hrobař 1934, Klika 1935, Dostál 1950, Křísa 1988, Chán 1999, Jakubcová 2007) and the new locality was added. Legend: ● = recent new locality; ○ = historical locality; ▲ = planting; ? doubtful record.

druží se k ní i jednoleté vlhkomilné byliny z třídy *Isoëto-Nanojuncetea* (Bennert 1999). V rámci svazu *Littorellion uniflorae* bývá tradičně považována za diagnostický druh asociace *Pilularietum globuliferae*, představující pionýrskou vegetaci na živinami chudých až středně bohatých substrátech (Oberdorfer 1992, Bennert 1999). Tato asociace je zpravidla druhově chudým společenstvem s výraznou dominancí *P. globulifera*. S postupující sukcesí (např. na gradientu od vodní hladiny k nezaplavovaným břehům) se *P. globulifera* ocitá také v porostech obohacených o druhy tříd *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* nebo *Phragmito-Magnocaricetea* (Ambrož 1939, Żukowski et al. 1986–1987, Kaplan & Prolingerheuer 1989). Především na výrazně antropogenních stanovištích mohou míčovku v závislosti na druhové garnituře okolní krajiny nebo způsobu využívání lokality doprovázet i druhy luční, ruderální, segetální (Raabe 1979, van Heerden & Kerkhof 1996) nebo dokonce kulturní (Breunig & Philippi 1988).

Vazba míčovky kulkonosně na dosti specifický a nestabilní typ stanovišť vede, podobně jako např. u plavuňky zaplavované (*Lycopodiella inundata*), ke „stěhování“ lokalit,

resp. k zánikům dřívějších populací a vzniku nových v závislosti na momentální přítomnosti vhodných biotopů (Oberdorfer 1992). Jsou rovněž popsány případy znovuoobjevení druhu na téže lokalitě po několika desítkách let jeho nepřítomnosti (Żukowski et al. 1986–1987).

Na generativní reprodukci této heterosporické kapradiny má pravděpodobně příznivý vliv periodické kolísání vodní hladiny. Během letního vyschnutí rostliny vytvářejí sporokarpy ve větší míře než za trvalého zaplavení (Bennert 1999). Vodní prostředí je však nutné k otevírání sporokarpů a oplození megaspor. Není vyloučeno, že oplozené megaspory mohou dlouhodobě přetrvávat v substrátu a zachovat si přítom klíčivost (Bennert 1999, Kässermann 1999). Přecházení zhoršených podmínek ve formě spor je tak jedním (nikoli však jediným) v úvahu přicházejícím vysvětlením pro opakované, časově vzdálené výskytu na stejných lokalitách.

Dálkové šíření oplozených megaspor se snad děje prostřednictvím vodních ptáků, jelikož rosolovitý obsah sporokarpů se zachytává na jejich peří a nohy (Bennert 1999). Dalším vysvětlením pro znovunalezení *P. globulifera* na lokalitách známých z minulosti by pak mohla být tendence vodních ptáků (potenciálních šířitelů diaspor) opakovaně tyto lokality vyhledávat, např. z potravních důvodů nebo kvůli hnízdění.

Vzhledem ke svým ekologickým nárokům byla *P. globulifera* v celém svém areálu zřejmě vždy rozšířena nanejvýš roztroušeně, spíše vzácně. V současnosti je navíc zaznamenáván její zřetelný ústup (viz např. Stace 1997, Marchetti 2004) způsobený ztrátou vhodných biotopů vlivem změn ve využívání krajiny (eutrofizace, vysoušení, zarůstání zapojenou a vysokou vegetací – viz např. Curtis & McGough 1988, Romero et al. 2004, Kaplan & Provinghuer 1989). *P. globulifera* se tak stala druhem ohroženým v celém svém areálu.

## Historické rozšíření druhu v České republice

Na území našeho státu byla v minulosti *Pilularia globulifera* věrohodně zaznamenána pouze v jižních Čechách, v oblasti Třeboňské pánve (obr. 1). První objev, na bahnitém dně rybníka Starý Vdovec u obce Stará Hlína, učinil Ambrož (1933). Druh zde porůstal celé obnažené dno rybníka. V r. 1934 byla míčovka nalezena nedaleko od první lokality, na letněném dně rybníka Vyšehrad, a to pouze na jediném místě v severní části rybníka (Hrobař 1934). Naposledy zde byla zaznamenána ještě v roce 1936 (Ambrož 1939). V sousedství obou již zmíněných lokalit byla *Pilularia globulifera* zjištěna J. Ambrožem ještě roku 1939, na rybníku Nový Vdovec (1939 *J. Ambrož*, CB 34886). Údaj o sběru druhu na Novém Vdovci vztahující se k roku 1937 (1937 *J. Kurka*, herb. J. Kurka in Chán 1999) nebyl ověřen v herbářích CB ani SOB. Od této doby již druh nebyl na území ČR věrohodně zaznamenán.

## Nedoložené nebo nevěrohodné údaje, kultivace a výsadby

V souvislosti s výskytem míčovky kulkonosné byly v minulosti v literatuře zmíněny i některé další lokality v ČR. Údaje o míčovce kulkonosné se z území Čech objevují již

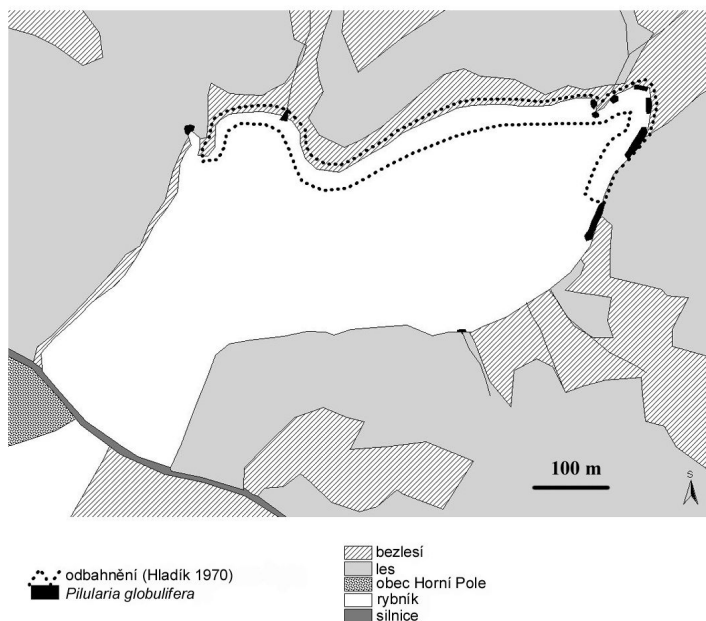
v Prodrumu Květeny České (Čelakovský 1868, 1883). V prvním díle Prodrumu (Čelakovský 1868) je uvedena lokalita u Litomyšle „v příkopech lučních, na mokřých pastvinách (herb. Knafův, sbíral Hähnel)“, kterou ovšem Čelakovský (1883) v díle čtvrtém zpochybňuje: „Litomyšlské stanoviště jest pochybné, nebylo nověji na vzdor schválnému hledání nalezeno“ (Čelakovský 1883). S otazníkem je zde také dále uvedena lokalita u Hejnice (Haindorf) v Jizerských horách „v jediné prý kaluži (A. Schmidt)“ (Čelakovský 1883). Obě lokality byly tedy již samotným Čelakovským zpochybněny a zdá se, že ani Čelakovský nemusel vidět herbářový doklad či náleze zřejmě nepovažoval za zcela věrohodné. Dostál (1950) dále zmiňuje a zároveň zpochybňuje lokalitu Jindřichovic pod Smrkem v severních Čechách. Z fytoocenologické práce Kliky (Klika 1935) bohužel není jasné, zda autor druh sám pozoroval na obnažených dnech rybníka u Čížokraje (u Nových Hradů na Českobudějovicku) a Žárského rybníka (u Trhových Svin na Českobudějovicku), nebo zda jen uvedl, že se ve společenstvech řádu *Littorelletalia* na našem území může nacházet i *P. globulifera*.

Po nálezu míčovky na Karhově se v současném denním tisku (Jakubcová 2007) objevila informace o někdejší výskytu druhu na obnaženém dně Vranovské přehrady (50. léta 20. století, not. F. Holčápek). Vzhledem k nedoložení výskytu herbářovou položkou ani fotografií však nelze údaj považovat za věrohodný.

V Botanickém ústavu (BÚ) AV ČR v Třeboni existuje kultivace rostlin pocházejících z Bavorska. Pokusně jsou tyto rostliny kultivovány v areálu BÚ v Třeboni a s vědomím Správy CHKO Třeboňsko byly také experimentálně vysazeny na dvě lokality antropogenního původu nedaleko Třeboně. Ve vytěžené pískovně u Domanína ve vlastnictví BÚ (asi 7 km J od Třeboně) na písku druh dlouhodobě nepřežil. Dále byl druh vysazen do odvodňovacího kanálu a dvou tůňek po vytěžené rašelině u obce Branná. Populace v odvodňovacím kanále byla při vyhrnování kanálu těžaři zničena a v mělkých tůňkách dosud přežívá pouze v jediné osluněné tůni na ploše asi 1 m<sup>2</sup>. Existence druhu na těchto lokalitách je monitorována pracovníky Botanického ústavu AV ČR v Třeboni. Kultivační experimenty v BÚ budou do budoucna zrušeny a nahrazeny autochtonním materiálem z Karhova. Podle sdělení pracovníků BÚ v Třeboni nebudou rostliny použity k výsadbám do volné přírody. Na lokality ležící mimo bližší okolí Třeboně nebyla míčovka kulkonosná nikdy experimentálně vysazena (Š. Husák in litt.).

## Charakteristika nové lokality

*Pilularia globulifera* byla nalezena dne 8. 8. 2007 na obnaženém okraji rybníka Karhov asi 1,4 km severovýchodně od centra obce Horní Pole nedaleko obce Studená (okr. Jindřichův Hradec). Druh zde byl nalezen v deseti mikropopulacích v severní a východní části rybníka (viz obr. 2). Lokalita se nachází na úpatí masivu Javořice v nadmořské výšce 670 m. Z hlediska regionálně fytogeografického členění ČR (Skalický 1988) leží v oreofytiku Jihlavských vrchů (fytogeografický okres 90) a v rámci středoevropského síťového mapování (Ehrendorfer & Hamann 1965) spadá do kvadrantu 6757d.



Obr. 2. – Schématická mapa rybníka Karhov a jeho bezprostředního okolí se zákresy populaci *Pilularia globulifera* zaznamenaných v roce 2007.

Fig. 2. – Schematic map of Karhov reservoir and its vicinity with populations of *Pilularia globulifera* recorded in 2007.

Horninové podloží tvoří granitová řada paleozoika, resp. drobnozrnný až středně zrnitý granit, překrytý v místě rybníka kamenito-hlinitým deluviálním sedimentem. Na severní stranu rybníka částečně zasahuje ložisko cordierit-biotického migmatitu (ČGS 2004).

Území klimaticky přísluší do chladné klimatické oblasti (CH7), která zaujímá Jihlavské vrchy (Quitt 1971). Průměrná roční teplota se v Jihlavských vrších pohybuje okolo 6 °C a průměrný roční úhrn srážek okolo 700 mm (Čech et al. 2002).

Rybník Karhov leží v blízkosti evropského rozvodí mezi Černým a Severním mořem, v pramenné oblasti Studenského potoka náležejícího do povodí Vltavy.

Rybníční soustava, jejíž je Karhov součástí, pochází zřejmě již ze středověku. V archívech se zmínka o ní objevuje např. v r. 1560, kdy soustavu rybníků i ves Horní Pole zakoupil pán Telčského panství Zachariáš z Hradce a rybníky (Karhov, Zhejral) v této době sloužily k lovu pstruhů (Tiray 1913: 275). V 70. letech minulého století byla na rybníce Karhov zřízena nádrž na pitnou vodu pro obec Studená. V rámci zřízení této nádrže byla navýšena hráz rybníka a rybník byl částečně odbahněn na několika místech na severním až

východním okraji. Došlo zde k nepatrnému rozšíření vodní plochy na úkor litorálních porostů a rašelinišť. V rámci těchto technických zásahů došlo i k regulaci potoka a neúspěšnému pokusu o částečné odvodnění rašelinišť mezi rybníky Karhov a Zhejral (Hladík 1970). Narušení břehů a částečné odbahnění dna provedené v 70. letech 20. století (viz obr. 2) do jisté míry odpovídá i současnému rozšíření *P. globulifera*, a není tedy vyloučené, že tyto zásahy mohly pozitivně podpořit uchycení nebo rozšíření druhu na lokalitě.

Rybník Karhov představuje poměrně mělkou nádrž (maximální hloubka 3 m) s bahni-to-písčitém dnem pokrytým vrstvou organického sedimentu. Rozloha nádrže při maximálním vzduťi je 27,24 ha a objem 561 107 m<sup>3</sup>. Základní fyzikální a chemické charakteristiky nádrže velmi dobře odpovídají parametrům jiných evropských lokalit, z nichž je výskyt *P. globulifera* udáván (Kaplan & Protingheuer 1989, Bennert 1999). Hodnoty pH se pohybují mezi 6,0 a 7,9 a konduktivita v rozmezí 69–97 mS.cm<sup>-1</sup>. Nízká koncentrace rozpuštěného fosforu a vysoký obsah huminových látek řadí Karhov mezi dystrofní nádrže (koncentrace celkového fosforu se v roce 2007 pohybovaly mezi 0,009–0,038 mg.l<sup>-1</sup>, s ročním průměrem 0,020 mg.l<sup>-1</sup>). Nízké jsou i koncentrace dusíku v nádrži (0,8–1,1 mg.l<sup>-1</sup>; roční průměr 0,9 mg.l<sup>-1</sup>) (údaje z Povodí Vltavy, České Budějovice). Omezená dostupnost živin má za následek kvalitativní i kvantitativní ochuzení biologické složky. V posledních letech, a to zejména v letních měsících, však dochází k poměrně velkému rozvoji fytoplanktonu (vysoké koncentrace chlorofylu *a*, snížená průhlednost vody; na jaře dominují rozsivky, v létě chloromonády z r. *Vacuolaria* a sinice *Merismopedia tenuissima*). Na tuto skutečnost mělo jistě vliv velmi teplé a suché počasí v r. 2007, které způsobilo vyšší prohřátí vody v nádrži. Pokles kvality vody v důsledku zvýšeného rozvoje fytoplanktonu však může být i důsledkem nekontrolovaného přemnožení ryb, podobně jako v rybníce Zhejral výše v povodí. Velmi omezené rybí obsádky jsou na vodárenské nádrže nasazovány pro udržení predáční rovnováhy. Ovšem pokud se obsádka zvolí nevhodně, či se vymkne kontrole, vznikají zákonitě potíže s kvalitou vody, tak jak se tomu stalo v posledních letech na rybníku Zhejral v sousedství Karhova. Jistou roli ve zvýšeném přísunu živin do vody má zřejmě také zanášení rybníka vlivem rozsáhlých melioračních opatření v masivu Javořice v průběhu posledních 20–30 let, která se již negativně projevila v případě rybníka Zhejral. Po jeho vypuštění v r. 2007 se zjistilo, že původně zcela písčité dno je pokryté silnou vrstvou bahna, které vzhledem k absenci blízkých polních kultur a lesním přítokům musí pocházet ze splavovaných lesních půd. Drastická meliorační opatření jsou opakovaně obnovována až do současnosti (A. Jelínek, in verb.; vlastní pozorování).

V současné době lokalita není součástí žádného maloplošného ani velkoplošného zvláště chráněného území. Náleží však do ochranného pásma vodárenské nádrže Karhov, která je zdrojem pitné vody pro obec Studená a další menší obce. V rámci vytvářené soustavy Natura 2000 požívá předběžné ochrany, jelikož byla zařazena do národního seznamu evropsky významných lokalit (EVL) jako Zhejral CZ 0610170 (MŽP 2008). Významný problém při ochraně populací vzácných druhů rostlin (nejen *Pilularia globulifera*, ale také *Littorella uniflora*) na lokalitě do budoucna představují postupující pokles průhlednosti vody a nárosty perifytonu na ponořených rostlinách. Tento trend může být



způsoben pravděpodobně výše uvedenými faktory. K tomu dále přistupuje neochota majitele rybníka (Povodí Vltavy) zajistit alespoň mírnou manipulaci s vodní hladinou rybníka, jelikož terestrická životní fáze obou druhů rostlin je významná pro jejich generativní reprodukci. Varovnou skutečností je, že *Littorella uniflora* zaznamenává na této lokalitě po několik posledních let masivní ústup (P. Hesoun, in verb.).

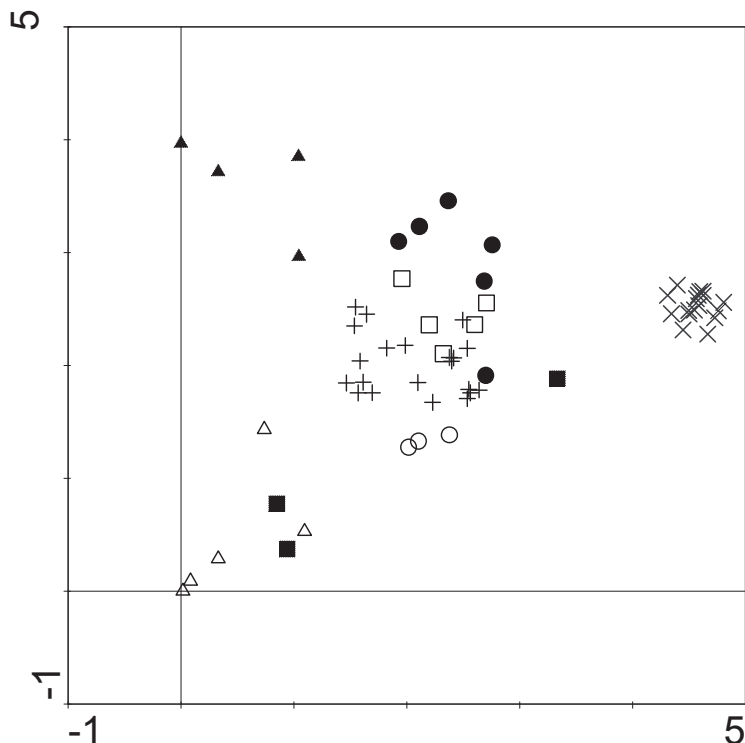
## Vegetační porovnání lokalit

Na lokalitě Karhově vytvářela *Pilularia globulifera* několik menších porostů roztroušeně ve východní a menší měrou i severní části rybníka (viz obr. 2) na obnaženém bahnitěm dně tvořeném převážně rašelinnými sedimenty. Na základě terénního průzkumu se zdá, že nejrozsáhlejší populace se vyskytovaly na místech, kde dochází k nejvýraznějšímu kolísání hladiny vody v rybníce v sušších obdobích roku. Druh *P. globulifera* se zde vyskytoval společně s bohatými porosty *Littorella uniflora*, vtroušeny byly *Juncus bulbosus* či *Eleocharis acicularis*. Místy se pokrývají porosty *P. globulifera* prorůstaly s litorálními porosty vysokých ostřic s dominancí *Carex rostrata*. Ojedinelý byl výskyt bohatého porostu míčovky v ústí zaneseného melioračního kanálu na severním břehu rybníka společně s porosty *Ranunculus flammula* a *Glyceria fluitans* (viz Tab. 1). Mimo vlastní plochu rybníka Karhově se tento druh vyskytoval také v litorálu malého, dnes již zamezeného rybníčku, který se nachází na severozápadním břehu Karhova a při vyšších stavech vody v Karhově komunikuje přes hráz s hladinou této vodní nádrže.

K výsledkům porovnání fytoocenologických snímků s výskytem *P. globulifera* pomocí detrendované korespondenční analýzy (DCA) je třeba přistupovat s rezervou. Jednotlivé snímky se až řádově liší ve velikosti plochy, což budí dojem, že byly někdy vymezeny velmi subjektivně. Přesto však jejich porovnání není zcela nezajímavé (obr. 3).

Lze víceméně prohlásit, že snímky z Karhova spadají variabilitou svého druhového složení mezi většinu ostatních zápisů, pořízených na jiných evropských lokalitách, a jsou si mezi sebou navzájem dosti podobné (výrazněji odlišný je pouze snímek zachycující porost míčovky v zaneseném melioračním kanálu).

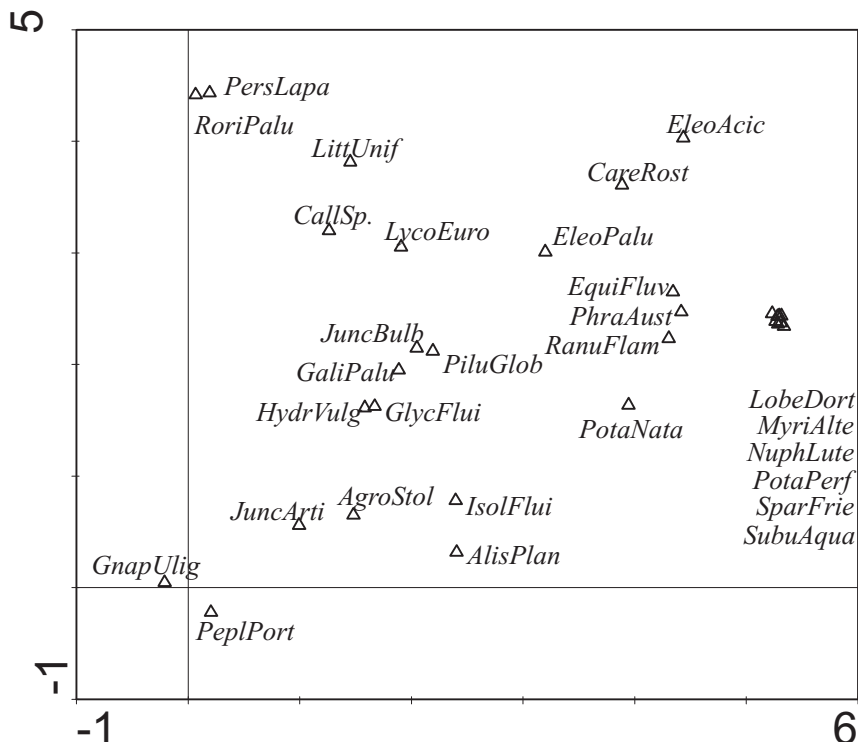
S druhovým složením většiny hodnocených snímků výrazněji kontrastují čtyři skupiny záznamů (cf. Obr. 3 a 4). (1) Snímky z jezer v jižním Finsku (Mäkiriinta 1964) se vyznačují pravidelným zastoupením řady vodních makrofyt a mokřadních druhů, které v ostatních (západoevropských) zápisech zcela chybí (např. *Isoetes echinospora*, *I. lacustris*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton perfoliatus*, *Subularia aquatica* L., *Lobelia dortmanna* L.). (2) Snímky z dnes již zaniklých lokalit na Třeboňsku (Ambrož 1939) obsahují, narozdíl od všech ostatních, několik dnes vzácných průvodců obnažených den (*Elatine hexandra*, *Spergularia echinosperma*). Časový odstup Ambrožových snímků od ostatních středo- a západoevropských zápisů činí více než 50 let. Lze tedy předpokládat, že za tuto dobu došlo k posunům v druhovém složení vegetace obnažených den, především k úbytku druhové bohatosti. Záznamy ze 30. let 20. století zachytily stav před intenzifikací zemědělství (včetně chovu ryb) a celkovou změnou hospodaření v krajině, ke které došlo v poválečných letech postupně



Obr. 3. – Výsledek detrendované korespondenční analýzy (DCA) fytoocenologických snímků s *Pilularia globulifera* – ordinační diagram snímků. První ordinační osa (vodorovná) zachycuje 7,3 % variability druhového složení snímků, druhá ordinační osa (svislá) 5,7 % variability. Označení skupin snímků: ● – ČR (snímky z rybníka Karhov v r. 2007), ▲ – Česká republika (Ambrož 1939), △ – Německo (Breunig & Philippi 1988), + – Německo (Kaplan & Prolingheuer 1989), □ – Polsko (Żukowski et al. 1986–1987), ○ – Anglie (Husák & Wade 1988), ■ – Nizozemsko (van Heerden & Kerkhof 1996), × – Finsko (Mäkirinta 1964).

Fig. 3. – Results of Detrended Correspondence Analysis (DCA) of phytosociological relevés with *Pilularia globulifera* – biplot of relevés. The first ordination axis (horizontal) explains 7.3 % of the variability in species composition of relevés, the second ordination axis (vertical) 5.7 % of the variability. Symbols for groups of relevés: ● – Czech Republic (relevés from Karhov fishpond in 2007), ▲ – Czech Republic (Ambrož 1939), △ – Germany (Breunig & Philippi 1988), + – Germany (Kaplan & Prolingheuer 1989), □ – Poland (Żukowski et al. 1986–1987), ○ – England (Husák & Wade 1988), ■ – Netherlands (van Heerden & Kerkhof 1996), × – Finland (Mäkirinta 1964).

v celé západní i střední Evropě. (3) Snímky zapsané na přechodně zaplavených kukuřičných polích v německém horním Porýní (Breunig & Philippi 1988) jsou, kvůli značně extrémnímu



Obr. 4. – Výsledek detrendované korespondenční analýzy (DCA) fytoocenologických snímků s *Pilularia globulifera* – ordinační diagram druhů. První ordinační osa (vodorovná) zachycuje 7,3 % variability druhového složení snímků, druhá ordinační osa (svislá) pak 5,7 % variability. Použité zkratky: *AgroStol* – *Agrostis stolonifera*, *AlisPlan* – *Alisma plantago-aquatica*, *CallSp.* – *Callitriche* sp., *CareRost* – *Carex rostrata*, *EleoAcic* – *Eleocharis acicularis*, *EleoPalu* – *Eleocharis palustris*, *EquiFluv* – *Equisetum fluviatile*, *GaliPalu* – *Galium palustre*, *GlycFlui* – *Glyceria fluitans*, *GnapUlig* – *Gnaphalium uliginosum*, *HydrVulg* – *Hydrocotyle vulgaris*, *IsoëEchi* – *Isoëtes echinospora*, *IsoëLacu* – *Isoëtes lacustris*, *IsolFlui* – *Isolepis fluitans* L., *JuncArti* – *Juncus articulatus*, *JuncBulb* – *Juncus bulbosus*, *LittUnif* – *Littorella uniflora*, *LobeDort* – *Lobelia dortmanna* L., *LycöEuro* – *Lycopus europaeus*, *MyriAlte* – *Myriophyllum alterniflorum*, *NuphLute* – *Nuphar lutea*, *PeplPort* – *Peplis portula*, *PersLapa* – *Persicaria lapathifolia*, *PhraAust* – *Phragmites australis*, *PiluGlob* – *Pilularia globulifera*, *PotaNata* – *Potamogeton natans*, *PotaPerf* – *Potamogeton perfoliatus*, *RanuFlam* – *Ranunculus flammula*, *RoriPalu* – *Rorippa palustris*, *SparFrie* – *Sparganium friesii* Beurl., *SubuAqua* – *Subularia aquatica* L.

Fig. 4. – Results of Detrended Correspondence Analysis (DCA) of phytosociological relevés with *Pilularia globulifera* – biplot of species. The first ordination axis (horizontal) explains 7.3 % of the variability in species composition of relevés, the second ordination axis (vertical) 5.7 % of the variability. For explanation of abbreviations of species names see the previous paragraph.

Tab. 1. – Fytcenologické snímky asociace *Pilularietum globuliferae* zaznamenané v roce 2007 na rybníku KarhovTab. 1. – Phytosociological relevés of the *Pilularietum globuliferae* association recorded in Karhov pond in 2007

Číslo snímku / Relevé number	1	2	3	4	5	6
Expozice / Exposition	–	–	–	–	–	–
Sklon / Slope (°)	–	–	–	–	–	–
Plocha snímku / Relevé area (m <sup>2</sup> )	1	0,25	0,25	0,15	1	1
Nadmořská výška / Altitude (m)	670	670	670	670	670	670
Pokryvnost / Cover E <sub>1</sub> (%)	20	50	50	50	60	70
Pokryvnost / Cover E <sub>0</sub> (%)	1	1	0.5	0.5	1	0
<b>E<sub>1</sub> – bylinné patro / herb layer</b>						
<i>Pilularia globulifera</i>	2	3	+	3	3	3
<i>Juncus bulbosus</i>	2	+	+	+	+	.
<i>Carex rostrata</i>	+	+	+	r	3	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	+	+	+	+	.
<i>Epilobium palustre</i>	.	r	r	+	r	.
<i>Littorella uniflora</i>	.	2	3	+	.	.
<i>Callitriche</i> sp.	.	.	+	+	+	.
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	+	.	r	.	+	.
<i>Galium palustre</i>	.	+	.	.	+	r
<i>Persicaria amphibia</i>	.	r	r	r	.	.
<i>Taraxacum</i> sp.	.	r	r	r	.	.
<i>Persicaria lapathifolia</i>	.	r	.	r	r	.
<i>Eleocharis palustris</i> s. l.	.	+	+	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i> (juv.)	.	+	+	.	.	.
<i>Calamagrostis canescens</i>	.	+	.	+	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	+	.	+	.
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	r	r	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	+	.	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	r	+
<b>E<sub>0</sub> – mechové patro / moss layer</b>	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum denticulatum</i>	+	+	+	.	.	.

**Druhy v jednom snímku / In one relevé only:**E<sub>1</sub> – bylinné patro / herb layer

*Viola palustris* 2: r, *Picea abies* (juv.) 3: +, *Bidens radiata* 3: r, *Cardamine amara* 5: +, *Sparganium erectum* 5: +, *Mentha arvensis* 5: r, *Potentilla palustris* 5: r, *Ranunculus flammula* 6: 2, *Equisetum fluviatile* 6: +, *Juncus articulatus* 6: +, *Veronica scutellata* 6: +.

1 – Horní Pole (Jihlava), písčité až bahnitě obnažené dno rybníka Karhov, 1,4 km VSV od centra obce, 49°12'52,8" N, 15°18'47,2" E, L. Ekrť & E. Ekrťová 8. 8. 2007

2 – Horní Pole (Jihlava), písčité až bahnitě obnažené dno rybníka Karhov, 1,4 km VSV od centra obce, 49°12'50,7" N, 15°18'49,3" E, L. Ekrť & K. Šumberová 14. 8. 2007

3 – Horní Pole (Jihlava), písčité až bahnitě obnažené dno rybníka Karhov, 1,4 km VSV od centra obce, 49°12'50,7" N, 15°18'49,3" E, L. Ekrt & K. Šumberová 14. 8. 2007

4 – Horní Pole (Jihlava), písčité až bahnitě obnažené dno rybníka Karhov, 1,3 km VSV od centra obce, 49°12'47,0" N, 15°18'47,2" E, L. Ekrt & K. Šumberová 14. 8. 2007

5 – Horní Pole (Jihlava), písčité až bahnitě obnažené dno rybníka Karhov, 930 m SV od centra obce, 49°12'48,6" N, 15°18'17,6" E, L. Ekrt & E. Ekrťová 25. 8. 2007

6 – Horní Pole (Jihlava), bahnitá strouha při vtoku do rybníka Karhov, 1 km SV od centra obce, 49°12'49,8" N, 15°18'24,4" E, E. Ekrťová 17. 9. 2007

typu stanoviště, specifické především zastoupením běžných polních plevelů (*Echinochloa crus-galli*, *Plantago major*) nebo samotné kulturní plodiny (*Zea mays*). (4) Snímky z nizozemských lokalit (van Heerden & Kerkhof 1996) pocházejí z výrazně antropogenních stanovišť (odvodňovací kanály, obnažené plochy vzniklé odstraněním horních vrstev půdy na někdejší louce); oproti jiným zápisům v nich jsou čteněji zastoupeny druhy luční a ruderalní (např. *Holcus lanatus*, *Poa annua*, *Poa trivialis*, *Trifolium pratense* nebo *Cirsium vulgare*).

## Závěr

Nově nalezená lokalita míčovky kulkonosné (*Pilularia globulifera*) na rybníku Karhov u Studené v Jihlavských vrších představuje jediný recentní, zřejmě spontánně vzniklý výskyt druhu v České republice. Existence této lokality je významná i v celoevropském kontextu, protože druh je dnes ohrožen v celém svém atlantském až subatlantském areálu.

Druh byl zaznamenán ve vegetaci obojživelných rostlin svazu *Littorellion uniflorae*, v rámci asociace *Pilularietum globuliferae*, dosud považované v České republice za vymřelou. Druhové složení fytoocenologických snímků porostů s výskytem *P. globulifera* z rybníka Karhov spadá do rozsahu obvyklé variability této vegetace, zaznamenané v jiných evropských zemích.

Jelikož je *P. globulifera* v Červeném seznamu cévnatých rostlin (Holub & Procházka 2000) zařazena v kategorii A1 – vymřelý druh, navrhuje jeho přeřazení do kategorie C1 – kriticky ohrožený druh. Zcela na místě by bylo také zařazení druhu do novely vyhlášky Ministerstva životního prostředí 395/92 Sb., protože v současném seznamu zvláště chráněných druhů zařazených ve vyhlášce míčovka kulkonosná nefiguruje.

Na lokalitě Karhov druh dnes zřejmě není přímo ohrožen. Významné problémy do budoucna však představují postupující pokles kvality (průhlednosti) vody, tvorba nárostů perifytonu a neochota zajistit alespoň mírnou manipulaci s vodní hladinou rybníka. V roce 2007 byly detailně zaznamenány populace míčovky kulkonosné na Karhově a v dalších letech autoři počítají s dalším monitoringem lokality.

## Poděkování

Za řadu důležitých informací a poskytnutí literatury děkujeme Š. Husákovi (Botanický ústav AV ČR Třeboň). Cenné informace nám dále poskytly instituce (resp. jejich pracovníci): archiv Moravského zemského

muzea (K. Smutná), Povodí Vltavy (K. Kolářová), OŽP MěÚ Dačice (A. Jelínek), Jihočeský kraj (R. Ouedník), OŽP MěÚ Jindřichův Hradec (P. Hesoun), knihovna Ústavu botaniky a zoologie PřF MU Brno (I. Adamová) a Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích (M. Lepší). Za pomoc při fytoecnologickém snímkování obnaženého dna Karhova děkujeme K. Šumberové (PřF MU Brno) a za determinaci mechorestů Jiřímu Košnarovi (PřF JU v Českých Budějovicích). Za poskytnutí doplňující literatury děkujeme L. Čechovi (AOPK ČR Havlíčkův Brod) a M. Štechovi (PřF JU v Českých Budějovicích).

## Summary

Pilwort (*Pilularia globulifera* – *Marsileaceae*, *Pteridophyta*) is a European endemic species with a Subatlantic distribution. As a poor competitor, it is restricted to open (pioneer) vegetation of freshwater banks. The species is now threatened throughout Europe due to a decrease of suitable habitats (caused mainly by drainage or eutrophication). In the Czech Republic, where the species was considered to be extinct since the 1930s, a new locality of *P. globulifera* was discovered. Until today, the only reliably proven cases of occurrence of pilwort in the Czech territory were recorded at three sites (exposed fishpond bottoms) in the Třeboň basin during the years 1933–1939 (Ambrož 1933, Hrobař 1934, Ambrož 1939). The new locality was found in August 2007 in Karhov fishpond, situated at the base of Javořice hill in the Bohemian-Moravian Highlands (670 m a. s. l., quadrant 6757d of the Central European mapping grid). Karhov is a shallow dystrophic pond, serving as a drinking water reservoir (pH=6.0–7.9; conductivity=69–97 mS.cm<sup>-1</sup>; mean annual values of the nutrient content in 2007: TP= 0.020 mg.l<sup>-1</sup>; TN= 0.9 mg.l<sup>-1</sup>). Numerous populations of *P. globulifera* were found scattered on the edges of exposed fishpond bottom, mostly together with *Littorella uniflora*, *Juncus bulbosus* and *Eleocharis acicularis* (species of alliance *Littorellion uniflorae*, association *Pilularietum globuliferae*). One micropopulation was situated in the mouth of an old, clogged drainage ditch. Phytosociological relevés of *P. globulifera* stands from the new Czech locality were compared with published relevés, both from the Czech Republic (Ambrož 1939) and other European countries (England – Husák & Wade 1988; Netherlands – van Heerden & Kerkhof 1996; Germany – Breunig & Philippi 1988, Kaplan & Prolingheuer 1989; Poland – Żukowski et al. 1986–1987; Finland – Mäkirinta 1964). The species composition of the vegetation with *P. globulifera* on the Karhov fishpond bottom was similar to those in most of the other European localities. Conspicuously different plant communities with *P. globulifera* were found particularly in lakes of southern Finland, due to presence or even abundance of boreal fresh-water and wetland species (Mäkirinta 1964). Also historical relevés of fishpond bottoms in the Třeboň basin (Ambrož 1939), probably recording the species pool of the habitat before intensification of agriculture (including fish breeding), and those of strongly anthropogenic habitats, such as flooded fields (Kaplan & Prolingheuer 1989), drainage ditches and disturbed peaty meadows (van Heerden & Kerkhof 1996), were markedly different as well.

It is suggested to transfer *P. globulifera* from the category of definitely extinct taxa (A1) to the category of critically threatened taxa (C1) in the Red list of vascular plants of the Czech Republic (Holub & Procházka 2000).

The population of *P. globulifera* in Karhov fishpond does not seem to be endangered at the moment. However, continued deterioration of water quality (decreasing transparency, proliferating algal mats), recorded in the past years, may be dangerous in future. The population of *P. globulifera* in Karhov fishpond will be further studied in following years by the authors of this paper.

## Literatura

- Ambrož J. (1933): *Pilularia globulifera* L. v jižních Čechách. – Věda Přír. 14: 218–219.  
Ambrož J. (1939): Květena obnažené půdy rybníčné v oblasti třeboňské. – Sborn. Přírod. Klubu Jihlava 2: 1–82.

- Bennett H. W. (1999): Die seltenen und gefährdeten Farnpflanzen Deutschlands. – Bonn-Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz.
- Bobrov A. (1974): Piljulniča – *Pilularia* L. – In: Fedorov A. A. [ed.], Flora jevropejskoj časti SSSR, 1: 98, Nauka, Leningrad.
- Braun-Blanquet J. (1932): Plant Sociology. The study of plant communities. – Mc Graw-Hill Book Comp., New York, London.
- Breunig T. & Philippi G. (1988): Der Pillenfarn (*Pilularia globulifera* L.) in der mittelbadischen Rheinebene. – *Carolina* 46: 131–134.
- Crabbe J. A. (1993): *Pilularia*. – In: Tutin T. G., Burges N. A., Chater A. O., Edmondson J. R., Heywood V. H., Moore D. M. Valentine D. H., Walters S. M. & Webb D. A. [eds], *Flora Europaea*, Ed. 2., 1: 32, Cambridge University Press.
- Curtis T. G. F. & McGough H. N. (1988): The Irish Red Data book 1 – Vascular plants [online]. – Wildlife Service Ireland, Dublin [<http://www.botanicgardens.ie/herb/census/rdb.pdf>, 20. 11. 2007]
- Čech L., Šumpich J., Zabloudil V. et al. (2002): Jihlavsko. – In: Mackovčín P., Sedláček M. [eds], *Chráněná území ČR, svazek VII.* – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- Čelakovský L. (1868): *Prodromus Květeny České.* Vol. 1. – *Arch. Přírod. Výzk. Čech*, sect. 3a: 1–112, Praha.
- Čelakovský L. (1883): *Prodromus Květeny České.* Vol. 2. – *Arch. Přírod. Výzk. Čech*, sect. 3a: 677–944, Praha.
- ČGS (2004): GeolINFO – geovědní informace na území ČR [online]. – Česká geologická služba, Praha [<http://nts5.cgu.cz/website/geoinfo/>, 17. 1. 2008]
- Dostál J. (1950): *Květena ČSR.* – Přírodovědecké nakladatelství, Praha, 2269 p.
- Dubina D. V. & Protopopova V. V. (1981): Znachidka *Pilularia globulifera* L. v URSS. – *Ukr. Bot. Žurn.* 37 (6): 56–59.
- Ehrendorfer F. & Hamann U. (1965): Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa. – *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 78: 35–50.
- Futák J. [ed.] (1966): *Flóra Slovenska.* Vol. II. – Vydavateľ'stvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava.
- Glück H. (1936): Pteridophyten und Phanerogamen: unter gleichzeitiger Berücksichtigung der wichtigsten Wasser- und Sumpfgewächse des ganzen Kontinents von Europa. – In: Pascher A. [ed.], *Süßwasser-Flora Mitteleuropas*, 15: 1–2, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Hladík F. (1970): *Oprava rybníka Karhov.* – Ms. [Projektová dokumentace; depon. in: Povodí Vltavy Praha et OŽP MěÚ Dačice].
- Holub J. & Procházka F. (2000): Red List of vascular plants of the Czech Republic – 2000. – *Preslia* 72: 187–230.
- Hrobař F. (1934): Nové naleziště *Pilularia globulifera* na Třeboňsku. – *Věda Přír.* 15: 246–247.
- Hultén E. & Fries M. (1986): *Atlas of North European vascular plants north of the Tropic of Cancer* 1. – Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Husák Š. & Wade P. M. (1988): *Pilularia globulifera* L. recorded at hatfield chase N. Lincolnshire. – *Watsonia* 17: 91–97.
- Chán V. [ed.] (1999): *Komentovaný Červený seznam květeny jižní části Čech.* – *Příroda* 16: 1–284.
- Jakubcová H. (2007): Rostla mimořádně vzácná kaprad' i na Bítově? – *Třebíčský deník* 19. 9. 2007, p. 3, Třebíč.
- Jalas J. & Suominen J. (1988): *Atlas Florae Europaeae* I. – Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Kaplan K. & Prolingheuer T. (1989): Zur Verbreitung, Ökologie und Vergesellschaftung des Pillenfarns (*Pilularia globulifera* L.) im südwestlichen Niedersachsen und nordwestlichen Westfalen. – *Osnab. Natur. Mitt.* 15: 59–72.
- Kässerman C. (1999): *Pilularia globulifera* – *Pilulaire B globules* [online]. – In: Kässerman C. & Moser D. M. [eds], *Fiches pratiques pour la conservation: plantes a fleurs et fougères, situation octobre 1999.* Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, p. 222–223, Bern [[http://www.crsf.ch/documents/download/f/pilu\\_glob\\_f.pdf](http://www.crsf.ch/documents/download/f/pilu_glob_f.pdf), 20. 11. 2007]

- Klika J. (1935): Příspěvek k poznání rybníčných společností Novohradských hor. – Čas. Nár. Muz., sect. natur., 109: 108–112.
- Kramer K. U. (1990): Marsileaceae. – In: Kramer K. U. & Green P. S. [eds], The families and genera of vascular plants I, Pteridophytes and Gymnosperms, p. 180–183, Springer-Verlag, Berlin.
- Křísa B. (1988): Marsileaceae Mirber – marsilkovitě. – In: Hejný S. & Slavík B., Květena ČSR, 1: 282–284, Academia, Praha.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. & Štěpánek J. [eds] (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.
- Kučera S. (1985): Pojd'te s námi hledat nezvěstné rostlinné druhy Třeboňska. – Třeboňsko, Informační zpravodaj SCHKO Třeboňsko 2: 19–20.
- Kučera J. & Váňa J. (2005): Seznam a červený seznam mechorostů České republiky (2005). – Příroda 23: 1–104.
- Lepš J. & Šmilauer P. (2003): Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO. – Cambridge University Press, Cambridge.
- Marchetti D. (2004): Le pteridofite d'Italia. – Ann. Mus. Civ. Rovereto, 19(2003): 71–231.
- Marhold K. & Hindák F. [eds] (1999): Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska [online]. – Botanický ústav SAV, Veda, Bratislava [<http://ibot.sav.sk/checklist/>, 20. 11. 2007]
- Mäkirinta U. (1964): Über das Vorkommen von *Pilularia globulifera* L. in Finland. – Arch. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 18: 149–159.
- Moravec J., Balátová-Tuláčková E., Blažková D., Hadač E., Hejný S., Husák Š., Jeník J., Kolbek J., Krahulec F., Kropáč Z., Neuhäusl R., Rybníček K., Řehořek V. & Vicherek J. (1995): Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Ed. 2. – Severočes. Přír., příl. 1995/1: 1–206.
- Mossberg B. & Stenberg L. (1992): Den Nordiska Floran. – Wahlström & Widstrand, Stockholm.
- MŽP (2008): Sdělení Ministerstva životního prostředí o evropsky významných lokalitách, které jsou zařazeny do evropského seznamu. – Sběrka zákonů č. 81(2008): 1089–1100.
- Oberdorfer E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil 1. – Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York.
- Prodan I. & Buia A. (1966): Flora mică ilustrată a României. – Editura Agro-Silvica, Bucuresti.
- Quitt E. (1971): Klimatické oblasti Československa. – Stud. Geogr. 16: 1–83.
- Raabe U. (1978): Der Pillenfarn (*Pilularia globulifera* L.) in einer Sandgrube bei Gütersloh. – Natur u. Heimat 39(4): 138–140.
- Romero M. I., Amigo J., Rubinos M. & Bariego P. (2004): *Pilularia globulifera* L. – In: Banares Á., Blanca G., Güemes J., Moreno J. C. & Ortiz S. [eds], Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de Espana, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S. & Slavík B. [eds], Květena České socialistické republiky, 1: 103–121, Academia, Praha.
- Stace C. (1997): New Flora of the British Isles, Ed. 2. – Cambridge University Press.
- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. (2002): CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows Users' Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca.
- Tiray J. (1913): Vlastivěda moravská, Telecký okres. – Brno.
- van Heerden A. & Kerkhof (1996): *Pilularia globulifera* L. (Pilvaren) in Zuid-Holland. – Gorteria 22: 100–103.
- Wohlgemuth T., Boschi K. & Longatti P. (2001): Swiss web flora [online]. – Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Version 2.02, [<http://www.wsl.ch/land/products/webflora/welcome-en.ehtml>, 25. 3. 2008]
- Żukowski W. & Jackowiak B. (2001): *Pilularia globulifera* L., gałuszka kulecznica. – In: Kaźmierczakowa R. & Zarzycki K. [eds], Polska Czerwona księga roślin, p. 63–64, PAN, Instytut Botaniki im. W. Szafera, Instytut Ochrony Przyrody, Kraków..
- Żukowski W., Latowski K. & Jackowiak B. (1986–1987): Występowanie *Pilularia globulifera* L. nad jeziorem Janiszowice na Ziemi Lubuskiej. – Fragm. Florist. Geobot. 31–32 (1–2): 69–78.