ZÁCHRANNÝ PROGRAM PRO

ZVONOVEC LILIOLISTÝ

(*ADENOPHORA LILIIFOLIA*)

V ČESKÉ REPUBLICE

© Jan Hošek 2016

2020

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY

Ministerstvo životního prostředí

Tento text záchranného programu byl vytvořen ve spolupráci mezi Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR, Univerzitou Hradec Králové a Ministerstvem životního prostředí.

Zpracovali:

RNDr. Romana Prausová, Ph.D. (Univerzita Hradec Králové)

RNDr. Vlastimil Rybka, Ph.D. (Botanická zahrada hl. m. Prahy)

RNDr. Barbora Čepelová (AOPK ČR)

Mgr. Lucie Vaculná (roz. Marečková) (Univerzita Palackého v Olomouci)

PODĚKOVÁNÍ

Děkujeme všem, kteří se svými radami a připomínkami podíleli na vzniku tohoto textu záchranného programu.

PODPORA

Zpracování tohoto textu se uskutečnilo v rámci projektu „MGSII-17 Záchranný program pro zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*)“ realizovaného za finanční podpory EHP fondů 2009–2014 a Ministerstva životního prostředí.

Obsah

SOUHRN ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU 6

SUMMARY 8

1. VÝCHOZÍ INFORMACE PRO REALIZACI ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU 10
1.1 Taxonomie 10
1.1.1 Nomenklatura....10
1.1.2 Popis....10
1.1.3 Variabilita 12
1.1.4 Karyologie 13
1.1.5 Hybridizace 13
1.2 Rozšíření....13
1.2.1 Celkové rozšíření 13
1.2.2 Rozšíření v ČR....15
1.3 Biologie a ekologie druhu 19
1.3.1 Životní cyklus, fenologie, životní forma a strategie 19
1.3.2 Generativní reprodukce....21
1.3.3 Biologie klíčení a ecese....21
1.3.4 Vegetativní reprodukce 22
1.3.5 Ekologické nároky....22
1.3.6 Biotické faktory....24
1.3.7 Vazba na společenstva 25
1.4 Příčiny ohrožení druhu 27
1.5 Statut ochrany....29
1.5.1 Statut ochrany na mezinárodní úrovni....29
1.5.2 Legislativní aspekty ochrany druhu v ČR 29
1.5.3 Statut ochrany v ostatních zemích s recentním výskytem druhu 29
1.6 Dosavadní opatření pro ochranu druhu 31
1.6.1 Nespecifická ochrana....31
1.6.2 Specifická ochrana....31

2. CÍLE ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU A PROGRAMU PÉČE 36

3. PLÁN OPATŘENÍ ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU 39
3.1 Péče o biotop 39
3.1.1 Péče o lesní biotopy....39

3.1.2 Péče o nelesní biotopy 42
3.1.3 Péče o ekotony 44
3.2 Péče o druh 44
3.2.1 Vytvoření a udržování kultury in vitro 44
3.2.2 Pěstování rostlin v botanických zahradách a experimentálních kulturách 45
3.2.3 Výsevy a výsadby druhu na vhodné lokality 46
3.2.4 Ochrana rostlin proti okusu 46
3.3 Monitoring 47
3.3.1 Pravidelný monitoring stavu všech populací druhu 47
3.3.2 Pravidelný monitoring abiotických podmínek na lokalitách druhu 48
3.3.3 Monitoring vlivu managementu na populace druhu 49
3.3.4 Monitoring vlivu jiných organismů na populace druhu 50
3.4 Výzkum 51
3.4.1 Studium klíčivosti druhu a generativní reprodukce 51
3.4.2 Studium životního cyklu a fenologie druhu, populační studie 52
3.4.3 Studium ekologických nároků druhu a vlivu jiných organismů 53
3.4.4 Podrobná genetická studie populací v ČR 54
3.4.5 Rešerše informací o stanovištních podmínkách a ochraně druhu v zahraničí 55
3.4.6 Průzkum historických lokalit 55
3.5 Výchova a osvěta 56
3.5.1 Osvěta dotčených zájmových skupin 56
3.5.2 Osvěta široké veřejnosti 56
3.6 Ostatní opatření 57
3.6.1 Zapracování vhodného managementu do plánovacích dokumentů 57
3.6.2 Mezinárodní spolupráce v ochraně druhu 57
4. PLÁN REALIZACE 59
5. LITERATURA 62

Přílohy

Příloha 1. Studie genetické variability

Příloha 2. Areál zvonovce liliolistého

Příloha 3. Seznam herbářových položek zvonovce liliolistého v ČR

Příloha 4. Recentní lokality zvonovce liliolistého

Příloha 5. Vývoj početnosti populací

Příloha 6. Životní cyklus zvonovce liliolistého

Příloha 7. Srovnání výsledků testů klíčivosti

Příloha 8. Srovnání vegetačních jednotek

Příloha 9. Ekologické nároky druhu – výsledky půdních analýz

Příloha 10. Průměrné, minimální a maximální měsíční teploty pro jednolitvé lokality

Příloha 11. Metodika *in vitro* kultury

Příloha 12. Metodika monitoringu druhu a dotazník pro monitoring

Příloha 13. Brožura Zvonovec liliolistý

SOUHRN ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU

Zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) je vytrvalá rostlina z čeledi zvonkovité. V České republice je podle zákona č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny řazený mezi zvláště chráněné druhy v kategorii kriticky ohrožené. Do stejné kategorie druh řadí také Červený seznam cévnatých rostlin ČR (Grulich 2012). Na evropské úrovni je zvonovec liliolistý chráněný podle Směrnice Rady 92/43/EHS jako druh vyžadující zvláštní územní ochranu (příloha II).

Zvonovec liliolistý roste ve střední a východní Evropě a v Asii až po Altaj. U nás se i v minulosti vyskytoval vzácně. Historický výskyt je známý z přibližně dvaceti lokalit, z nichž se do současnosti dochovalo sedm lokalit. Jedná se o PP Vražba ve východních Čechách, PP Babinské louky v CHKO České Středohoří, NPR Karlštejn a PR Karlické údolí v CHKO Český Kras, PP Smradovna a okolí tzv. hříškovské silnice v přírodním parku Džbán, a PP Žehuňsko-Báň na Kolínsku.

Zvonovec liliolistý je mírně světlomilný a roste hlavně na zásaditých půdách. Osídluje především světlé lesy, lesní okraje, mírně vlhké a mezofilní louky a skalní výchozy. Úbytek lokalit zřejmě souvisí se změnami v lesním hospodaření. V současnosti jej ohrožuje především zastínění dřevinami, eutrofizace prostředí a s ní spojená konkurence rostlin bylinného patra a okus spárkatou zvěří.

Dlouhodobé cíle:

1) Zajistit existenci dlouhodobě stabilních a životaschopných populací *A. liliifolia* na všech lokalitách druhu v ČR, a to zlepšením podmínek pro růst druhu pomocí vhodně nastaveného systému řízených zásahů.

2) Zároveň na každé lokalitě dojde k rozšíření druhu v návaznosti na stávající výskyt nebo ke vzniku alespoň jedné nové mikropopulace. V okolí stávajících lokalit zvonovce vytvořit vhodné podmínky pro spontánní nebo řízené šíření druhu z jeho zdrojových lokalit.

3) V případě potvrzení výskytu druhu na dalších lokalitách zajistit jeho ochranu. V případě zjištění vhodných podmínek pro druh v oblastech jeho historického výskytu a úspěšného plnění prvního a druhého cíle provést reintrodukci druhu.

Opatření záchranného programu:

Péče o biotopy zvonovce spočívá v zajištění dostatku světla pro rostliny (prosvětlení lesa), snížení konkurence ostatních rostlin v lesních i lučních biotopech, vytvoření prostoru pro uchycení a růst semenáčků. Tato opatření by měla být realizována i v okolí stávajících

populací, aby došlo ke zvětšení plochy biotopů vhodných pro růst zvonovce. V rámci péče o druh bude vytvořena a udržována *in vitro* kultura a zvonovec bude také pěstován v botanických zahradách a experimentálních kulturách, čímž bude zajištěno zachování genetické variability druhu v případě nepříznivých podmínek na lokalitách. Na lokalitách péče spočívá v první řadě v ochraně rostlin před intenzivním okusem spárkatou zvěří oplocenkami. Na podporu populací a vytváření nových populací budou prováděny výsevy a výsadby rostlin. Monitoring bude zaměřen jednak na sledování početnosti populací a jejich věkové struktury, dále na měření abiotických podmínek na lokalitách, na sledování vlivu prováděného managementu a vlivu jiných organismů na zvonovec. Součástí záchranného programu je rovněž výzkum, jehož cílem je doplnit informace o druhu v oblastech generativní reprodukce, životního cyklu, fenologie a ekologických nároků. Osvětové aktivity bude třeba zaměřit především na vlastníky lesů a lesní hospodáře. Vzhledem k rozšíření druhu je rovněž žádoucí mezinárodní spolupráce.

SUMMARY

The Lilyleaf Ladybells *(Adenophora liliifolia)* is a perennial plant from the bellflower family *(Campanulaceae)*. It is classified as a specially protected plant species under Act 114/1992 Coll. – the Nature and Landscape Protection Act, and listed as a critically endangered species. It has the same category in the Red List of Vascular Plants of the Czech Republic (Grulich 2012). In Europe, the Lilyleaf Ladybells is protected under Directive of the EC 92/43/EEC as a species requiring designation of Special Areas of Conservation (Annex II).

The Lilyleaf Ladybells has a Euro-Siberian distribution range. In Asia, it reaches as far as the Altai Mountains, it includes eastern Europe and in central Europe it declines towards the west. In the Czech Republic, the species used to be always rare. Historical occurrences are known from approx. 20 sites, seven of which have been preserved to this day. They are: Vrazba Nature Monument in Eastern Bohemia, Babinske louky Nature Monument in the Ceske Stredohori Protected Landscape Area, Karlstejn National Nature Reserve and Karlicke udoli Nature Monument, both in the Cesky kras Protected Landscape Area, the Smradovna Nature Monument with two nearby microsites in the Dzban Nature Park, and Zehunsko-Ban Nature Monument.

The Lilyleaf Ladybells is a heliophilic and semi-skiophylic species which populates especially light groves, forest ecotones, lightly wet and mesophilic meadows and rock outcrops, and grows mainly on alkaline substrates. The habitat loss is probably connected with changes in the forest management. The species is currently endangered primarily by shading by tree species, eutrophication of the environment and the related competition from plants in the herb layer, and browsing by hoofed game.

Long-term Objectives:

1) To guarantee the long-term stability and viability of populations of *Adenophora liliifolia* at all sites where the species occurs in the Czech Republic, by improving conditions for the growth of the species using an appropriately defined system of controlled interventions.

2) To create, in the vicinity of the existing sites where the species occurs, suitable conditions (microsites) for spontaneous or controlled propagation of the species from the source sites.

3) If occurrence of the species is confirmed in other sites, adequate conservation must be provided.

Measures Implemented as Part of the Actin Plan:

Management of the biotopes of the Lilyleaf Ladybells consists of providing enough light for the plants (by reducing the tree layer canopy density), reducing competition from other plants in forest and meadow biotopes and providing room for the establishment and growth of the seedlings. These measures should also be carried out in the surroundings of the existing populations so that the area of biotopes suitable for the growth of the Lilyleaf Ladybells is extended. Species management will be partially carried out *ex situ*, by maintaining *in vitro* culture and by growing the Lilyleaf Ladybells in experimental cultures and botanical gardens, which will guarantee the conservation of the genetic variability of the species if the conditions in the sites are adverse. The *in situ* management will consist primarily in the protection of existing populations from intense browsing by hoofed animals, by building game-proof fences. To support the populations and create new populations, sowing and planting will be carried out. The monitoring will focus on the density of populations, measurement of abiotic factors in the sites, management effects and the effects of other organisms on the species. The action plan will include research tasks aiming to gain new information on the species regarding its generative reproduction, life cycle, phenology and environmental expectations. The awareness activities will have to focus primarily on the owners of the forests, and forest managers. Given the distribution of the species, international cooperation is desirable.

1. VÝCHOZÍ INFORMACE PRO REALIZACI ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU

1.1 Taxonomie

1.1.1 Nomenklatura

Zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia* (L.) Ledeb. ex DC.), synonymum *Campanula liliifolia* L., patří do čeledi *Campanulaceae* Juss. – zvonkovité. KOVANDA (1998) druh uvádí pod jménem zvonovec vonný (*Adenophora liliifolia*) (L.) Bess. Dříve byla uváděna také česká jména: zvonec lilijolistý (PRESL et PRESL1819), zvonec liliolistý (SLOBODA 1852), koflinek libovonný (OPIZ 1852), zvonek lilijolistý (ČELAKOVSKÝ 1879), žlázozvonek lilijolistý (POLÍVKA 1912) a latinská synonyma: *Campanula communis* Fisch., *Campanula suaveolens* Gilib., *Adenophora suaveolens* (Gilib.) Mey., *Adenophora suaveolens* Fischer. Synonym je známo větší množství (The Plant List 2013).

Anglicky: Ladybells, Lilyleaf Ladybells (GOVAERTS et al. 2017)

Německy: Schellenblume (JÄGER 2016), Wohlriechende Schellenblume (WISSKIRCHEN et HAEUPLER 1998), sibirische Schellenblume, lilienblättrige Schellenblume (ERHARDT et al. 2008), Becherglocke (SCHEUERER et SPÄTH 2005), Drüsenglocke (POLÍVKA 1900-1904).

Slovensky: zvonovec ľaliolistý (MARHOLD et HINDÁK 1998)

Polsky: Dzwonecznik wonny (RUTKOWSKI 2015)

Maďarsky: Illatos csengettyűvirág (GERGELY et al. 2011)

1.1.2 Popis

Zvonovec liliolistý je vytrvalá rostlina s přímým, olistěným a větveným stonkem (Obr. 1). Lodyhy jsou spíše lysé, méně často lehce pýřité. Počet lodyh v trsu se pohybuje mezi 1–15 (PRAUSOVÁ et al. 2016a). Kořen je řepovitý nebo vřetenovitý a větvený, lodyha 40–90 cm vysoká (KOVANDA 2000). Současné studie uvádějí variabilní výšku lodyhy, v ČR v rozmezí 33–84 cm (PRAUSOVÁ et al. 2016a), na Slovensku 50–100 cm (BOJŇANSKÝ et FARGAŠOVÁ 2007), v Rumunsku (INDREICA 2011) a ve Slovinsku (BOŠKO 2004) 30–100 cm, v Polsku dosahují lodyhy výšky až 206 cm (CIOSEK 2006). Lodyha je válcovitá, podélně rýhovaná a větví se pouze v květenství (KUBÁT et al. 2010). Malé rostliny mívají nevětvené květenství, statné rostliny až 12 větví (PRAUSOVÁ et al. 2016a). Přízemní listy jsou dlouze řapíkaté, mají

srdčitě okrouhlou, hrubě pilovitou čepel a brzy zasychají. Lodyžní listy jsou střídavé, pilovité až skoro celokrajné, navrchu jsou lesklé, dolní jsou zúžené v řapík s obvejčitou až širokou eliptickou čepelí. Ostatní listy jsou klínovitou bází přisedlé, jsou eliptické až kopinaté (KOVANDA 2000). Tvar i počet listů jsou také variabilní. Při výzkumu vybraných středoevropských populací v roce 2012 se na lokalitách v ČR pohyboval počet listů na lodyze mezi 19–36, na Slovensku 44–93, v Maďarsku 26–34 a přibližně 48 v Polsku (PRAUSOVÁ et al. 2016a). Květy jsou pětičetné, rozlišené na kalich a korunu, vonné a nicí. Květní stopky jsou tenké. Kalich srůstá dolní částí se semeníkem. Kališní cípy jsou úzce trojúhelníkovité, zašpičatělé, dlouhé 3–4 mm a jsou jemně pilovité. Koruna je srostlolupenná, široká a zvonkovitá, přibližně stejně široká jako dlouhá. Její délka je 12–20 mm. Barva je nejčastěji bledě modrá, vzácně pak i bílá. Čnělka je až dvakrát delší než koruna, takže z koruny vyčnívá. Nektarium je miskovité. Květy jsou uspořádány do bohaté laty, řidčeji hroznu. Tobolky jsou hruškovitého tvaru, zakřivené a dlouhé 8–12 mm (KOVANDA 2000).

Obr. 1. Kvetoucí *Adenophora liliifolia* v NPR Karlštejn – velká oplocenka Na Mořině (foto: R. Prausová, červenec 2012).

1.1.3 Variabilita

Morfologická variabilita se projevuje zejména v délce lodyh, tvaru a velikosti listů a barvě květů. Fenotypová plasticita je způsobována podmínkami prostředí (úživnost prostředí, vlhkost, oslunění, charakter vegetace). V současnosti nejsou známy žádné vnitrodruhové taxony (Kovanda 2000).

Genetická variabilita druhu byla studována v rámci přípravy záchranného programu metodou AFLP (Amplified fragment length polymorphism; viz závěrečná zpráva KITNER et MAREČKOVÁ (2016) v Příloze 1 a PRAUSOVÁ et al. 2016a). Do studie bylo zahrnuto 84 jedinců z 23 lokalit ležících v pěti státech střední Evropy (ČR, Slovensko, Polsko, Maďarsko, Rumunsko). U studovaného diploidního druhu byla zjištěna nízká úroveň genetické struktury populací (tzn. malé rozdíly mezi populacemi) a vysoká úroveň genetické variability uvnitř populací (až 73–92% celkové zjištěné variability), což jsou výsledky srovnatelné se studií z centrální části areálu (BORONNIKOVA 2009). U většiny populací byly zjištěny střední hodnoty genetické diverzity, které jsou srovnatelné i mezi studovanými středoevropskými regiony. Hodnoty ukazují na převahu pohlavního rozmnožování v populacích. V porovnání se studií BORONNIKOVA (2009) jsou však tyto hodnoty zhruba poloviční, což může být způsobeno větším počtem vzorků na populaci ve studii Boronnikové nebo spíše použitím jiné analytické metody (ISSR místo AFLP). Roli však může také hrát vzdálenost studovaných populací od centra druhového areálu. Vzhledem k nízkému počtu analyzovaných jedinců v českých populacích však nelze spolehlivě usuzovat na významnost rozdílů v míře genetické diverzity mezi populacemi, ani na případnou souvislost mezi výší genetické diverzity a velikostí populace.

Udržování genetické variability v populacích v důsledku časté výměny genetického materiálu ve formě pylu přeneseného hmyzem při opylení nebo transportu semen lze díky vzdálenosti mezi izolovanými populacemi považovat za nepravděpodobné. Z populačně-genetického hlediska lze v současnosti hodnotit populace jako životaschopné s dostatečnou úrovní genetické variability, zabezpečující dostatečný zdroj přirozené variability v populacích. To je umožněno dlouhověkostí rostlin (testovaní jedinci mohou reálně dosahovat věku až několik desítek let), díky níž nebyl pozorován pokles diverzity ani v populacích o několika málo jedincích. Na další pozitivní vývoj populací bude mít vliv hlavně udržení početnosti jedinců v jednotlivých populacích do doby poskytující vhodnější podmínky pro přežívání semenáčků. Jako zásadní se také jeví zajištění pohlavní reprodukce druhu v přirozených populacích. Je nutné udržet stávající zdroj variability a zabránit snížení fitness případným inbrídingem.

V doposud nepublikované studii Mgr. Vaculné byl použit hrubší marker (sekvenace chloroplastové DNA) na vzorcích z celé Evropy. Byly sledovány genetické linie druhu, tzv.

haplotypy. Haplotypově bohaté populace zvonovce indikují tzv. glaciální refugia (populace jižně od Alp, na Slovensku, Ukrajině apod.), ve kterých druh mohl přežít poslední dobu ledovou. Celkem bylo odhaleno 26 haplotypů, přičemž ve většině českých populací se vyskytují pouze rostliny s haplotypem 1, běžně rozšířeným ve střední Evropě. Pouze v PP Smradovna se vyskytují rostliny s unikátním haplotypem 4. Pomocí studia chloroplastové DNA lze rekonstruovat rekolonizaci oblasti střední Evropy v období brzkého Holocénu. Ta pravděpodobně probíhala z více směrů, k dnešní situaci mohly přispět i lokálně přežívající populace, které již dnes neexistují. Nejpravděpodobnějším scénářem se zdá migrace genetických linií z oblasti podhůří Alp a JV Karpat, související se šířením teplomilných doubrav. Tyto linie se setkávaly v kontaktní zóně střední Evropy, odkud migrovaly dále na sever Evropy. Populace ze Západních Karpat (Slovenska), ukryté v údolích společně s buky, se na rekolonizaci pravděpodobně podílely jen minimálně. Vzhledem k nálezu unikátního haplotypu 4 v PP Smradovna, může tato populace představovat jedno z tzv. kryptických refugií. Dalším důkazem unikátnosti populace může být výskyt zvonovce společně s *Veratrum nigrum*, *Thesium rostratum* a *Carex pediformis*; nebo malakologické nálezy z časného Holocénu popisující zástupce typické pro lesostepi – čili habitatu vhodného pro zvonovec.

1.1.4 Karyologie

Jedná se o diploidní organismus, počet chromozomů 2n = 34 (KOVANDA 2000). Obsah DNA v jádře je 1C = 4.72 pg (SILJAK-YAKOVLEV et al. 2010).

1.1.5 Hybridizace

V Evropě se jedná o jediného zástupce rodu *Adenophora* a na celém světě je známo celkem 62 druhů s převahou rozšíření ve východní Asii (DEYUAN et al. 2011). Hybridizace u druhu *Adenophora liliifolia* nebyla popsána.

1.2 Rozšíření

1.2.1 Celkové rozšíření

Zvonovec liliolistý má eurosibiřský areál (Příloha 2, evropská část areálu viz Obr. 2). V Asii jeho areál zasahuje přes Rusko a Kazachstán až po provincii Ujgur v severozápadní Číně (eFloras 2008). V Evropě zahrnuje východní Evropu a ve střední Evropě směrem k západu

vyznívá. Evropské lokality se nalézají v Německu (MEUSEL et JÄGER 1992; CASTROVIEJO et al. 2010), Rakousku a Švýcarsku (MOSER 1999), Itálii (BRAGAZZA 2009), Česku (MARTINOVSKÝ 1967; KOVANDA 2000), Polsku (WITKOWSKI et al. 2003; KORZENIAK et NOBIS 2004; CIOSEK 2006; KAPLER et al. 2015), Slovensku (GOLIÁŠOVÁ et ŠÍPOŠOVÁ 2008), Maďarsku (FARKAS et VOJTKÓ 2012, 2013; VOJTKÓ 2013), Rumunsku (JONES et al. 2010; INDREICA 2011), na Ukrajině a jižním Rusku (KOMAROV 1957, FEDOROV 1978) a na území bývalé Jugoslávie - dnešní Slovinsko (BABIJ 2004; ACETTO 2007), Chorvatsko, Srbsko, Bosna a Hercegovina a Černá Hora (STEVANOVIĆ et LAKUŠIĆ 1999, VLADIMIROV et al. 2009; VUKOJIČIĆ et al. 2011). V Bělorusku je druh považovaný za vyhynulý (KOZLOVSKAJA 1978), jedna populace byla obnovena pomocí rostlin napěstovaných *in vitro* (WILIAMS et GOTIN 2012). V literatuře se objevují také informace o výskytu ve Francii (SCHNITTLER et GÜNTHER 1999). Údaje z Bulharska (ASSYOV et PETROVA 2006) jsou sporné, protože z tohoto území není doložena žádná herbářová položka. Ve střední Evropě se zvonovec vyskytuje mezernatě, často se jedná o izolované lokality. Poměrně hojný je v Karpatech. Nejzápadnější výskyt je v severozápadní Itálii a Švýcarsku. Jižní okraj areálu leží pravděpodobně v severozápadním Turecku (MEUSEL et JÄGER 1992). Česká republika leží na okraji areálu tohoto druhu (KOVANDA 2000).

Obr. 2. Rozšíření *Adenophora liliifolia* v Evropě. (AOPK ČR, 2011)

1.2.2 Rozšíření v ČR

1.2.2.1 Historické rozšíření

Adenophora liliifolia se v ČR i v minulosti vyskytovala vzácně. Historický výskyt je znám z cca 20 lokalit, z nichž se do současnosti dochovalo šest lokalit v pěti čtvercích síťového mapování (Obr. 3). Historický a recentní výskyt je uváděn z následujících fytochorionů termofytika a mezofytika:

TERMOFYTIKUM:

6. Džbán: Bílichov, Zichovec (KOVANDA 2000)

8. Český kras: Bubovice, Velká hora, Karlštejn, Roblín (KOVANDA 2000)

13a. Rožďalovická tabule: Žehuň, Polní Chrčice, Domanovice – Radovesnice, jižně od myslivny Mírkovice u Choťovic (KOVANDA 2000), PP Žehuňsko-Báň – Báňský les (ROLEČEK et ŠŤASTNÝ in prep.)

14a. Bydžovská pánev: Nový Bydžov – nedoloženo (KOVANDA 2000)

15a. Jaroměřské Polabí: Velichovky, Habřina, Lužany, les Březina u Tůní (KOVANDA 2000, SAMKOVÁ 2003)

15b. Hradecké Polabí: Žďár u Jasenné, Zvole a Šestajovice (KOVANDA 2000, SAMKOVÁ 2003)

MEZOFYTIKUM:

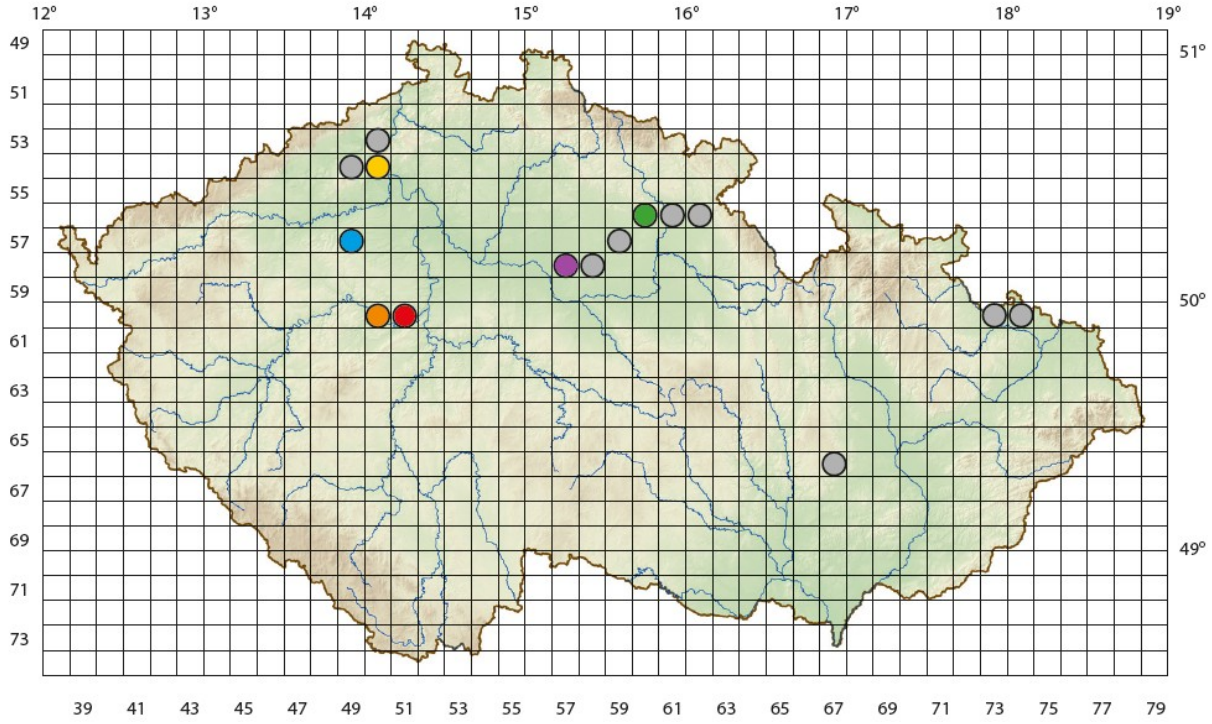
44. Milešovské středohoří: Hradišťany – staré, nedoložené údaje, Skalice u Třebívlic; podle Kubáta (1986): Třebívlice, vrch Hradišťany, v rokli ke Granátovému potoku (KRELL, ČELAKOVSKÝ 1868–83).

45. Lovečkovické středohoří: Čeřeniště, Babiny, zaniklá osada Vimperk, Němčí (KOVANDA 2000)

71c. Drahanské podhůří: Jandova bouda a Ferdinandsko u Podivic – doloženo herbářovou položkou v Moravském Zemkém muzeu v Brně (SKŘIVÁNEK 1915, ANONYMUS 1919)

74b. Opavská pahorkatina: Oldřišov, Štěpánkovice, Chuchelná – nedoložené údaje z konce 19. století (KOVANDA 1998).

Přehled herbářových položek dokládajících historický výskyt *A. liliifolia* je uveden v Příloze 3.



Obr. 3. Historické (šedě) a současné rozšíření (Babinské louky – žlutě, Džbán – modře, Český kras – červeně, založená lokalita oranžově, Žehuňsko-Báň – fialově, Vražba – zeleně) *Adenophora liliifolia* v České republice (© AOPK ČR 2017, podkladová data © ČÚZK).

První nález *A. liliifolia* ve východních Čechách je datován do roku 1886, kdy ho v lese mezi Velichovkami a Habřinou objevil Uzel (UZEL 1886 in ČELAKOVSKÝ 1888, VLČEK et PROKEŠ 1909). Válek (1937) se zmiňuje i o lesu Vražba a šíření zvonovce spojuje (na základě pozorování Kavky) s množstvím výslunných pasek, které vznikly po mniškové kalamitě. Podle SAMKOVÉ (2003) znal Válek také lokalitu „na Loučné hoře“ (14a. Bydžovská pánev), ale k tomuto nálezu neexistuje herbářová položka ani publikovaný údaj. Z téhož podokresu je publikován nález Soukupa roku 1940 a z Tůně u Nechanic a z lesa Březina (PROKEŠ et VÁLEK 1944).

Z podokresu Hradecké Polabí (15b) je udáván výskyt druhu v lesu Žďár u Jasenné Kavkou (BUŘIL et al. 1941) a FIEDLEREM (1965), dále ze současné přírodní rezervace Šestajovická stráň (KOBRLE 1968, PROCHÁZKA 1980). V podokresu 15a. Jaroměřské Polabí se druh vyskytoval na lokalitách Zvole, Žďár (MIKYŠKA 1967), Lužany (VÁLEK 1937), dále na Košťálem (1893) popisované lokalitě „jedlový les u Velichovek, s *A. liliifolia*, 330 m n. m." (HADAČ et al. 1967). Nález druhu v lokalitě Vražba (Habřinský les) v roce 1982 zmiňuje BÍLEK (1984). V roce 2000 ověřila výskyt *A. liliifolia* na této lokalitě SAMKOVÁ (2003, 2005).

Ve středních Čechách je výskyt druhu udáván z Rožďalovické tabule (13a) – Kozí hůra (KLIKA 1943), Bažantnice u Žehuně (DEYL 1943), okraj lesa severně od Domanovic (DEYL 1943, KLIKA 1943), Polní Chrčice (ANONYMUS in HENDRYCH 1985), mezi obcemi Domanice a Radovesnice (KLIKA in HENDRYCH 1985). V této oblasti byl druh opětovně objeven v roce 2018 v přírodní památce Žehuňsko-Báň v Báňském lese (ROLEČEK et ŠŤASTNÝ in prep.), cca 5 km daleko od historických lokalit.

Z Českého středohoří je druh uváděn z vrchu Hradišťany (KRELL ex ČELAKOVSKÝ 1868), dále také z lokality Němčí – severně od Babin (DOMIN 1904). Lokalita Němčí však byla v roce 1969 zalesněna smrkovou monokulturou a poslední výskyt zvonovce liliolistého je odtud datován v roce 1974. Další nálezy jsou uváděné z Vimperka (DOMIN 1904, KUBÁT 1986). Poslední udávaný údaj Kubáta o výskytu deseti exemplářů na této lokalitě pochází z roku 1986 (KOVANDA 2005). KOVANDA (2005) nepotvrdil výskyt druhu v blízkosti vrchu Hradišťany (rokle Granátového potoka pod Hradišťany). Z oblasti Babin je druh doložen herbářovými sběry Čelakovského z roku 1807 a Hansgirga z roku 1876 (KOVANDA 2005). Lokalitu dnešních Babinských luk objevili na konci osmdesátých let 20. století Kuncová a Kubát (MACHOVÁ et KUBÁT 2004). Z roku 1989 Kuncová uvádí výskyt 50 exemplářů *A. liliifolia* (nepublikovaný údaj).

Ve Džbánu na Kladensku je malá populace *A. liliifolia* v okolí hájovny Smradovna ve Smradenském údolí (BRABEC et HADINEC in HADINEC et al. 2004, RYBKA et al. 2004). Herbářové sběry z této oblasti, konkrétně z Bílichovských lesů, od myslivny u Bílichova a myslivny u Zichovce pocházejí z devadesátých let 19. století (např. BÍLEK 1884), z roku 1954 též od Sojáka (KOVANDA 2005). Tuto lokalitu monitoruje od roku 1958 V. Bylinský. Druh byl v roce 2009 nalezen ještě na dalších dvou lokalitách v tomto fytochorionu – poblíže borské křižovatky (k. ú. Žerotín, okres Louny) a u hříškovské silnice (k. ú. Vinařice, okres Louny) při odbočce lesní cesty k Čertovce (ŠTEFÁNEK et al. 2009, PLESKOVÁ et al. 2014).

Nejstarší herbářové sběry z Českého krasu pocházejí z roku 1809 z Vráže u Berouna (BRNU, Presl, 1809) a z Velké hory u Karlštejna – Budňan (PRC, Anonymus, 1809). Ze současné PR Karlické údolí je první herbářový sběr z roku 1957 (PR, Manych, 1957). Pravidelné monitorování výskytu zvonovce na lokalitě U Čeřinky (tj. Velká ohrada) probíhá již od roku 1971 a na lokalitě Malá oplocenka (tj. Malá ohrada, U přírodáku) od roku 1976 (MOUCHA 1984, 1986, ANONYMUS 1989, SEVERA 2003).

Výskyty druhu na moravských lokalitách, jak v Opavské pahorkatině (74b), tak v Drahanském podhůří (71c) jsou málo pravděpodobné. KOVANDA (2005) neověřil žádný z těchto údajů. V databázi Pladias je uváděna herbářová položka Skřivánka z roku 1915 z lokality Stříbrná u Březiny v okrese Vyškov uložená v Moravském zemském muzeu v Brně.

Tato herbářová položka v tomto muzeu existuje pod číslem BRNM 543661 a názvem lokality "u cesty na Ferdinadsku". Žádné současné průzkumy výskyt druhu na Moravě nepotvrdily.

1.2.2.2 Recentní rozšíření

V současnosti se na území České republiky vyskytuje *A. liliifolia* v pěti fytogeografických okresech:

6. Lovečkovické středohoří – PP Babinské louky v CHKO České Středohoří,

8. Džbán – PP Smradovna a dvě mikrolokality jižně od osady Hvížďalka,

13a. Rožďalovická pahorkatina – PP Žehuňsko-Báň

15a. Jaroměřské Polabí – PP Vražba ve východních Čechách,

45. Český kras – NPR Karlštejn (čtyři mikrolokality), PR Karlické údolí a jedna založená lokalita v lomu Kobyla u Koněpruských jeskyní v CHKO Český Kras

Popis jednotlivých lokalit je uveden v Příloze 4.

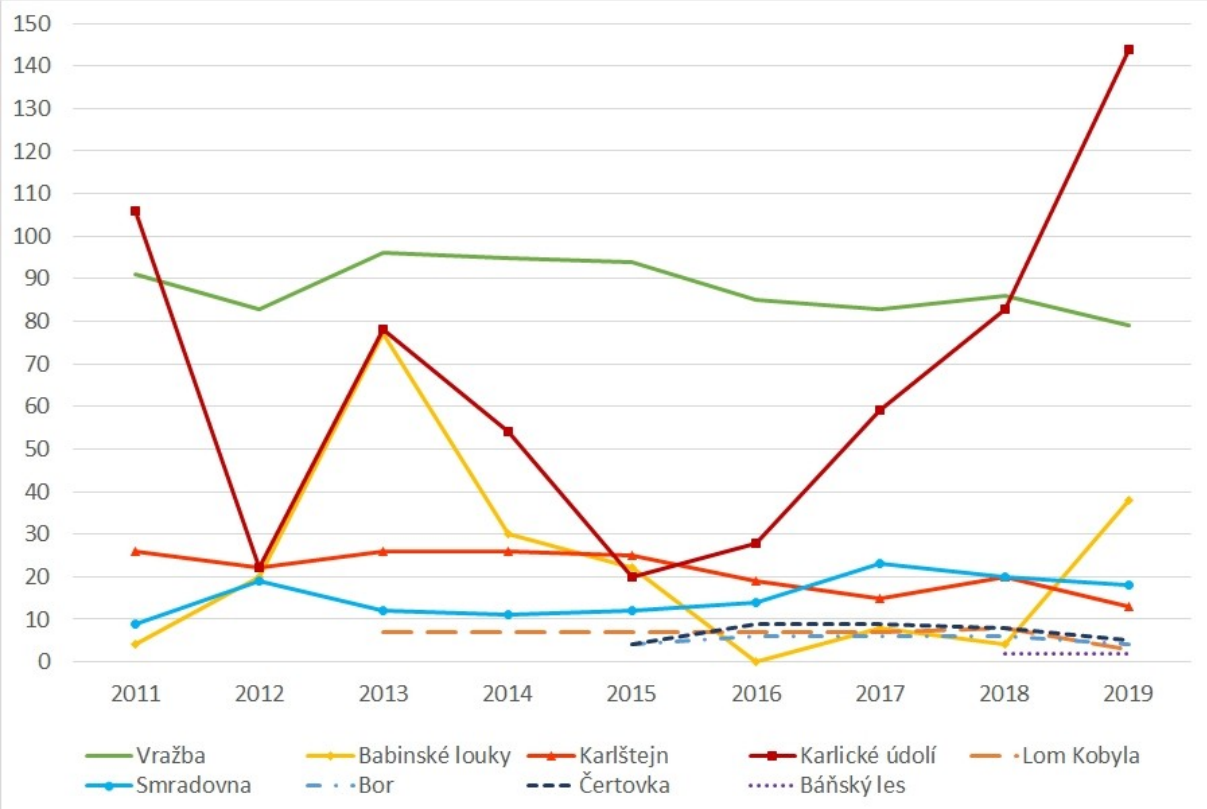
1.2.2.3 Trendy v rozšíření

Zvonovec liliolistý byl rozšířen přibližně na dvaceti lokalitách na území České republiky. Těžištěm výskytu bylo termofytikum a teplejší části mezofytika. Druh je nezvěstný na většině lokalit 50–120 let. Delší dobu nebyl ověřen na Vyškovsku a Opavsku. V Českém středohoří, na Kolínsku a na Královéhradecku se z několika historicky udávaných lokalit dochovala pouze jediná. Na Kolínsku byl druh potvrzen po 75 letech (ROLEČEK et ŠŤASTNÝ in prep.). Podle KOVANDY (2005) již nejméně dvanáct lokalit zaniklo. Autor uvádí, že hlavní příčinou zániku lokalit je nevhodný management v lesích, kdy se sukcese posouvá nežádoucím směrem. Lokality, které začátkem minulého století ověřoval, byly zpravidla zarostlé expanzivními druhy (*Rubus* sp., *Senecio ovatus*, *Carex brizoides* apod.).

Nejdéle soustavně sledovaná populace se nachází na východočeské lokalitě Vražba (od roku 2005). Díky oplocení mikrolokalit s výskytem druhu je velikost populace i zastoupení fertilních jedinců relativně stabilní. Nejnižší zjištěný počet rostlin byl 66 trsů a nejvyšší 133 trsů. Populace pozitivně reaguje na vhodné řízené zásahy, zejména prosvětlení stromového a keřového patra a vytrhávání ostružiníků (viz roky 2010, 2013 a 2016). V území Babinských luk došlo k vymizení zvonovce z historicky uváděných lokalit a v roce 1988 byl objeven výskyt zvonovce na louce. Početnost je rozkolísaná. V NPR Karštejn došlo k vymizení druhu

na jedné mikrolokalitě. Naopak v oblasti Džbánu byly v roce 2009 dvě nové mikrolokality objeveny.

Stav populací *A. liliifolia* v Českém středohoří, ve Džbánu a v Českém krasu je monitorován v rámci soustavy NATURA 2000 příslušnými regionálními pracovišti AOPK ČR. Univerzita Hradec Králové se monitoringem druhu zabývá v rámci zpracování bakalářských a diplomových prací od roku 2011, na lokalitách křižovatka u Boru a Čertovka ve Džbánu až od roku 2015. Zaznamenané počty trsů, fertilních a sterilních lodyh pro všechny lokality a grafy vývoje početností pro jednotlivé lokality jsou uvedeny v Příloze 5.



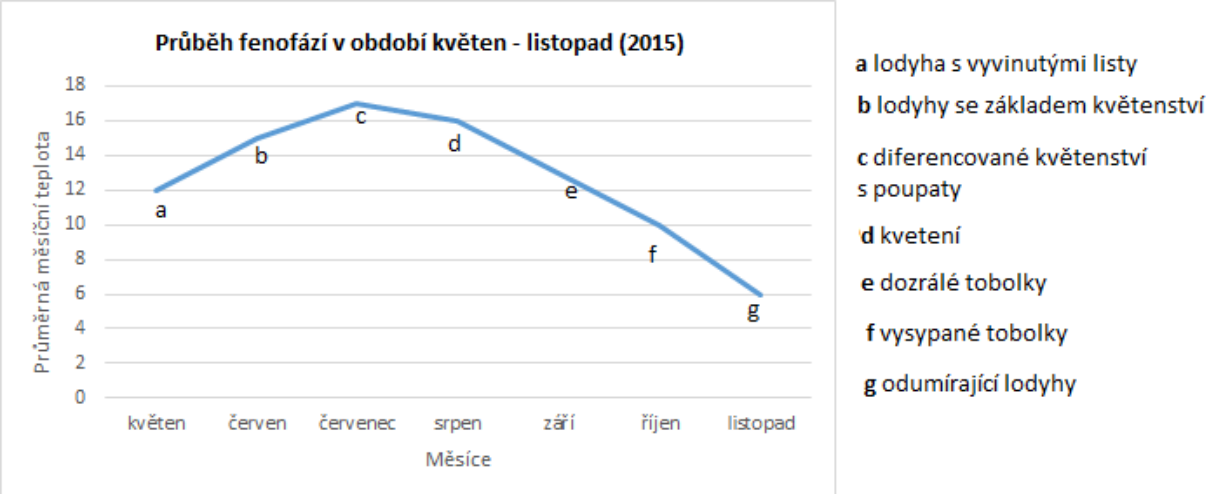
Obr. 4. Vývoj početnosti populací (počet trsů) na všech lokalitách v ČR.

1.3 Biologie a ekologie druhu

1.3.1 Životní cyklus, fenologie, životní forma a strategie

Zvonovec liliolistý je vytrvalá rostlina dožívající se několika desítek let (SCHEUERER et SPÄTH 2005 uvádí odhad 80-100 let) a hemikryptofyt. K přečkávání nepříznivého období využívá řepovitý kořen, na němž se za vhodných podmínek zakládají nadzemní lodyhy. Přečkává tak

zimní období, po němž přibližně v polovině dubna raší první stonky. Stejným způsobem přežívá i nepříznivé období v průběhu vegetační sezóny, např. za sucha (pozorováno v roce 2015 na lokalitě Vražba). Řepovitý kořen pravděpodobně funguje jako dormantní vegetativní orgán a umožňuje dlouhodobé přežívání druhu na lokalitách. Nadzemní orgány rostlin tedy nemusí být za nepříznivých podmínek ve vegetační sezóně vytvořeny či po poškození obnoveny, což může vysvětlovat meziroční fluktuace v početnosti populací. Zvonovec může tvořit částečnou růžici nebo soustavu několika hustě olistěných lodyh, které za příznivých podmínek dorůstají výšky kolem jednoho metru. Květenství se začínají formovat koncem května a v průběhu června. Rozvíjení květů začíná zpravidla v červenci (hlavně ve druhé polovině), rostliny dokvétají v průběhu srpna, výjimečně ještě v září. Opylení probíhá hmyzem, větrem i autogamicky. Na nejčasněji kvetoucích větvích začínají zrát tobolky, z nichž se z otvorů vzniklých až za úplné zralosti sypou semena. Tobolky nedozrávají ve stejnou dobu, ale postupně. Nejvíce semen dozrává v září. S prvními mrazíky dochází k opadu listů a odumírání nadzemních lodyh. Některé suché lodyhy zůstávají holé a vzpřímené do následujícího roku. Druh je charakterizován jako CS stratég (GRIME 1979). Na živinami dobře zásobených a dostatečně osluněných stanovištích prosperuje, tvoří hodně vysokých a v květenství větvených lodyh, bohatě kvete a plodí. Zvládá stres způsobený nedostatkem vláhy, kdy nadzemní orgány zavadnou a uschnou, zdrojem energie zůstává zásobní řepovitý kořen. Taktéž vyšší zástin zvládne tak, že přestane investovat do kvetení, přežívá ve formě kořene, v létě pomocí růžice. V roce 2015 byl na lokalitě Vražba sledován průběh fenofází (Obr. 5). Jednotlivé fáze životního cyklu jsou zachyceny na fotografiích v Příloze 6.



Obr. 5. Průběh fenofází *A. liliifolia* na lokalitě Vražba ve vztahu k průměrné měsíční teplotě (°C) vypočítané z průběžně zaznamenaných teplot dataloggerem TMS umístěným na lokalitě ve vegetační sezóně 2015 (Prausová, vlastní pozorování).

1.3.2 Generativní reprodukce

Zvonovec liliolistý se rozmnožuje generativně. Pokud má vhodné podmínky pro kvetení (dostatek světla, vlhkosti a živin), tvoří každoročně mnoho drobných a lehkých semen. Semena jsou zploštělá, rezavě hnědé barvy. Jejich velikost se udává od 2 do 2,5 mm (KOVANDA 2000). BOJŇANSKÝ et FARGAŠOVÁ (2007) udávají rozměry 1,8–2,2 (délka) × 0,9–1,1 (šířka) mm. Semena sklizená v září 2014 na vybraných českých lokalitách (NPR Karlštejn, PP Babinské louky, PP Vražba) měla délku 1,4–1,9 mm a šířku 0,8–1,1 mm. Semena byla rezavohnědá, lesklá, zploštělá (často s náznakem kýlu) a na povrchu podélně svraskalá, jejich průměrná hmotnost byla 0,42 mg (BAJEROVÁ 2015). Semena jsou anemochorní (KOVANDA 2000, RYBKA et al. 2004, KUCHARCZYK et al. 2014). Vzhledem k častému výskytu zvonovce podél cest je také možné rozšiřování semen zvířaty a lidmi (SCHEUERER et SPÄTH 2005). Doba kvetení je udávána od června do července (KOVANDA 2000) nebo od června až do srpna (RYBKA et al. 2004). Ve Slovinsku druh kvete od července do září (BOŠKO 2004). Fertilita rostlin (podíl fertilních lodyh) je závislá na průběhu počasí na jaře a v brzkém létě, kdy v letech s výrazně suchým jarem a/nebo začátkem léta je méně fertilních lodyh (SCHEUERER et SPÄTH 2005).

1.3.3 Biologie klíčení a ecese

Klíčivost *A. liliifolia* byla testována u několika českých (GAVENDOVÁ 1997, TRUHLÁŘOVÁ 2008, BAJEROVÁ 2015, PRAUSOVÁ et al. 2016b) a polských (PUCHALSKI et al. 2014) populací (Příloha 7). V testech klíčivosti realizovaných v letech 2015–2016 (BAJEROVÁ 2015, PRAUSOVÁ et al. 2016b) měly kontrolní vzorky klíčivost přibližně 13–14 %. Po chladové stratifikaci se klíčivost zvýšila až na 36 %. Lépe klíčila semena skladovaná v tekutém dusíku, tj. při teplotě -80°C. Teplotní stratifikace nebyla tak účinná, klíčivost se pohybovala mezi 3–15 %, způsob skladování neměl významný vliv na klíčivost. Klíčivost byla pozitivně ovlivněna aplikací Ethephonu, z něhož se uvolňuje ethylen. V této variantě dosahovala klíčivost 32 %. Nejlépe klíčila semena ošetřená kyselinou giberelovou, přičemž semena skladovaná v tekutém dusíku měla klíčivost 69–94 %, skladovaná na sucho 79–88 %. Při testování klíčení semen přímo v půdním substrátu odebraném z PP Vražba byla klíčivost semen přibližně 6–14 %, po přidání kyseliny giberelové stoupla na 28 %. SCHEUERER et SPÄTH 2005 uvádí, že klíčení trvá 8-11 týdnů a klíčivost a přežívání semenáčků při pěstování jsou proměnlivé, za příznivých podmínek může být až 80 %. Malé klíční rostlinky dosahují rozměru 2–3 mm. Pokud mají dobře vyvinuté dva zelené děložní lístky, mohou být přesazeny do růstové komory k dopěstování. Lze předpokládat, že semenáčky, které jsou

v následujícím roce v malém počtu nalézány na obnažených ploškách v blízkém okolí mateřských rostlin, budou mít velikou mortalitu kvůli málo vyvinutému kořenovému systému a nízké konkurenceschopnosti. Mladé rostliny často hynou suchem, sešlapem, okusem, napadením houbovými organismy. Zda druh vytváří semennou banku, dosud nebylo studováno.

1.3.4 Vegetativní reprodukce

Zvonovec liliolistý využívá generativní reprodukci. Vytrvalý orgán – řepovitý kořen slouží k přežívání nepříznivých období. Z částí kořene pod půdním povrchem po nastolení vhodných podmínek (po zimním období i po období sucha v průběhu léta) raší nové lodyhy. Schopnost regenerace z meristémů na stoncích je využívána při tvorbě *in vitro* kultur.

1.3.5 Ekologické nároky

Zvonovec liliolistý je světlomilný až polostínomilný druh. Osidluje hlavně světlé lesy, lesní ekotony, mírně vlhké a mezofilní louky, skalní výchozy (ELLENBERG et al. 1992, PRAUSOVÁ et al. 2016a). Roste hlavně na bazických substrátech (vápence, slíny, slínovce, andezity), je považován za kalcifilní druh. Upřednostňuje půdní typy: rendziny a pararendziny, rankery, podzoly, kambisoly, luvisoly. Podle ELLENBERGA et al. (1992) má následující indikační hodnoty k základním stanovištním faktorům: světlo (L) = 7; teplota (T) = 6; kontinentalita (C) = 6; vlhkost (F) = 6; půdní reakce (R) = 8; živiny (N) = 2. Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty spočítané z fytocenologických snímků zaznamenaných na lokalitách ve střední Evropě mají ovšem značný rozsah (kromě hodnot pro kontinentalitu) – viz Příloha 8. Z hlediska fyzikálních vlastnosti půdy (půdní druh) mají mikrolokality 1 a 2 v PP Vražba střední půdy s obsahem karbonátů maximálně do 1 %, zbývající mikrolokality 3 a 4 mají půdy lehké až střední s obsahem karbonátů do 0,3 %. Na zbývajících českých lokalitách jsou půdy střední až těžké s obsahem karbonátů většinou do 0,3 %. Pouze v Karlickém údolí a ve dvou ze tří vzorků v NPR Karlštejn je obsah karbonátů vyšší, tj. do 1 %. Nejvyšší obsah humusu byl zjištěn ve vzorku z PP Bílichovské údolí a z mikrolokality 3 v PP Vražba. Poměr oxidovatelného uhlíku k celkovému obsahu dusíku (C/N) byl nejvyšší na lokalitách ve Džbánu (Bor – 22, Čertovka, Bílichovské údolí – 19) a nejnižší v PR Karlické údolí (7–8). Půdní reakce (pH) byla zásaditá na mikrolokalitách 1 a 2 v PP Vražba (7,9–7,94) a v obou vzorcích v PR Karlické údolí (7,12–7,82). Kyselá půdní reakce byla zjištěna u vzorků z lokalit ve Džbánu (3,88–5,9) – zde se projevilo výrazné vymývání bází z horní části půdního profilu na odvápněné opukové plošině, sekundárně též vliv kyselého opadu jehličnanů, zejména

borovice a modřínu. Na zbývajících lokalitách byla půdní reakce mírně kyselá (rozsah 6,05–6,59). Nasycenost sorpčního komplexu, tedy i dostupnost živin, byla nejvyšší na lokalitách v PR Karlické údolí (96,8–99,6 %). Nejnižších hodnot dosahovala na lokalitách Čertovka a Bor ve Džbánu (4,5–5,4 %). Nejvyšší obsah vápníku byl zjištěn na mikrolokalitě 1 v PP Vražba (10666 mg/kg), nejméně na lokalitách s nízkými hodnotami pH, tj. na lokalitách Čertovka (1380 mg/kg) a Bor (850 mg/kg) ve Džbánu. Na studovaných slovenských lokalitách (PRAUSOVÁ et al. 2016a) bylo pH půdy zásadité (7,25–7,59), pouze na okraji zemního závrtu na Silické planině v NP Slovenský kras bylo pH 6,23. Nasycenost sorpčního komplexu se na všech lokalitách pohybovala v rozmezí 99,4-99,9 % (nejnižší ve Slovenském krasu). Nejvyšší obsah vápníku v půdě (164600 mg/kg) byl změřen na lokalitě Cigánka (vápnomilná bučina v NP Muránska planina), nejnižší obsah vápníku na lokalitě ve Slovenském krasu (5100 mg/kg). Výsledky půdních analýz vzorků z lokalit *A. liliifolia* v České republice uvádí Příloha 9.

Středoevropské populace rostou od planárního do montánního stupně, např. na polské lokalitě Kisielany v nadmořské výšce 146 m a na slovenské lokalitě Michalovo v Nízkých Tatrách v nadmořské výšce 1136 m (PRAUSOVÁ et al. 2016a). Průměrné roční teploty na lokalitách *A. liliifolia* jsou 4–9 °C, průměrný úhrn ročních srážek se pohybuje mezi 495–1000 mm (MIKLÓS 2002, TOLASZ 2007, DÖVENYI 2010, CLIMATE CHANGE KNOWLEDGE PORTAL 2015). Z kontinuálního měření teplot na českých lokalitách v období listopad 2015 – červenec 2016 vyplynulo, že průměrné měsíční teploty (T1: 15 cm nad půdním povrchem T2: 2 cm nad půdním povrchem, T3: 6 cm pod půdním povrchem) jsou na všech lokalitách nejnižší v lednu a nejvyšší v červenci, srpnu a září. Celoročně jsou nejvyšší průměrné měsíční teploty na lokalitách v Českém krasu a na východočeské lokalitě Vražba, naopak nejnižší jsou hodnoty na lokalitě Babinské louky. Největší teplotní extrémy nízkých teplot byly změřeny v lednu na lokalitě Karlické údolí (T1: -5,13 °C, T2: -4,38 °C) a na lokalitě Karlštejn (T3: -7,94 °C), největší extrémy vysokých teplot v červenci na lokalitě Karlické údolí (T1: 27,88 °C, T2: 28,69 °C, T3: 31,13 °C). Grafické znázornění průměrných, minimálních a maximálních měsíčních teplot pro jednotlivé lokality je uvedeno v Příloze 10. Na slovenských lokalitách byly největší teplotní extrémy naměřeny na okraji zemního závrtu na lokalitě Silica ve Slovenském krasu (-22,1°C, +30,1°C). Z uvedených rozsahů teplot vyplývá, že je *A. liliifolia* odolný vůči velikým teplotním výkyvům. Limitujícími faktory budou s největší pravděpodobností světlo a vlhko, jak vyplývá ze srovnání vegetačních jednotek, v nichž byl druh zaznamenán na území ČR, Slovenska, Polska, Maďarska a Rumunska (PRAUSOVÁ et al. 2016a).

1.3.6 Biotické faktory

Rostliny

Zvonovec liliolistý je nepřímo ohrožen dřevinami se stinnými korunami, zejména zapojenými porosty buku lesního (*Fagus sylvatica*), habru obecného (*Carpinus betulus*), lípy srdčité (*Tilia cordata*), javorů (*Acer* sp. div.), ale i nevhodně vysazovaného smrku ztepilého (*Picea abies*) nebo nitrofilního bezu černého (*Sambucus nigra*) v keřovém patře. Nejsilnějšími konkurenty pro zvonovec jsou rostliny bylinného patra, v lesích hlavně expandující ostružiníky (*Rubus* sp.), na lokalitě Vražba dokonce i tolita lékařská (*Vincetoxicum hirundinaria*), v lesích i na loukách třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), na Babinských loukách a lesních mikrolokalitách ve Džbánu též bezkolenec (*Molinia caerulea*), dále vysoké byliny šířící se v podrostu kvůli vysokému obsahu živin, např. bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), krabilice zápašná (*Chaerophyllum aromaticum*), čistec lesní (*Stachys sylvatica*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*).

Živočichové

Vliv bezobratlých herbivorů a parazitů nebyl u dospělých jedinců *A. liliifolia* studován ani pozorován. Jak v přírodních podmínkách, tak i v kultuře dochází k okusu klíčních rostlinek a malých semenáčků měkkýši. Vliv obratlovců je vysoký jak na dospělé rostliny, tak semenáčky. Mladé lodyhy jsou spásány od časného jarního období až do léta spárkatou zvěří. Na lokalitě Vražba byl pozorován okus až jedné třetiny lodyh, proto jsou jednotlivé mikrolokality chráněné různými typy oplocenek. Ze stejných důvodů byla v NPR Karlštejn zřízena velká oplocenka Na Mořině. Na lokalitě Babinské louky došlo jednorázově v roce 2011 k poškození populace krávami, které utekly ze sousední pastviny a lokalitu zvonovce spásly a rozdupaly. V následujících letech byla učiněna opatření, aby se tento typ disturbance neopakoval. V roce 2015 byl pozorován vliv dalších živočichů – hlodavců. U několika rostlin byl zcela zdevastován zásobní kořen a tím došlo k odumření rostlin. Lze předpokládat také možnost poškození podzemních orgánů vlivem černé zvěře. Malé semenáčky jsou poškozovány sešlapem.

Houby

Při monitoringu populací byl několikrát pozorován oranžový povlak na vrcholových meristémech rostlin. Jedná se pravděpodobně o houbový organismus, který zatím nebyl identifikován. Napadené části rostlin zaschly, nedošlo k dokončení vývoje částí květenství s poupaty, zaschly napadané listeny i listy. V terénu, zejména na lokalitě Babinské louky bylo pozorováno fialové zbarvení lodyh a jejich následné zasychání (Obr. 6). Podobný projev byl pozorován na lokalitách v Rakousku, kde dle ústního sdělení profesora Wolfganga

Schleidta (v současné době nepůsobí na žádné instituci) došlo vlivem tohoto patogenu k zániku jedné lokality. Ve spolupráci s profesorem Schleidtem byla získána jedna napadená rostlina z kultury, z jejíhož kořene byl následně izolován patogen. Čistá kultura patogenu je uložena v kultivaci na agaru na katedře botaniky Univerzity Palackého v Olomouci. Do současné chvíle nedošlo k identifikaci a k potvrzení vlivu patogenu na rostlinu, důvodem je nedostatek rostlinného materiálu pro experimenty.

Obr. 6. Fialové zasychající lodyhy napadené dosud přesně neurčeným patogenem – rakouská lokalita u obce Moosbrunn (autor: W. Schleidt, 2014)

1.3.7 Vazba na společenstva

V ČR zvonovec liliolistý roste ve společenstvech řádu *Quercetalia pubescenti-petraeae* a svazů *Berberidion* a *Prunion spinosae* (KOVANDA 2000). KUČERA (2005) uvádí druh jako kriticky ohrožený v souvislosti s výskytem v biotopu L6.4 Středoevropské bazifilní teplomilné doubravy. LUSTYK (2005) popisuje výskyt druhu v druhově bohatších společenstvech od lučních (sv. *Arrhenatherion*) až po světlé listnaté lesy; v Čechách především v mochnových doubravách (as. *Potentillo albae-Quercetum*) a druhotně i v lemech kulturních smrčin a na pasekách. V lesních porostech upřednostňuje dostatečně prosvětlená místa s *Quercus robur* a *Q. petraea*, *Carpinus betullus*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*. V bylinném patře jsou nejhojnější *Brachypodium sylvaticum*, *Bromus benekenii*, *Melampyrum nemorosum*, *Carex digitata*, *Hepatica nobilis*, *Asarum europaeum*, *Lathyrus vernus*, *Astrantia major*, *Fragaria*

moschata a *F. vesca*, *Galium sylvaticum*, *Lilium martagon*, *Melica nutans*, *Stellaria holostea*, *Pulmonaria obscura* atd. MARTINOVSKÝ (1967), který se zabýval velmi specifickým typem luk v oblasti Babiny = tzv. babinskými orchidejovými loukami, ale i podobnými lokalitami jinde v České republice, karpatském systému a evropské části Ruska, hodnotil právě oblast Babiny jako mírně vlhkou lesoluční step v submontánním výškovém stupni. Dle srovnání MARTINOVSKÉHO (1967) se Babinské louky svým charakterem přibližují současným lesostepím v Rusku, kde je centrum areálu *A. liliifolia*. Pro lokalitu je typický výskyt druhů rostlin z kolinního a montánního, popř. i alpínského stupně a jejich přechodů. Rostou zde luční druhy, dále druhy lesních okrajů a světlin. Převažují mezofyty, přistupují xeromezofyty, vzácněji mezoxerofyty. Dominantními trávami jsou *Molinia caerulea*, *Bromus erectus*, *Festuca rubra*, hojné jsou též ostřice *Carex montana*, *C. flacca*, *C. panicea*, z bylin se vyskytují např. *Betonica officinalis*, *Galium boreale*, *Potentilla alba*, *P. erecta*, *Ranunculus polyanthemos*, *Rhinanthus minor*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula tinctoria*, *Trifolium medium*, *Trollius altissimus*.

V Katalógu biotópov Slovenska (Dražil in STANOVÁ et VALACHOVIČ 2002) je druh *A. liliifolia* zařazen do biotopu Ls5.4 Vápnomilné bukové lesy (sv. *Fagion*). V Polsku roste zvonovec převážně v termofilních dubových lesích asociace *Potentillo albae-Quercetum* a v dubovo-borových lesích as. *Querco robori-Pinetum*. Může být nalezen v dubovo-habrových lesích as. *Tilio-Carpinetum typicum*, v křovinných společenstvech řádu *Prunetalia* a v xerotermních porostech třídy *Festuco-Brometea* (CIOSEK 2006). V Německu je druh vázán na tvrdé luhy as. *Querco-Ulmetum* Issler 1924 (SCHEUERER et SPÄTH 2005). V Rumunsku v oblasti Târnava Mare v Transylvánii (JONES et al. 2010) se zvonovec vyskytuje v xerofilních biotopech – subpanonských stepních trávnících a polopřirozených suchých travinných porostech a křovinách na vápenatém podloží (*Festuco-Brometea*). V Rumunsku roste i v trávnících mezofilnějšího charakteru, zmíněn je výskyt např. na severních svazích malých suťových vyvýšenin společně s montánními, mezofilními či hygrofilními druhy, na jižních svazích i s xerofilními druhy. INDREICA (2011) uvádí výskyt druhu nejen ve společenstvech třídy *Festuco-Brometea,* ale také ve vlhkých loukách svazu *Molinion* a lesích řádu *Quercetalia pubescenti-petraeae*. Ve Slovinsku je *A. liliifolia* uváděn z vlhkých luk, na křovinatých stanovištích a v lesích a lesních okrajích (BABIJ 2004). Jeho stanoviště jsou mírně slunná a teplá. Vyskytuje se zde ve společenstvech syntaxonů *Quercetalia pubescentis*, *Alno-Ulmion* a *Molinion.* Druh *A. liliifolia* roste i ve společenstvu borovice černé (*Pinus nigra*) a ostřice vždyzelené (*Carex sempervirens*), tj. v asociaci *Carici sempervirentis-Pinetum nigrae*). Je uváděn také z asociací *Rhododendro hirsuti-Fagetum* a *Astrantio majoris-Caricetum sempervirentis* nom prov.

Na základě vyhodnocení fytocenologických snímků z území České republiky, Slovenska, některých lokalit v Polsku (PRAUSOVÁ et al. 2016a) a z publikovaných zahraničních zdrojů (CIESEK 2006, FARKAS et VOJTKÓ 2012, INDREICA 2011) bylo rozlišeno šest vegetačních jednotek, v nichž se historicky i v současnosti *A. liliifolia* vyskytoval: 1. střídavě vlhké bezkolencové louky sv. *Molinion caeruleae*, 2. teplomilné doubravy asociace *Potentillo albae-Quercetum,* 3. středoevropské bazifilní doubravy sv. *Quercion pubescenti-petraeae,* 4. dubohabřiny asociace *Tilio cordatae-Carpinetum betuli,* 5. vápnomilné bučiny podsvazu *Cephalanthero-Fagenion,* 6. mozaika horských lužních lesů s olší šedou (*Alnus incana*) a horských slatin svazu *Caricion davalianae* (viz Příloha 8).

1.4 Příčiny ohrožení druhu

Zvonovec liliolistý v současné době v České republice přežívá na stanovištích středoevropských bazifilních doubrav as. *Potentillo albae-Quercetum* (Český kras – NPR Karlštejn), hercynských dubohabřin sv. *Carpinion betulii* (Český kras – PP Karlické údolí, Jaroměřské Polabí – PP Vražba), lemových společenstev s prvky svazu *Bromion* (Džbán – PP Smradovna), acidofilních doubrav sv. *Quercion robori-petraea,* které pravděpodobně vznikly ochuzením mochnových doubrav as. *Potentillo albae-Quercetum* (Džbán – lokality Čertovka, Bor) a mezotrofních luk sv. Arrhenatherion (České středohoří – PP Babinské louky – asociace *Potentillo albae-Festucetum rubrae*).

Lesní lokality na těchto stanovištích jsou obhospodařovány jako vysokokmenný les. Bylinný podrost včetně *A. liliifolia* je na většině lokalit zastíněn stromovým patrem. Při záměrném prosvětlení porostu redukcí stromového a keřového patra se většinou začnou prosazovat konkurenčně silné rostliny – ostružiníky (*Rubus* sp. div.), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), na úživných stanovištích širokolisté byliny (v doubravách např. tolita lékařská – *Vincetoxicum hirundinaria*, v dubohabřinách bršlice kozí noha – *Aegopodium podagraria*, čistec lesní – *Stachys sylvatica*, jarmanka větší – *Astrantia major* atd.). Velké dospělé rostliny *A. liliifolia* sice částečně tomuto konkurenčnímu tlaku odolávají, ale jsou oslabovány. Semenáčky odumírají a mladé rostliny postupně zeslabují, až nakonec také ustoupí. *A. liliifolia* nachází útočiště v lesních ekotonech, prosvětlených okrajích lesních cest nebo v kontaktu s pasekami. Případné semenáčky, které se objevují na osluněných místech s obnaženým půdním substrátem, jsou velmi zranitelné jak z důvodu náročnosti na vláhu a neschopnosti vyrovnat se s jejím nedostatkem kvůli malé absorpční schopnosti drobného kořínku, tak i z důvodu snadného poškození lesními živočichy a houbovými organismy.

Živočichové poškozují rostliny okusem (spárkatá zvěř), rytím (hlodavci, pravděpodobně i divoká prasata). Houbové patogeny poškozují vrcholové části lodyh.

Luční lokalita Babinské louky má charakter střídavě vlhké svahové louky s lučními prameništi. *A. liliifolia* zde dosahuje nižšího nebo stejného vzrůstu jako bezkolenec modrý (*Molinia caerulea*). Oproti lesním lokalitám zde netvoří *A. liliifolia* statné trsy s bohatými květenstvími, ale většinou jen jednotlivé lodyhy s málopočetnými květenstvími. *A. liliifolia* je vystavena tlaku ostatních rostlin v bylinném patře (zejména expandující třtiny křovištní – *Calamagrostis epigejos* nebo i bezkolence modrého – *Molinia caerulea*), ale také spásání volně se pohybující spárkatou zvěří, tak i rytí hlodavců či koncentraci a následnému rytí černé zvěře. Obnova ze semen je zřídkavá vzhledem k zranitelnosti klíčních a juvenilních rostlin, jak vyplývá z dlouhodobého monitoringu na lokalitě Vražba. Jsou-li v jedné vegetační sezóně objeveny semenáčky, v následující vegetační sezóně je nalézáno minimum z nich.

Zvyšující se eutrofizace jak v lesních, tak v lučních ekosystémech přispívá k šíření expanzivních druhů rostlin, které vyvíjejí na *A. liliifolia* velký konkurenční tlak. Na obou typech lokalit může být zvonovec ohrožen také nevhodným hospodařením, např. poškozením rostlin při neohleduplné těžbě nebo nevhodným načasováním seče. Negativní důsledky těchto zásahů se kumulují, vyvolávají sukcesní změny a nežádoucí šíření některých druhů. Totožné příčiny ohrožení druhu jsou popisovány také z Německa (SCHEUERER et SPÄTH 2005).

Z výše uvedeného vyplývá šest nejvýznamnějších faktorů, kterými je druh na území ČR ohrožen:

1) **Zánik vhodných typů stanovišť: světlá doubrava, dubohabřina, střídavě vlhká louka a lesní ekoton.**

2) **Současné lesní hospodaření s tvorbou vysokokmenných lesů, využívání velkých (těžkých) strojů při těžbách poškozující populace a jejich oplocení.**

3) **Eutrofizace prostředí a nástup konkurenčně silnějších rostlin.**

4) **Poškozování rostlin živočichy (herbivorie): okus** (zejména spárkatá zvěř)**, vyhrabávání** (hlodavci) a **rytí** (černá zvěř).

5) **Konkurenční tlak rostlin bylinného, keřového a stromového patra.**

6) **Nevhodné podmínky pro klíčení a přežívání klíčních rostlin.**

1.5 Statut ochrany

1.5.1 Statut ochrany na mezinárodní úrovni

Zvonovec liliolistý je chráněný podle Směrnice Rady 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin a je zařazen mezi druhy vyžadující zvláštní územní ochranu (příloha II). Podle Červeného seznamu IUCN pro Evropu (BILZ et al. 2011) je zařazen do kategorie LC (téměř ohrožený). Ve světovém seznamu IUCN není druh hodnocen (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2017, IUCN 2014). Zvonovec liliolistý je také zařazen v Příloze 1 Úmluvy o ochraně evropské fauny a flóry a přírodních stanovišť (tzv. Bernská úmluva).

1.5.2 Legislativní aspekty ochrany druhu v ČR

Druh je v souladu s ustanovením § 48 zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění, zařazen mezi zvláště chráněné druhy rostlin v kategorii kriticky ohrožené (příloha č. II vyhl. MŽP č. 395/1992 Sb.) V Černém a červeném seznamu cévnatých rostlin České republiky (GRULICH 2012) je uveden jako kriticky ohrožený druh (C1b), tedy s kombinací vzácnosti druhu i jeho výrazného ústupu.

1.5.3 Statut ochrany v ostatních zemích s recentním výskytem druhu

Zákonné ochraně druh podléhá v těchto evropských zemích (uvedeny jsou pouze vybrané okolní státy, v dalších zemích nebyl statut ochrany zjišťován):

- Slovensko (Zoznam chránených rastlín, prioritných druhov rastlín - príloha č. 5 vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v souladu se zákonem 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny),

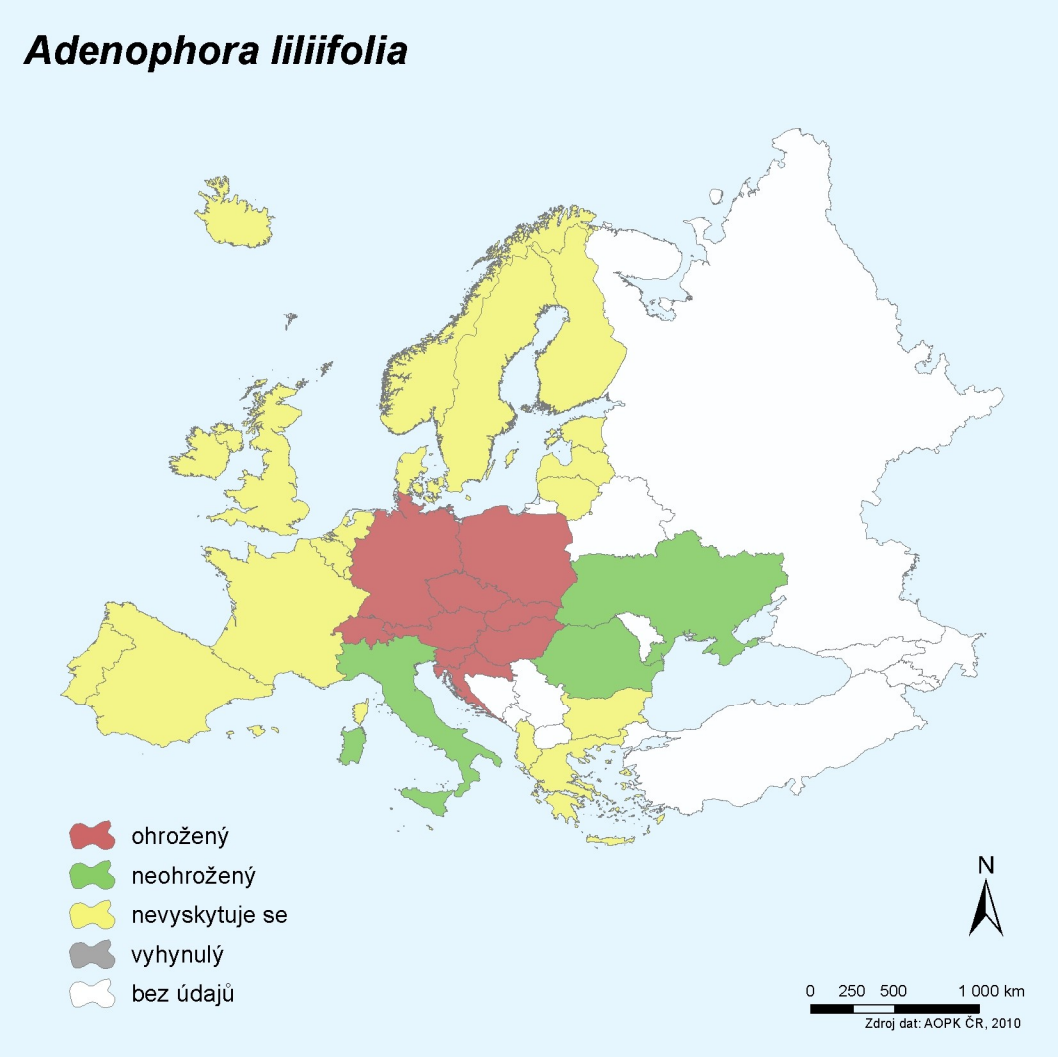
- Polsko (výnos ministra životního prostředí ze dne 9. října 2014 [Dz.U. Nr 2014 poz.1409], na základě článku 48 zákona ze dne 16. 4. 2004 o ochraně přírody [Dz. U. z 2013 r. poz. 627, z późn. zm.),

- Německo – Bavorsko (přísně chráněný druh podle Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege Bundesnaturschutzgesetz – BnatSchG, 1987),

- Rakousko – Dolní Rakousy (druh je chráněn dle vyhlášky „Niederösterreichische Artenschutzverordnung“ z 12 .8. 2005, která je součástí Zákona o ochraně přírody),

- Maďarsko (vyhláška Ministerstva životního prostředí a vody č. 3/2005 [VIII. 31.]).

Zvonovec liliolistý je dle červených seznamů jednotlivých evropských zemí kriticky ohrožený v Polsku, Německu, Maďarsku, Rakousku a Švýcarsku, ohrožený je ve Slovinsku, téměř ohrožený v Chorvatsku a Itálii, zranitelný na Slovensku (GABRIELOVÁ et al. 2011; Obr. 7), stejně jako v Rumunsku a na Ukrajině. V Rumunsku je druh uveden pouze v jedné ze tří verzí červených seznamů cévnatých rostlin pro Rumunsko (DIHORU ET DIHORU 1994). Druh chybí v tom nejvíce používaném červeném seznamu (OLTEAN et al. 1994). V Rusku je druh zařazen do několika Červených knih regionů Ruska (např. Belgorod, Bryansk, Vladimir, Voroněž, Kaluga, Kurgan, Kursk, Moskva, Penza, Rostov, Sáratov, Smolensk, Tula, Tyumen, Perm, Udmurtia (Plantarium 2017).



Obr. 7. Stav ohrožení *Adenophora liliifolia* v jednotlivých zemí Evropy podle lokálních červených seznamů (AOPK ČR, 2010).

1.6 Dosavadní opatření pro ochranu druhu

1.6.1 Nespecifická ochrana

1.6.1.1 Nespecifická ochrana druhu v zahraničí

V EU je druh chráněn v 73 evropsky významných územích: Česká republika (5), Chorvatsko (1), Itálie (14), Maďarsko (5), Německo (2), Polsko (18), Rakousko (2), Rumunsko (9), Slovensko (15) a Slovinsko (2) (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2017). Na Slovensku se *A. liliifolia* vyskytuje v pěti národních parcích (Slovenský kras, Slovenský raj, Nízke Tatry, Muránska planina a Velká Fatra) a všechny lokality *A. liliifolia* jsou chráněné jako území evropského významu (soustava NATURA 2000). V Polsku je známo 23 recentních lokalit *A. liliifolia*, na čtyřech lokalitách není zajištěna žádná (ani evropská, ani národní) území ochrana (Brodski forest, Polany, Niwy, Modrzejowice forests). V Rumunsku bylo známo 32 lokalit *A. liliifolia* (GHISA in SĂVULESCU et NYARADY 1964, INDREICA 2011), v současnosti je chráněno v rámci soustavy Natura 2000 devět lokalit a zároveň šest těchto lokalit (SÂRBU 2006) je součástí soustavy chráněných území Rumunska. Přehled všech evropských lokalit chráněných v rámci soustavy Natura 2000 je dostupný z https://eunis.eea.europa.eu/species/316790#legal_status [cit. k 17. 5. 2017] a lokality lze také zobrazit v mapě dostupné z http://natura2000.eea.europa.eu/ [cit. k 17. 5. 2017]

1.6.1.2 Nespecifická ochrana druhu v ČR

V České republice je zvonovec předmětem ochrany 5 evropsky významných lokalit, jejichž ochrana je zajištěna prostřednictvím zvláště chráněných území: přírodní památka Vražba, přírodní památka Babinské louky, přírodní památka Smradovna, národní přírodní rezervace Karlštejn, přírodní rezervace Karlické údolí. Nedávno objevená lokalita u Žehuně se nachází v přírodní památce Žehuňsko-Báň (a rovněž v EVL Žehuňsko, kde ovšem zvonovec není předmětem ochrany). Pouze dvě lokality (Bor, Čertovka) ve Džbánu nejsou vyhlášeny jako chráněné území.

1.6.2 Specifická ochrana

1.6.2.1 Opatření realizovaná v zahraničí

Slovensko

I když jsou na Slovensku lokality zvonovce součástí evropsky významných lokalit, není na lokalitách realizován management na ochranu druhu. Většina lokalit má přirozený charakter

a populace zde prosperují bez nutných managementových zásahů. Jsou dostatečně prosvětlené a nejsou poškozovány přemnoženou lesní zvěří. Často se vyskytují na málo přístupných skalnatých místech (Michalovo v Nízkých Tatrách, Pusté Pole – východ ve Slovenském ráji, Cigánka na Muráňské planině). Antropogenními zásahy jsou ovlivněny dvě lokality – niva potoka Trstěník na Muráňské planině, kde v roce 2014 proběhla těžba dřeva v navazujícím lese a niva byla využita k manipulaci s kládami. Ve Slovenském krasu se okraj zemního závrtu s výskytem zvonovce spásá dobytkem, často zde rostliny jsou ještě před kvetením spasené nebo podupané a poškozené. Ostatní lokality se vyskytují mimo turistické chodníky a stezky s výjimkou přístupové turistické cesty na Muráňský hrad, kde část populace roste přímo u naučné tabule věnované NPR Cigánka. Všechny uvedené informace jsou výsledkem vlastních pozorování (Prausová, Marečková, observ. 2014).

Polsko

V Polsku se druh v minulosti vyskytoval hojně, ale došlo k zániku mnoha lokalit (KORZENIAK et NOBIS 2004, KUCHARCZYK 2007, KAPLER et al. 2015). V souvislosti s ochranou přírody v rámci EU je v Polsku od roku 2004 věnována *A. liliifolia* pozornost. Ovšem přísná ochrana v národních parcích podporuje spontánní sukcesi, která není pro zvonovec příznivá. Problém se sukcesí ke stinným dubohabřinám s vyšším podílem lípy a s velkým zápojem korun stromů se projevuje také v přírodních rezervacích a v národních rezervacích. Nejlepší situace je v rezervaci Krzemionki Opatowskie, kde je umístěno historické muzeum s naučnou stezkou o těžbě pazourku v neolitu. Udržování naučné stezky brání sukcesi a udržuje prosvětlený a nezapojený les (KAPLER et PUCHALSKI 2015).

V rámci projektu FlorIntegral byly v národním parku Kampinos založeny nové populace *A. liliifolia* ze semen uložených v kryobance v Powzinu. Celkem bylo vysázeno 1157 mladých rostlin. Semena, z nichž byly rostliny vypěstovány, pocházela z polské lokality Kisielany, kde byla odebírána před 8-10 lety z velké populace. Semena byla vitální, klíčivá. Populace v Kisielanech je geneticky podobná vyhynulé populaci v NP Kampinos (zjištěno srovnáním s jedním kvetoucím exemplářem v NP Kampinos). Dvouleté výsadby chráněné oplocením proti okusu spárkatou zvěří jsou vitální. Negativními vlivy jsou ilegální lidské aktivity, zejména cyklistika, pojezd čtyřkolkami a koňmi. Na lokalitách v NP Kampinos probíhají managementové zásahy, které spočívají v kácení dřevin, odstraňování nežádoucích druhů v bylinném patře a borovic napadených jmelím. V NP byla též založena *ex situ* sbírka *A. liliifolia* jako zdroj dalších rostlin, ale také z důvodu vzdělávání lesníků a turistů. Všechny založené populace jsou pravidelně monitorovány. Posilování populací proběhlo též na lokalitě Niedzilanski Las (Natura 2000). Současně na lokalitě proběhly managementové

zásahy, zejména prosvětlení doubravy vykácením lísek, habrů a redukcí ostružiníků a kopřiv. Ve vojvodství Białystok probíhá záchranný program na ochranu lesů a mokřadů, do něhož spadá též ochrana poslední populace *A. liliifolia* v této oblasti.

Druh je v Polsku pěstován v šesti botanických zahradách a semena jsou uložena ve dvou kryobankách. Univerzita v Łódźi má také v plánu vytvořit svoji vlastní banku semen a laboratorní *in vitro* kulturu.

Také byl připraven Polský národní program pro ochranu *A. liliifolia* (KUCHARCZYK 2007), jehož cílem je záchrana existujících přirozených populací, legislativní ochrana všech těchto lokalit prostřednictvím maloplošných chráněných území, cílená podpora malých, ustupujících populací, zlepšení světelných poměrů na stanovištích, aktualizace znalostí o druhu, zvýšení povědomí o druhu a komunikace mezi ochranáři a hospodáři (lesníky), zavedení finančních nástrojů na ochranu světlých doubrav, dlouhodobá ochrana genetické diverzity v botanických zahradách a genetických bankách.

Německo

V Německu se druh vyskytuje pouze na dvou lokalitách. Početnější populace roste v lesnaté oblasti Erlau u Wallersdorfu a je pravidelně sledována od roku 1994. Jedná se o tvrdý luh, ale zvonovec se vyskytuje nejvíc na lesních okrajích nebo podél cest. Prováděný management: odstraňování stromů, prosvětlení podrostu, prořezávka a odvoz větví; kontrolované zmlazování smrkových porostů; seč a odstraňování křovin z bezkolencových luk; aplikace prostředku proti okusu a oplocení jednotlivých výskytů zvonovce. Opatření na prosvětlení zvýšila na všech nalezištích počet jedinců a lodyh zvonovce a rovněž vitalitu a úspěšnost kvetení. Zároveň docházelo k větším škodám okusem, protože čerstvě uchycené zvonovce jsou pro srnčí zvěř lehčeji dostupné. Aplikace prostředku proti okusu snížila množství poškozených rostlin z 60-70 % na 23 % (při dvojí aplikaci), resp. na 10 % (při trojí aplikaci během vegetační sezóny). Dalším opatřením bylo vykoupení polí navazujících na okraje lesa s výskytem zvonovce. Pole byla přeměněna na louky a bylo na ně vysázeno více řad remízků, čímž vzniklo 370 m struktur podobných lesnímu okraji. V pruzích podél remízků byla stržena horní vrstva půdy a vyseta semena zvonovce. Vzcházení semen zvonovce na nových plochách bylo úspěšné, pokud byla vysévána na místa s obnaženou půdou bez vegetace. V místech s uzavřenou vegetací byly vysazovány sazenice, přičemž podzimní výsadby byly úspěšnější. První květy se objevují na světlých místech již v následujícím roce po výsadbě, tj. na dvouletých rostlinách. Realizovaná opatření vedla k nárůstu populace ve Wallersdorf z 146 rostlin v roce 1994 na 635 exemplářů v roce 2003. K prvnímu nárůstu početnosti došlo po zavedení managementu (především

prosvětlení), k dalšímu nárůstu přispěly výsevy a výsadby. Mortalita výsadeb sice byla poměrně vysoká, ale díky uchyceným rostlinám populace dál rostla samovýsevem (SCHEUERER et SPÄTH 2005). Pro zhodnocení stavu populací zvonovce bylo v Německu vypracováno hodnotící schéma (DOLEK et al. 2009).

Rakousko

V Rakousku existují tři populace v Dolních Rakousích a ve Štýrsku. Největší populace zvonovce je v přírodní rezervaci Pischeldorfer Wiesen (evropsky významné území AT1220000 Feuchte Ebene – Leithaauen). Tato louka leží v nadmořské výšce cca 180 m n. m. Podle diplomové práce (GSTÖTTNER 2015) nebyla lokalita od roku 2011 kosena. Podle písemného sdělení prof. Wolfganga Schleidta byla lokalita v roce 2014 kosená mechanizací a na části se zvonovcem bylo kosení posunuto až na začátek října. Další lokalitou zvonovce je přírodní památka (Naturdenkmal) Sollenauer Feuchtwiesen (evropsky významné území Steinfeld AT1210A00). Jedná se o vlhkou louku, která se nachází přibližně 20 km jižně od Moosbrunnu. V roce 2014 zde rostla pouze jedna rostlina (Wolfganga Schleid, písemné sdělení). Třetí lokalitou je přírodní rezervace Schonauer Teich, která je rovněž součástí evropsky významného území – Steinfeld AT1210A00.

Rumunsko

V minulosti rostl druh na 32 lokalitách V současné době je v Rumunsku devět území s výskytem *A. liliifolia* chráněno v rámci soustavy Natura 2000 (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2017), ale pouze na třech lokalitách je zpracován plán péče zajišťující ochranu druhu. Velikost populací na jednotlivých lokalitách je nízká, max. 50 jedinců (INDREICA A., ústní sdělení).

Maďarsko

V minulosti rostl druh v Maďarsku na 30 lokalitách. V současné době je všech sedm maďarských lokalit chráněno soustavou NATURA 2000 v rámci čtyř EVL, které jsou součástí dvou národních parků (NP Aggtelek, NP Kiskunság). Každý národní park má svůj vlastní záchranný program pro *A. liliifolia*. Na lokalitách druhu probíhá pravidelný management. Provádí se odstraňování dřevin způsobujících nadměrný zástin a také oplocení rostlin proti okusu přemnoženou spárkatou zvěří. Na lokalitách *A. liliifolia* v Maďarsku se negativně projevuje nedostatek srážek a dlouhodobé přísušky spojované s globálními klimatickými

změnami. Negativní vliv invazivních rostlin není na lokalitách pozorován. V Maďarsku se připravuje celostátní záchranný program pro *A. liliifolia* (FARKAS T., ústní sdělení).

1.6.2.2 Opatření realizovaná v ČR

Opatření zaměřená na podporu populací zvonovce liliolistého byla a jsou realizovaná na všech lokalitách v ČR. Na všech lokalitách v lesních biotopech bylo v různém rozsahu prováděno prosvětlení lesního porostu. V PP Vražba jsou redukovány druhy bylinného patra expandující díky prosvětlení, ve velké oplocence v NPR Karštejn je sečí potlačována třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Většina rostlin v PP Vražba, část rostlin v oblasti Džbánu, větší část populace v NPR Karlštejn, a od roku 2018 také celá populace na Babinských loukách je chráněna oplocenkami či jednotlivé rostliny oplůtky proti okusu spárkatou zvěří. Oplocenky bývají často poškozené padajícími kmeny a větvemi stromů nebo povalené lesní zvěří a neplní zcela svou funkci. Jediná luční lokalita, Babinské louky, je sečena. Termín seče se v průběhu doby měnil. V posledních letech je nastaven na dobu po vysemenění zvonovce, což ovšem způsobuje šíření třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). V rámci aktivit na záchranu zvonovce proběhly také výsevy a výsadby druhu na předem určená místa. V PP Smradovna byla populace posilována výsevy (BYLINSKÝ V., ústní sdělení). Výsadby proběhly v Českém Krasu, v PP Karlické údolí a na uměle založené lokalitě Lom Kobyla. Na všech lokalitách je po roce 2000 prováděn monitoring. Podrobnější popis realizovaných opatření je uveden u jednotlivých lokalit v Příloze 4. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti dlouhodobě (pravděpodobně od roku 1996) udržoval *in vitro* kulturu pocházející z lokality Smradovna. V rámci přípravy záchranného programu byla vypracována metodika *in vitro* kultivace (Příloha 11) a založeny *in vitro* kultury z lokalit Vražba a Český kras. Zvonovec je také přibližně 20 let pěstován firmou Planta Naturalis. Rostliny byly vypěstovány ze semen z lokality Vražba.

2. CÍLE ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU A PROGRAMU PÉČE

Hlavním záměrem záchranného programu je zachování zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) jako planě rostoucího druhu na území České republiky. Cílem je zachování druhu na všech jeho stávajících přirozených lokalitách v ČR (Jaroměřské Polabí – PP Vražba; České středohoří – NPP Babinské louky; Džbán – PP Smradovna, Bor, Čertovka; Český kras – NPR Karlštejn, PP Karlické údolí; Rožďalovická tabule – PP Žehuňsko-Báň) a rozšiřování těchto populací do vhodných navazujících lokalit. Zásadní je zajištění trvalé přítomnosti vhodných podmínek (resp. mikrostanovišť) pro průběh celého životního cyklu druhu. Jedná se např. o plošky bez přítomných konkurenčních druhů organismů vhodné pro vyklíčení semen a úspěšné uchycení semenáčků, dále dostatek světla pro růst semenáčků, ale i juvenilních rostlin a pro vytvoření květů. Nezbytným opatřením je omezení okusu rostlin kvůli dozrání dostatečného množství tobolek se semeny. Vzhledem k malému počtu recentních lokalit je také třeba věnovat pozornost historickým lokalitám, prověřit zde možnost výskytu druhu a potenciál historických lokalit pro případné reintrodukce, a v případě potvrzení výskytu druhu zajistit neprodleně jeho ochranu a vhodný management.

Dlouhodobé cíle:

1. Zajistit existenci dlouhodobě stabilních a životaschopných populací *A. liliifolia* na všech lokalitách druhu v ČR ve spolupráci s vlastníky a správci dotčených pozemků, a to zlepšením podmínek pro růst druhu pomocí vhodně nastaveného systému řízených zásahů. Cílová početnost populací je: PP Vražba (150 trsů), PP Babinské louky (100 trsů), NPR Karlštejn (100 trsů), PR Karlické údolí (150 trsů), Džbán – PP Smradovna (50 trsů), lokality Bor, Čertovka (každá lokalita 20 trsů), PP Žehuňsko-Báň (20 trsů). Populace budou schopné přirozené generativní reprodukce – rostliny pokvetou a budou tvořit semena alespoň pětkrát za 10 let a budou pozorovány semenáčky a nové dospělé rostliny alespoň v takovém množství, aby při přirozené reprodukci (bez podpůrných zásahů) nedocházelo k poklesu početnosti populace.
2. Zároveň na každé lokalitě dojde k rozšíření druhu v návaznosti na stávající výskyt nebo ke vzniku alespoň jedné nové mikropopulace. V okolí stávajících lokalit zvonovce vytvořit vhodné podmínky (včetně mikrostanovištních) pro spontánní nebo řízené šíření druhu z jeho zdrojových lokalit. Řízené šíření druhu spočívá v kontrolovaných a evidovaných výsevech nebo výsadbách rostlin při respektování původnosti semen či vysazovaných rostlin.

3. V případě potvrzení výskytu druhu na dalších lokalitách zajistit jeho ochranu ve spolupráci s vlastníky a správci dotčených pozemků a příslušnými orgány ochrany přírody. V případě zjištění vhodných podmínek pro druh v oblastech jeho historického výskytu a úspěšného plnění prvního a druhého cíle provést reintrodukci druhu.

Střednědobé cíle:

Pro období prvních deseti let po přijetí záchranného programu jsou stanoveny následující cíle:

1. Stabilizovat soubory řízených zásahů pro jednotlivé lokality s ohledem na lokální stanovištní a socioekonomické podmínky (např. vhodná obnova lesního porostu po těžbě smrku na lokalitě Vražba, usměrnění vývoje lesního porostu v PP Karlické údolí ve prospěch zvonovce, nastavit správnou technologii a časový harmonogram sečení v NPR Babinské louky, prosvětlení a úprava druhové skladby dřevin ve prospěch listnáčů v lesních porostech).
2. Realizovat asanační management na lokalitách, kde dochází k šíření expanzivních druhů rostlin (PP Vražba, NPR Babinské louky, NPR Karlštejn, PP Karlické údolí), a regulační management na všech lokalitách tak, aby byly udržovány vhodné podmínky pro zvonovec (na výše uvedených lokalitách až po úspěšném útlumu expanzivních druhů).
3. Na všech stávajících lokalitách zvonovce zajistit zapracování vhodného managementu do závazných plánů hospodaření nebo péče o lokality (lesní hospodářské plány, lesní hospodářské osnovy, plány péče), případně do podmínek pro udělení dotací (AGRO-ENVI, LESO-ENVI apod.).
4. Pro každou stávající lokalitu zpracovat analýzu vhodných navazujících ploch, na kterých budou pomocí řízených zásahů vytvořeny podmínky pro spontánní nebo řízené šíření zvonovce. Zapracovat tyto lokality do plánovacích dokumentů (LHP, LHO, plány péče, podmínky dotačních titulů).
5. Zajistit dostatečnou informovanost subjektů hospodařících na lokalitách zvonovce formou opakovaných setkání a předání informačních materiálů včetně výstupů monitoringu.
6. Ověřit výskyt druhu na dalších (historických) lokalitách v ČR. V případě potvrzení výskytu druhu zahájit jednání ohledně ochrany populace.

7. Pro všechny populace založit a udržovat *ex situ* kultivace v botanických zahradách, alespoň pro nejméně početné populace vytvořit a udržovat *in vitro* kulturu, a vytvořit minimálně jednu experimentální kulturu.

8. Získat kontinuální data o vývoji jednotlivých populací zvonovce prostřednictvím pravidelného monitoringu, který bude prováděn jedenkrát ročně na všech recentních lokalitách druhu.

9. Doplnit znalosti o biologii a ekologii *A. liliifolia* prostřednictvím detailního výzkumu, zejména znalosti o jeho životním cyklu se zaměřením na populační studii, klíčení druhu *in situ*, zjištění příčin mortality semenáčků a působení jiných organismů na tento druh, zjištění věku, kterého se *A. liliifolia* dožívá.

10. Navázat a udržovat kontakt se správci zahraničních lokalit (hlavně ve střední Evropě) a sdílet zkušenosti se záchranou druhu.

3. PLÁN OPATŘENÍ ZÁCHRANNÉHO PROGRAMU

3.1 Péče o biotop

3.1.1 Péče o lesní biotopy

(vytvoření vhodných stanovištních poměrů a regulace konkurenčních vztahů)

3.1.1.1 Zlepšení světelných poměrů

Motivace:

A. liliifolia je druh mírně heliofilní. Při nedostatku světla nekvete a nedochází tak k rozmnožování a vzniku nových rostlin. Současné lesní lokality *A. liliifolia* v ČR mají charakter hercynských dubohabřin (Vražba, Český kras, Báňský les), středoevropských bazifilních teplomilných doubrav (Vražba, Český kras, Báňský les), vlhkých acidofilních doubrav přecházejících do mochnových až teplých doubrav či vápnomilných bučin (Džbán), tedy spíše stinnějších lesních porostů. Na všech těchto lokalitách je důležité zajistit pro *A. liliifolia* optimální světelné poměry.

Náplň opatření:

Vytvoření vhodných světelných podmínek pro zvonovec docílíme snižováním zápoje stromového patra (zejména stinné druhy dřevin a jehličnany, zvláště smrk) a zároveň omezením rozvoje bylinného a keřového patra, které zpravidla na uvolnění stromového patra pozitivně reagují. Bude provedeno proředění lesních porostů na lokalitách. Míru prosvětlení a jeho časový harmonogram je třeba stanovit pro každou lokalitu individuálně. Přednostně budou odstraňovány dřeviny stanovištně a geograficky nepůvodní. Realizaci opatření je nutné předjednat s vlastníky a subjekty hospodařícími na lokalitách a uvést do souladu zásahy ve prospěch zvonovce s plánovacími dokumenty (LHP, LHO). Současně je nutné řešit zástínění vysokými bylinami a náletovými dřevinami jejich kosením, vyřezáváním nebo vytrháváním a odstraňováním z lokality – viz opatření 3.1.1.2. Při redukci bylinného patra a náletových dřevin není přípustné používání chemických prostředků (např. Roundup).

3.1.1.2 Odstraňování expanzivních druhů rostlin

Motivace:

Na některých lokalitách je velkým problémem šíření expanzivních druhů rostlin na úkor populací zvonovce. Na lokalitě Vražba se šíří ostružiníky (*Rubus caesius*, *R. fruticosus* agg.,

R. idaeus), místy též třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), pýrovník psí (*Elymus caninus*), válečka lesní (*Brachypodium sylvaticum*) a lipnice hajní (*Poa nemoralis*) a vysoké širokolisté byliny (*Astrantia major*, *Senecio ovatus*, *Stachys sylvatica, Astragalus glycyphyllos*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Aegopodium podagraria*). Rychlé rozšíření těchto druhů v podrostu nastává po uvolnění stromového a keřového patra. V Českém krasu ve velké oplocence na Mořině v NPR Karlštejn je podobný problém s monocenózou třtiny křovištní, která převládá na cca polovině plochy oplocenky. Problém s expanzí třtiny křovištní je též na luční lokalitě Babinské louky. V přírodní památce Karlické údolí se po uvolnění stromového a keřového patra urychlila ecese dřevin, zejména jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*). Dřeviny přerůstají bylinné patro a zastiňují lodyhy *A. liliifolia*. Na lokalitě Smradovna podél cesty Hadovky se místy šíří válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*), na lokalitě Bor se v oplocenkách šíří bezkolenec (*Molinia* sp.). Šíření expanzivních druhů je navíc umocněno oplocenkami, které znemožňují jejich spásání zvěří. Cílem opatření je průběžně odstraňovat expanzivní druhy rostlin, snížit tím jejich konkurenci a umožnit tak růst semenáčkům zvonovce a následně jejich zesílení v kvetoucí trsy.

Náplň opatření:

Pozornost bylinnému a keřovému patru je potřeba věnovat především uvnitř oplocenek, kde nemůže probíhat spásání zvěří. Expanzivní rostliny je nutné eliminovat kosením, vytrháváním, vyřezáváním a dalšími metodami Na lokalitě Vražba se zatím nejlépe osvědčilo vytrhávání ostružiníků alespoň s částí podzemních orgánů na konci vegetační sezóny (po vysemenění zvonovce) nebo v časném jaru (březen), než začne zvonovec vytvářet nové lodyhy. Pro eliminaci vytrvalých trav (třtina křovištní, válečka lesní, bezkolenec, pýrovník psí) je optimální kosení na začátku jejich metání. U třtiny je toto načasování kosení nezbytné (tj. červen), u zbývajících trav, které nejsou tak konkurenčně silné, lze kosit společně s ostatními vysokými bylinami na konci vegetační sezóny (po vysemenění zvonovce, tj. v září). Při rozsáhlé expanzi třtiny křovištní je kosení jednou ročně nedostačující. Účinná budou až dvě kosení, z nichž první proběhne na začátku metání, druhé kosení u cca 20–30 cm vysokého porostu, regenerujícího po prvním kosení. Nezbytné je odstranění veškeré pokosené a odumřelé biomasy vyhrabáním. Pro zvýšení účinnosti opatření by bylo žádoucí zkombinovat dvě seče s vyrýváním rostlin na vybraných plochách, kde bude třtina odstraněna i s podzemními orgány (např. mozaikovitě – střídání ploch vykopaných s plochami dvakrát ročně sečenými, přičemž místa určená k vyrývání třtiny budou volena výhradně mimo výskyt zvonovce). Na místech s monocenózami nežádoucích druhů (zejména třtiny křovištní) je doporučeno použít též překrytí černou folií přes celou vegetační sezónu, čímž se oslabí schopnost růstu rostlin a tvorby zásobních látek pomocí fotosyntézy. V případě lučních

porostů (Babinské louky) je další možností provést výsev poloparazitického kokrhele, který třtinu potlačí. V PP Karlické údolí musí být věnována pozornost odstraňování mladých náletových dřevin, ale též dřevin obrážejících z kmínků vyřezaných dřevin. Vzhledem k roztroušenému výskytu zvonovce po celé ploše je vhodnější jednotlivé vytrhávání a vyřezávání dřevin než plošné sekání křovinořezem. Je nutné zcela vyloučit používání herbicidů.

3.1.1.3 Snižování úživnosti stanoviště

Motivace:

Na lokalitách s vysokým obsahem živin (např. Vražba – mikrolokality 2 a 3) dochází především po prosvětlení stromového patra k bujnému růstu nitrofilních druhů rostlin, které konkurují zvonovci. Snížením úživnosti stanoviště dojde k omezení růstu těchto rostlin.

Náplň opatření:

Opakovaně v intervalech 1–2 roky je žádoucí provést na vybraných plochách vyhrabání nerozložené organické biomasy a její odstranění mimo lokalitu. Pro tento specifický management je vhodné volit jak plochy v okolí stávajících trsů *A. liliifolia*, tak i místa trvale zarostlá nitrofilní vegetací, kde zvonovec momentálně neroste. V okolí trsů zvonovce tak dojde k citlivému obnažení půdního substrátu a podpoře růstu malých semenáčků. Na plochách mimo současný výskyt zvonovce lze zasáhnout razantněji a zlepšit tak podmínky pro uchycení zvonovce ze spontánně nebo záměrně zanesených semen. Hrabání je žádoucí realizovat mimo vegetační sezónu, tj. na podzim po zaschnutí lodyh zvonovce (polovina října – konec listopadu) a brzy zjara, než z kořene začnou vyrážet mladé a křehké lodyhy (v průběhu března). V místech s hustým oddenkovým systémem nežádoucích druhů (ostružiníky, třtina křovištní, případně i bezkolenec) je možné strhnout drn a obnažit tak substrát pod vrstvou opadu a humusu. Tento zásah je nutné směřovat do míst, kde je předchozím výzkumem vyloučen výskyt *A. liliifolia* v jakémkoli stadiu vývoje.

3.1.1.4 Zvětšování plochy biotopů na podporu růstu populací zvonovce

Motivace:

Pro vytvoření životaschopných populací *A. liliifolia* je nutné rozšířit plochu biotopů vhodných pro jeho růst. Současné lokality zvonovce nejsou velké, ale jsou zpravidla součástí velkých lesních komplexů, kde jsou potenciálně vhodné podmínky pro tento druh. Do budoucna je

žádoucí zvětšovat plochy pro rozšiřování populací *A. liliifolia* v návaznosti na stávající lokality, ale také v jiných částech lesních porostů, kde jsou vhodné stanovištní podmínky pro růst tohoto druhu.

Náplň opatření:

Pro každou stávající lokalitu zpracovat analýzu vhodných navazujících ploch pro rozšiřování populací zvonovce. V rámci LHP nebo LHO a plánů péče o ZCHÚ vytipovat vhodné porosty pro přípravu dalších biotopů zvonovce na všech lesních lokalitách. Důležité je kontrolovat způsob obnovy a výchovy porostu tak, aby byl ve všech fázích vhodný pro přežití a růst populace. Obecně je nutné směřovat ke snížení celkového zakmenění, vytvoření drobných lesních světlin, aby se postupně vytvořily prostorově a věkově heterogenní lesní porosty s přítomností toulavého stínu. Z porostů by měly být odstraněny stanovištně nepůvodní dřeviny (především smrk) a jejich další výsadba by měla být vyloučena. V případě obnovy lesního porostu (např. na lokalitě Vražba, mikrolokalita 1) je vhodné využívat přirozené obnovy a to způsobem ponechávání tzv. přerostlíků, tj. nejrychleji rostoucích dubů z přirozené obnovy. Tito jedinci se větví v nižších částech kmene vytváří konkurenční tlak na ostatní jedince – tímto způsobem bude docíleno světlého lesa s velkými světlinami. Kromě úpravy světelných poměrů bude v případě potřeby potlačováno bylinné patro (viz opatření 3.1.1.2 Odstraňování expanzivních druhů rostlin) a vytvářeny obnažené plochy pro lepší uchycení semenáčků (výhrabem, stržením drnu, stržením svrchní vrstvy půdy).

3.1.2 Péče o nelesní biotopy

Motivace:

Sečí je z lučního porostu odstraňována vytvořená biomasa, je snížena konkurence ostatních druhů rostlin, a tím je umožněno uchycení semenáčků a jejich další růst až po vytvoření silných kvetoucích rostlin zvonovce. Nezbytné je správné načasování seče tak, aby došlo k vysemenění zvonovce.

Náplň opatření:

Jedinou původní nelesní lokalitou *A. liliifolia* jsou Babinské louky v CHKO České středohoří. *A. liliifolia* zde roste ve střední části luční enklávy. Rostliny tvoří malé trsy nebo jednotlivé lodyhy, které jsou v květenství málo větvené a svojí výškou nepřevyšují dominantní bezkolenec (*Molinia caerulea*). Lokalita je a nadále bude udržována sečí tak, aby docházelo ke každoročnímu odstranění biomasy. Pro udržení a posílení populace zvonovce v PP Babinské louky je důležitá doba kosení, která by měla být načasována až do období

vysypání semen z tobolek (konec srpna, září). Tento termín sečení se však rozchází s termínem vhodným pro útlum třtiny křovištní, která zde expanduje. Pro potlačení třtiny křovištní je vhodný termín kosení do poloviny června. V tuto dobu se již zakládají květenství zvonovce. Pokosením se snižuje pravděpodobnost regenerace lodyh a založení nových větví květenství. Reprodukční kapacita *A. liliifolia* se tak při opakování časného kosení výrazně snižuje. Z výše uvedených důvodů je nutná diferenciace kosení do několika dílčích ploch, které se budou lišit dobou a pravděpodobně i typem kosení. Na lokalitě je potřeba viditelně označit celou souvislou plochu s výskytem populace *A. liliifolia* a v ní realizovat mozaikovitě řízené zásahy. Pro dozrání semen zvonovce je důležitá pozdní seč, ale na místech, kde je dominantní expanzivní třtina křovištní, je nezbytná časná červnová seč (ideálně provedena kosou nebo křovinořezem). Pokud se v této ploše vyskytuje zvonovec, je třeba se při kosení jeho lodyhám vyhnout, ale pouze odstranit třtinu v jejich okolí. V intervalu několika let (3–4) lze na celé ploše provést ranou seč na přelomu května a června nebo v první polovině června, díky níž dojde k odstranění biomasy a utlumení třtiny. Zvonovec liliolistý bude moci ještě zregenerovat a vykvést alespoň s menším počtem květů. V PP Babinské louky se také vyskytuje modrásek bahenní (*Maculinea nausithous*), kterému je rovněž třeba přizpůsobovat termín seče. Hlavní oblast výskytu modráska leží v jiné části luk, a proto není nutné termín seče v místě výskytu zvonovce nastavovat v souladu s vývojem modráska.

Další možností je využití biologického boje na potlačení třtiny křovištní. Jedná se o záměrný výsev semen poloparazitických rostlin (rod *Rhinanthus*) do porostu třtiny, aby byla vitalita třtiny snížena odebíráním živin těmito poloparazity. Tuto metodu je potřeba kombinovat s kosením nadzemní biomasy, a to v termínu po vysemení kokrhele, aby se udržoval samovolně na lokalitě více let (jedná se o jednoletý druh). Luční enklávu je vhodné rozdělit do dílčích ploch a pro každou vybrat optimální zásah nebo kombinaci více zásahů, vše monitorovat, výsledky průběžně vyhodnocovat a postupy případně upravovat, aby směřovaly k zachování populací cílových druhů a jejich společenstev.

Generativní obnova druhu je na lokalitě podmíněna přítomností malých obnažených plošek půdního povrchu, kde mají semena příležitost vyklíčit a juvenilní rostliny pak mohou pokračovat v růstu. Za tímto účelem je do plochy s výskytem zvonovce účelné směřovat i lokální narušování půdního povrchu, nejlépe ručně (vertikutačními hráběmi, při kosení křovinořezem apod.).

Uměle založená populace *A. liliifolia* na nelesním stanovišti roste v Lomu Kobyla v CHKO Český kras (podrobnosti viz Příloha 4). Druh roste jak na dně lomu, tak i na několika místech na vápencové skále. V současnosti zde málopočetná populace vytrvává bez řízených

zásahů. V případě potřeby je možné přistoupit k seči, odstraňování nežádoucích konkurenčních druhů, vyřezávání dřevin apod.

3.1.3 Péče o ekotony

Motivace:

Dá se předpokládat, že právě ekotony (prosvětlené a mírně disturbované okraje cest, lesní lemy, rozhraní lesních porostů a pasek apod.) byly v minulosti refugii, kde zvonovec přežíval a odkud se šířil na vhodné lokality, kde se alespoň dočasně vytvořily vhodné podmínky pro jeho růst. V současnosti mají ekotonální charakter lokality Smradovna ve Džbánu (okolí cesty Hadovka), mikrolokality V Kalhotách a U hájovny v NPR Kalštejn, na východočeské lokalitě Vražba je to plocha mezi mikrolokalitami 2, 3, 4. Ve všech případech se jedná o okraje lesních cest, kde jsou vhodné světelné podmínky a zpravidla i více obnažených ploch půdního substrátu. Na lokalitě Vražba právě na mírně narušovaných a obnažených plochách kolem lesní cesty bylo dosud zaznamenáno nejvíce semenáčků a juvenilních rostlin *A. liliifolia*. Většina rostlin včetně semenáčků v ekotonu lesní cesty byla bohužel zlikvidována při stahování dřeva vytěženého z okolních porostů. Ve Smradovně v ekotonu lesní cesty byl opakovaně Ing. Bylinským proveden výsev zvonovce do připravených oplocenek. Vyklíčení semen bylo úspěšné, ale následovala velká mortalita u vzrostlejších semenáčků. Na mikrolokalitách v NPR Karlštejn je zachování několika jedinců zvonovce podmíněno pravidelným odstraňováním keřového patra. Vzhledem k výše uvedenému je třeba ekotonům na lokalitách věnovat pozornost, realizovat v nich opatření 3.1.1 a především zabránit poškození rostlin.

Náplň opatření:

Ekotony s výskytem *A. liliifolia* je důležité udržovat dostatečně prosvětlené (vyřezávání zmlazujících a náletových dřevin, případně vysokých širokolistých bylin a trav) a vyloučit silnou disturbanci pojezdem těžké techniky apod. V případě lokality Čertovka zvážit umístění závory, aby se zabránilo vjezdu osobních automobilů na lesní cesty (rostlina nejblíže silnici je pravidelně poškozována parkujícími auty).

3.2 Péče o druh

3.2.1 Vytvoření a udržování kultury in vitro

Motivace:

Cílem vytvoření a udržování *in vitro* kultury je konzervace genotypů zvonovce a jejich reprodukce pro případné reintrodukce či růstové experimenty. V letech 2015 a 2016 byly úspěšně odzkoušeny a popsány metodické postupy mikropropagace a rhizogeneze zvonovce. Jedná se tedy o efektivní a metodicky zvládnutý způsob uchování genotypů a případně získání nových rostlin, kdy množství produkovaných rostlin lze přizpůsobit aktuální potřebě.

Náplň opatření:

Vytvořit a dlouhodobě udržovat *in vitro* kulturu pro všechny populace zvonovce v ČR. Metodika kultivace je uvedena v Příloze 11. Při zakládání kultury upřednostnit málo početné populace. *In vitro* kultura bude sloužit k uchování genotypů z jednotlivých lokalit a v případě potřeby bude zdrojem rostlin pro napěstování rostlin pro posilování či obnovu populací na lokalitách a potřebné růstové experimenty (např. testování vlivu houbových patogenů a jiných organismů apod.).

3.2.2 Pěstování rostlin v botanických zahradách a experimentálních kulturách

Motivace:

Pěstování *A. liliifolia* v kultuře v botanických zahradách umožní zachovat rostliny z jednotlivých populací pro případ nepříznivého vývoje na lokalitách. Udržování rostlin v experimentální kultuře je žádoucí z hlediska studia ekologie druhu (působení různých stanovištních faktorů, ale i dalších organismů na růst *A. liliifolia*, zjišťování přítomnosti mykorhizy či jiných symbiotických vztahů a jejich významu pro úspěšnost tohoto druhu na lokalitách). *Ex situ* kultury také mohou sloužit jako zdroj semen a nových rostlin pro případné výsevy a výsadby na podporu populací *in situ*.

Náplň opatření:

Všechny existující populace by bylo vhodné pěstovat v kultuře v botanických zahradách. Jednotlivé populace musí být pěstovány odděleně (ideálně každá populace v jiné botanické zahradě, aby se předešlo křížení populací mezi sebou). Domluva s Unií botanických zahrad na rozdělení jednotlivých populací do různých botanických zahrad je reálná. Rovněž může být navázána spolupráce s firmou Planta Naturalis, která dlouhodobě úspěšně pěstuje zvonovec původem z lokality Vražba. Také je žádoucí vytvoření a udržování kontrolované experimentální kultury alespoň na 1–2 pracovištích, která se budou zabývat studiem ekologie druhu, a jejich výsledky se budou moci použít v praktické ochraně druhu.

3.2.3 Výsevy a výsadby druhu na vhodné lokality

Motivace:

Cílem výsevů semen a případně výsadeb předpěstovaných rostlin je zajistit přežití druhu na lokalitě v případě, že přirozená obnova populace již nebude možná. Výsevy a výsadby lze také využít pro rozšíření populací na vytipované lokality v oblasti již existujících populací, na které by se semena zvonovce samovolným šířením nedostala.

Náplň opatření:

V první řadě by měly být aktivity směřovány na podporu současných populací vhodnými řízenými zásahy, kterými se na jednotlivých lokalitách zlepší a ustálí vhodné stanovištní podmínky pro růst druhu a jeho úspěšné rozmnožování. V návaznosti na zlepšení podmínek lze rozšiřování stávajících populací podporovat výsevy semen. Výsevy budou prováděny na vybraná vhodná místa (v případě potřeby předem upravená) a bude monitorována jejich úspěšnost. Výsadby by měly být využity až jako krajní možnost a pouze v případě, že přirozená obnova populací na lokalitách nebude možná, tzn. ve dvou po sobě následujících letech bude velikost populace menší než 5 trsů. Výsadbu rostlin je možné využít pro zakládání nových populací na lokalitách, kde budou před výsadbami provedeny vhodné zásahy (např. převod jehličnatého či smíšeného lesa na světlou doubravu, rekonstrukce středního lesa nebo pařeziny apod.). Veškeré reintrodukce by měly být směřovány na lokality v rámci přirozeného výskytu zvonovce v současné době i na lokality s doloženými výskyty z minulosti (Jaroměřské Polabí, České středohoří, Džbán, Český kras atd.).

3.2.4 Ochrana rostlin proti okusu

Motivace:

Cílem opatření je zabránit poškození rostlin okusem spárkatou zvěří, vyhrabávání černou zvěří, případně poškození dalšími živočichy (např. hlodavci). Rostliny poškozené v období tvorby květenství a kvetení obvykle již nejsou schopné v daný rok vykvést a vytvořit semena. Pokud nejsou rostliny chráněny oplocenkou, dochází k jejich poškození velmi často. Na všech lokalitách *A. liliifolia* je tedy nezbytné chránit rostliny proti okusu.

Náplň opatření:

V současné době jsou na všech lokalitách zvonovce s výjimkou částí populací ve Džbánu umístěny oplocenky chránící buď jednotlivé trsy *A. liliifolia* nebo větší části lesních porostů. Stávající oplocenky na jednotlivých lokalitách musí být zachovány a průběžně opravovány

nebo obnovovány v případě poškození pádem stromu, díky manipulaci s lesní technikou, únavou materiálu, působením lesní zvěře apod.

Osvědčené jsou dva typy oplocenek: 1) velké oplocenky na ploše několika desítek až stovek metrů čtverečních, 2) malé oplocenky v okolí trsů na ploše 1–5 m^2. Výhodou velkých oplocenek je ochrana větší plochy lesního porostu, ale nevýhodou je nutnost řízeně odstraňovat konkurenční rostliny v bylinném patře. Malé oplocenky umožňují lepší prostupnost pro zvěř a tím eliminaci bylinného patra mimo oplocenky, ale rozvětvené laty zvonovce občas vyrůstají mimo tyto malé oplocenky a jsou zvěří poškozovány. Na druhou stranu, dojde-li k poškození velké oplocenky a k proniknutí zvěře dovnitř, jsou škody na rostlinách zvonovce vyšší než při poškození jedné malé oplocenky. Prostupnost velkých oplocenek pro zvěř (a tedy možnost spásání dřevin, ostružiníku) může být zachována alespoň mimo období růstu zvonovce tak, že část oplocení bude mobilní a oplocenku tedy bude možné otevřít.

Ochrana proti hrabavým živočichům je prakticky obtížně realizovatelná. Umisťování pletiva pod zemí kolem kořenového systému zvonovce je možné pouze u vysazovaných jedinců v rámci reintrodukcí.

3.3 Monitoring

3.3.1 Pravidelný monitoring stavu všech populací druhu

Motivace:

Podmínkou správně prováděné ochrany druhu je dostatečná znalost stavu a vývoje všech existujících populací. Pravidelný monitoring umožní vyhodnocení stavu a vývoje populací. Jeho cílem je zaznamenat početnost populace. Získané informace budou sloužit jako podklad pro realizaci ostatních opatření záchranného programu a při jeho vyhodnocování.

Náplň opatření:

Extenzivní monitoring bude nadále prováděn dle metodiky v rámci sledování stavu evropsky významných fenoménů (TUROŇOVÁ 2011, Příloha 12). Monitoring se provádí každoročně a je při něm zjišťován počet sterilních a fertilních jedinců (resp. trsů a v nich přítomných sterilních a fertilních lodyh) a dále přítomnost semenáčků a juvenilních rostlin. Semenáčky se z důvodu jejich obtížného nalezení nesčítají. Jsou nalézány pouze náhodně, takže s největší pravděpodobností nejsou zaznamenávány všechny přítomné semenáčky na lokalitách. Při monitoringu je potřeba věnovat pozornost i okolí lokalit a zaniklým výskytům, protože zde zvonovec může být snadno přehlídnut, když přežívá v suboptimálních podmínkách (jen

v kořeni, malé lodyhy, lodyhy brzo zaschnou nebo jsou ukousnuty). Zaznamenáno bude také poškození rostlin jak biotickými (okus, sání živočichy, šíření houbových a virových chorob), tak i abiotickými (zejména sucho atd.) faktory. Jednotlivé výskyty jsou zaměřeny GPS přístrojem a lokalizovány v mapách. Zjištěné údaje jsou zapisovány do elektronické databáze.

Pro účely záchranného programu je žádoucí provádět intenzivní monitoring, který je v metodice (TUROŇOVÁ 2011) rovněž navržen, ale dosud nebyl důsledně prováděn na všech lokalitách. Intenzivní monitoring bude spočívat v podrobném monitorování jedinců se známou identitou, tzn. mít jednotlivé jedince (trsy) označené, aby bylo možné sledovat jejich věk, vývoj v čase, reakce na změny stanovištních poměrů či nějaké poškození atd. Z těchto důvodů je potřeba mít jednotlivé trsy jednoznačně identifikovatelné kovovými štítky s číslem. U takto identifikovatelného jedince pak provádět každoroční zaznamenávání počtu fertilních a sterilních lodyh, počtu semenáčků a juvenilních rostlin v kontaktu s tímto trsem. Prosperující juvenilní jedince označit štítkem a vést v evidenci a monitoringu jako dalšího monitorovaného jedince. Tato metoda je již dlouhodobě využívána na lokalitách Vražba, Džbán (Bor, Čertovka, Smradovna), ve velké oplocence na Mořině a V Kalhotách v CHKO Český kras (PRAUSOVÁ 2016), kde se u sledovaných jedinců ještě zaznamenávají morfometrické znaky na lodyhách, listech a květenstvích. Pro účely záchranného programu má význam zaznamenávat i výšku lodyh a odhadovat počet květů v květenství kvůli pravděpodobnému množství dozrávajících semen pro generativní reprodukci. Značení rostlin štítky se opakovaně neosvědčilo na lokalitě Babinské louky, kde byly štítky buď vyryty a poškozeny nebo naopak zatlačeny hluboko do substrátu těžkými zemědělskými stroji. Následně již byly štítky nedohledatelné, dokonce ani detektorem kovů. Pokud bude značení štítky nadále nespolehlivé (i při použití dostatečně dlouhých štítků), bude nezbytnou metodou pro přesnou identifikaci jednotlivých jedinců zhotovení zákresu výskytu druhu s využitím leteckých snímků, zaměření vzdálenosti trsů od identifikovatelných bodů v terénu, GPS přístroje. Je žádoucí využití přesnějších moderních metod (např. program FieldMap) používaný v současné době zejména v lesnictví.

3.3.2 Pravidelný monitoring abiotických podmínek na lokalitách druhu

Motivace:

Pro pochopení stanovištních poměrů a posouzení jejich vhodnosti pro zvonovec je potřeba znát teplotní, vlhkostní, světelné a půdní poměry. Zjistit tyto parametry je důležité jak na lokalitách, kde populace prosperují, tak i na těch, kde jsou populace slabé. Abiotické

podmínky je nutné sledovat dlouhodobě, aby bylo možné včas zachytit případné nežádoucí změny. Sledování stanovištních poměrů bylo zahájeno v roce 2015, kdy byly na všech známých lokalitách *A. liliifolia* nainstalovány dataloggery, které slouží ke kontinuálnímu sběru dat o teplotě. Kontinuální měření stanovištních poměrů na jednotlivých lokalitách je třeba rozšířit o světelné a vlhkostní poměry. Jednorázově v letech 2015 a 2016 byly provedeny odběry vzorků půdy na všech lokalitách a jejich analýzy (výsledky uvedeny v Příloze 9).

Náplň opatření:

Na všech lokalitách druhu budou sledovány teplotní, vlhkostní, světelné a půdní poměry. Průběh teplot bude zaznamenáván dataloggery (3 místa měření teploty – pod půdním povrhem, na půdním povrchu a cca 10 cm nad půdním povrchem; vlhkost půdy – při půdním povrchu). Dataloggery na lokalitách musí být pravidelně kontrolovány. Kromě pravidelného stahování nasnímaných dat je nutné kontrolovat stav baterií a věrohodnost naměřených dat (případně zajistit kalibraci čidel či výměnu v případě jejich poškození). Při jednotlivých návštěvách je žádoucí měřit osvětlení a odvodit stupeň zástinu a jeho změny v průběhu dne. Lze použít různé metody, např. fotografovat zápoj stromů rybím okem a fotografie následně analyzovat, měřit intenzitu osvětlení pomocí luxmetru nebo instalovat dataloggery na měření světelných poměrů na stanovištích. V případě použití dataloggerů bude nutná jejich častější kontrola, čištění atd. V průběhu desetiletého cyklu je vhodné provést jednorázové odběry půdy a zajistit analýzy základních parametrů. V případě zjištění nežádoucích změn podmínek je třeba vyvodit potřebná opatření na stanovištích, kterými se stav biotopů zlepší.

3.3.3 Monitoring vlivu managementu na populace druhu

Motivace:

Dílčí výsledky řízených zásahů na jednotlivých lokalitách je nutné monitorovat, aby bylo možné hodnotit jejich efekt na populace druhu. Na základě tohoto monitoringu (v kombinaci s výsledky sledování početnosti druhu a stanovištních podmínek) bude nastavován management v následujícím období. Srovnání vývoje je potřeba dělat jak na trvalých monitorovacích plochách, tak u konkrétních jedinců, kde se monitoring bude pravidelně opakovat.

Náplň opatření:

Na lokalitách je potřeba založit trvalé monitorovací plochy, kde bude pravidelně zapisován fytocenologický snímek s využitím devítičlenné Braun-Blanquetovy stupnice. Ke každé ploše v místě zásahu by měla být založena také kontrolní plocha se shodnými podmínkami, kde

zásah neproběhne (pokud to dispozice lokality budou umožňovat). Změny v pokryvnosti druhů v jednotlivých patrech budou sloužit k vyhodnocování vlivu řízených zásahů. Trvalá plocha by měla být velká minimálně jako standardně zapisovaný fytocenologický snímek (louka 25 m^2, les 400 m^2, ekoton 10–20 m^2) nebo na ploše realizovaných zásahů. Na mikrolokalitách 2, 3 a 4 na lokalitě Vražba odpovídá velikost monitorovacích ploch velkým oplocenkám.

K posouzení vlivu řízených zásahů přímo na populaci zvonovce bude sloužit monitoring početnosti populace (počet trsů, fertilních a sterilních lodyh, výskytu semenáčků a juvenilních rostlin) na jednotlivých lokalitách (mikrolokalitách) a uvnitř monitorovacích ploch. Vliv na morfometrické znaky rostlin (zejména výška rostlin, počet listů na lodyhách, velikost listové plochy, bohatství květenství apod.) bude možné v případě potřeby monitorovat opakovaně na stejných jedincích (označených kovovými štítky či přesně zakreslených ve vztahu k identifikovatelným bodům na lokalitách). Z druhového složení porostu lze na základě indikačních hodnot přítomných druhů (Ellenbergovy hodnoty) vypočítat orientační hodnoty pro světlo a dusík. V případě zjištění skokové změny nebo dlouhodobého trendu změny (na základě srovnání se současnými hodnotami zjištěnými při vzniku ZP) operativně přistoupit na specifický management ve prospěch druhu.

3.3.4 Monitoring vlivu jiných organismů na populace druhu

Motivace:

Na lokalitách byl zaznamenán vliv různých organismů na zvonovec. Nejvýznamnější je okus nadzemních částí rostlin zvěří, proti kterému je většina stávajících populací (ne vždy účinně) chráněna oplocenkami. Pozorovatelný je vliv hrabavých živočichů, zejména hlodavců, kteří vyhrabávají a požírají podzemní orgány zvonovce. Na rostlinách jsou občas viditelné též požerky herbivorního hmyzu, stopy po sání savého hmyzu nebo odumírání vrcholů lodyh nebo listů po napadení houbovými parazity. Sledování poškození rostlin (zejména spárkatou zvěří) je nutné pro co nejefektivnější opatření na ochranu rostlin.

Náplň opatření:

Monitoring vlivu jiných organismů na zvonovec bude vzhledem k jeho obtížnosti prováděn především kvalitativně v rámci monitoringu stavu a početnosti populací (opatření 3.3.1). Vliv zvěře je možné na vybraných lokalitách sledovat pomocí fotopasti. V případě zjištění bezobratlých, houbových či jiných patogenů budou odebrány vzorky a zajištěna jejich determinace nebo kultivace s následující determinací. Vliv některých organismů na zvonovec

lze testovat též v experimentální kultuře pomocí manipulativního experimentu – viz opatření 3.4.3.

3.4 Výzkum

3.4.1 Studium klíčivosti druhu a generativní reprodukce

Motivace:

Klíčení semen a následný růst semenáčků jsou nejkritičtější fáze životního cyklu *A. liliifolia*. Dokládají to výrazně nižší počty dopěstovaných rostlin z již poměrně nízkého počtu vyklíčených semen v laboratorních testech. Také zkušenosti s klíčením semen a úspěšností semenáčků *A. liliifolia* v kultuře ukazují na náchylnost semenáčků k napadení houbovým onemocněním nebo ke spasení měkkýši (R. Prausová, vlastní pozorování; J. Šimůnek, ústní sdělení). V současné době jsou známy výsledky laboratorních testů klíčivosti z několika studií, které ukazují význam teplotní stratifikace semen, ale i v půdě přítomných látek (kyselina giberelová, ethylén) pro vyklíčení semen. Skutečná klíčivost semen na lokalitách je ovlivněna dalšími faktory, jako jsou například průběh počasí v daném roce a přítomnost obnažených, dostatečně osvětlených ploch pro vyklíčení semen a následný růst klíčních rostlin. Malé klíční rostliny i juvenilní rostliny jsou velmi zranitelné do období, než si vytvoří zásobní podzemní orgán, který jim umožní přečkat nepříznivé období (vegetační klid, dlouhodobé sucho, následky okusu, sešlapu apod.). Znalost schopnosti druhu tvořit semennou banku může být zásadní pro možnost obnovy populací. Existence semenné banky, klíčivost semen v přirozených podmínkách ani přežívání klíčních a juvenilních rostlin nejsou dosud dostatečně prozkoumány.

Dalším nepříliš prozkoumaným aspektem generativní reprodukce je opylování zvonovce. Úspěšnost generativní reprodukce je závislá na opylení dostatečného počtu květů, které dle literatury může probíhat autogamií, anemogamií a entomogamií (KOVANDA 2000). Existují i domněnky o apomixii zkoumané na populacích mimo střední a severní Evropu (SUKATSCHEW 1940).

Náplň opatření:

Studium by mělo být zaměřeno především na dormanci semen (schopnost druhu tvořit semennou banku), klíčení semen a přežívání semenáčků *in situ*. Na lokalitách budou provedeny experimentální výsevy a bude sledováno přežívání semen v půdě, úspěšnost klíčení a přežívání semenáčků v závislosti na hustotě bylinného patra a dalších faktorech. Dále je vhodné pokračovat i v *ex situ* experimentech, na laboratorní testy klíčivosti navázat

dalšími testy, zaměřenými na způsoby přerušení dormance a usnadnění klíčení, které budou blízké přírodním podmínkám (lze nastavit podle výsledků měření průběhu teplot i vlhkosti dataloggery instalovanými na lokalitách). Následně může být věnována pozornost klíčení v přírodě blízkých venkovních podmínkách a dopěstování klíčních rostlin v experimentální kultuře. Při dopěstování dostatečného počtu rostlin v experimentální kultuře lze výzkum zaměřit na ověření existence mykorhizy, případně dalších charakteristik na podzemních orgánech.

Na lokalitách i ve venkovních experimentálních kulturách je vhodné sledovat druhové složení opylovačů a jejich frekvenci opylování. Manipulativní pokusy mohou odpovědět na otázku, jaký podíl v opylení zvonovce má vítr, hmyz či samoopylení. Tyto testy mohou též vyvrátit či potvrdit hypotézy o apomixii. Pro eliminaci opylení větrem nebo hmyzem bude aplikována metoda izolace jednotlivých květů nebo jejich souborů prostřednictvím specifických sáčků s optimální velikostí ok. Pro vyloučení samoopylení bude provedeno odstranění tyčinek z vybraných květů uzavřených do výše uvedených sáčků a též u květů, které budou ponechány bez izolace sáčky. V úvahu připadá též použití metody ručně provedeného opylení pylem z vlastního květu nebo pylem z jiných květů.

3.4.2 Studium životního cyklu a fenologie druhu, populační studie

Motivace:

Pro detailní poznání kritických období životního cyklu *A. liliifolia* a příčin nežádoucích trendů populací v reakci na různé změny je nutné dostatečně poznat průběh životního cyklu *A. liliifolia*, který závisí na stanovištních poměrech konkrétních lokalit, jejich nadmořské výšce i vlivu dalších organismů přítomných na lokalitách. Populační studie umožní stanovit parametry populace, při kterých by měla přežít běžné i náhodné situace. Dostupné informace o stáří, kterého se *A. liliifolia* dožívá, jsou jen orientační. Zpravidla vycházejí z náhodných pozorování na lokalitách nebo v kulturách. Předpokládá se, že se druh dožívá i několika desítek let. Na základě dlouhodobého sledování lze zjistit, v jakém věku rostliny dosahují plodnosti, jak souvisí množství nadzemní biomasy se stářím a s mohutností podzemního orgánu, jak závisí odolnost druhu vůči disturbancím na mohutnosti podzemního orgánu a nakonec i věk, kterého se druh dožívá. Průběh jednotlivých fází ontogeneze může být ovlivněn řadou faktorů. Nástup jednotlivých fenofází může být zbrzděn nebo urychlen průběhem počasí v konkrétním roce. Jednotlivé populace v ČR se mohou lišit nástupem jednotlivých fenofází a tím i v intenzitě ovlivnění náhlými změnami v průběhu vegetační sezóny (např. tropické dny, extrémní sucho, pozdní jarní mrazíky apod.). Dobrá znalost

životního cyklu a fenologie druhu je nezbytná pro optimální nastavení harmonogramu řízených zásahů na jednotlivých lokalitách.

Náplň opatření:

Studium životního cyklu druhu bude prováděno *in situ* formou dlouhodobého monitoringu konkrétních, v terénu dobře identifikovatelných jedinců, a *ex situ* v experimentálních kulturách. Sledovaní jedinci musí být trvale označeni, např. kovovými štítky s číslem. Bude zpracována populační studie, tj. popsán celý životní cyklus zvonovce a stanoveny pravděpodobnosti přechodů mezi jednotlivými fázemi životního cyklu. Základem populační studie jsou data o jednotlivých jedincích z více let po sobě, aby bylo možné říci, jak dlouho rostliny žijí, jak často kvetou, kolik produkují semen, jak klíčí a uzavřou celý životní cyklus. Do populační studie je nutné zahrnout vyšší desítky rostlin (ideálně z více populací) a každý rok provádět sledování (počet lodyh, velikost, kvetení). Alespoň na podsouboru rostlin stanovit produkci semen (na rostlinu), udělat výsevy semen do několika plošek a sledovat, jak vzcházejí, přežívají a rostou. Na základě sebraných dat budou sestaveny maticové populační metody, pomocí kterých se spočítá populační růstová rychlost a minimální velikost populace, která má šanci se za stávajících podmínek udržet po nějakou dobu. Studie bude prováděna minimálně 5 let, aby byla zachycena sezónní variabilita (např. počasí). Dále bude studium zaměřeno např. na otázky: v jakém věku rostliny dosahují plodnosti, jak souvisí množství nadzemní biomasy se stářím a s mohutností podzemního orgánu, jak závisí odolnost druhu vůči disturbancím na mohutnosti podzemního orgánu, jakého věku se druh dožívá, jaká je doba přežívání v optimálních a nevhodných podmínkách (s okusem, zastíněním). V průběhu jednotlivých let je vhodné sledovat nástup vegetativních a generativních fenofází vývoje a konfrontovat je s kontinuálně měřenými parametry prostředí či dalšími zaznamenanými vlivy na lokalitách. Pro stanovení věku rostlin je také možné využít herbochronologii, tj. stanovení věku vytrvalých dvouděložných bylin na základě letokruhových struktur v kořenech (DIETZ 1998, KŘIVÁNEK 2003, KŘIVÁNEK et al. 2005).

3.4.3 Studium ekologických nároků druhu a vlivu jiných organismů

Motivace:

Prosperování populací *A. liliifolia* na jednotlivých lokalitách je ovlivněno dalšími faktory. Populace druhů se dynamicky vyvíjejí v souvislosti se změnami prostředí, s kompeticí, změnami druhového složení na lokalitách. Schopnost odolávat a adaptovat se k těmto změnám závisí na ekologických nárocích druhu, rozsahu ekologické amplitudy a překryvu niky s jinými druhy. Je třeba ověřit, zda se liší ekologické nároky semenáčků a dospělých

rostlin. Dle Scheuerer et Späth (2000) je fertilita mnohem silněji ovlivněna průběhem srážek od konce zimy do začátku léta než opatřeními na prosvětlení a ochranou proti okusu. Pravděpodobně zde hraje rozhodující roli konkurence se dřevinami o půdní vod. Pozorování reakcí druhu na krátkodobé i dlouhodobé změny přímo na lokalitách, tak i v experimentálních kulturách je důležitým zdrojem informací pro zvolení vhodných řízených zásahů na podporu druhu (viz kapitoly 3.4.1–3).

Náplň opatření:

V průběhu pravidelného monitoringu stavu populací na lokalitách i v rámci řízených experimentů v kulturách je žádoucí věnovat pozornost dosud neznámým nebo nedostatečně probádaným faktorům, které významně ovlivňují prosperování druhu na lokalitách, a zaměřit se na srovnání podmínek vhodných pro semenáčky a dospělé rostliny. Sledovat by bylo vhodné především světelné poměry. Fáze semenáčků a dospělých rostlin zřejmě vyžadují jinou úroveň zastínění, semenáčky mohou vyrůstat v zástinu dřevin, které se následně vykácí a umožní dospělcům vykvést a plodit. Pokračovat bude pravidelné měření teplotních a vlhkostních poměrů na lokalitách pomocí instalovaných dataloggerů. Ze získaných dat lze vysledovat období či extrémy, které byly pro *A. liliifolia* ve sledovaném období limitující a projevily se na jejich vitalitě, schopnosti růstu a reprodukce. Pozornost je také potřeba věnovat poškození rostlin různými faktory (okus, sání, nekrózy, zasychání), které mohou upozornit na další dosud neznámé faktory ovlivňující stav populací. Během těchto sledování s dostačující frekvencí (jedenkrát za 14 dní) bude pravděpodobně možné vysledovat další faktory, které dosud unikaly pozornosti (specifika konkrétních lokalit apod.) Výsledky pak budou použity pro praktickou ochranu druhu na konkrétních lokalitách (viz kapitoly 3.4.1–3).

3.4.4 Podrobná genetická studie populací v ČR

Motivace:

Provedená genetická studie byla zaměřena spíše na srovnání populací v rámci Evropy a jejich původ. Pro efektivní ochranu zvonovce jsou nezbytné podrobné informace o genetické variabilitě jednotlivých českých populací. Cílem studie bude zanalyzovat genetickou diverzitu populací a na základě výsledků se pokusit optimalizovat další opatření (např. repatriace, kultivace *ex situ*). Studium genetické variability zvonovce liliolistého je možné rozdělit do dvou okruhů. 1) Studium vnitropopulační genetické diverzity, která umožní nahlédnout do procesů probíhajících přímo v populacích. 2) Studium mezipopulační genetické diverzity, které odhalí vztahy mezi jednotlivými populacemi. Zvláštní zřetel bude věnován populaci na lokalitě Smradovna, která se dle nepublikovaných genetických analýz

(chloroplastové DNA; Marečková L., ústní sdělení) jeví jako odlišná od ostatních českých populací.

Náplň opatření:

Z každé populace bude v ideálním případě analyzováno 20 jedinců metodou AFLP (detaily viz Kitner et Marečková 2016). Znalost vnitropopulační genetické diverzity umožní odhalit procesy, které mohou jednotlivé populace různou měrou ovlivňovat (např. genetický drift, inbreeding, převažující způsob reprodukce). Zásadní otázkou také bude, zda populace s nižším počtem jedinců jsou geneticky chudší. Míra mezipopulační diferenciace (např. na základě analýzy AMOVA či genetické distance) poskytne cenné informace o genetické blízkosti jednotlivých populací. To je důležitý parametr zvláště v případě, kdy by se uvažovalo o repatriaci jedinců z odlišné populace - pro takovýto zásah by bylo nutné použít zdrojovou populaci, která je cílové populaci geneticky co nejbližší.

3.4.5 Rešerše informací o stanovištních podmínkách a ochraně druhu v zahraničí

Motivace:

Zvonovec má poměrně rozsáhlý areál, v rámci kterého se vyskytuje v různých biotopech. Také v různých zemích může být uplatňován k lokalitám druhu různý přístup (od intenzivních opatření na jeho záchranu po ponechání lokalit samovolnému vývoji). Při přípravě záchranného programu byly shromážděny informace především ze sousedních států (Slovensko, Polsko, Německo, Rakousko, Rumunsko, Maďarsko). Tyto informace je vhodné rozšířit o poznatky z oblastí, kde se dosud druhu daří lépe (tj. především centrum areálu na Ukrajině a v Rusku), porovnat je s nimi a vyvodit závěry pro realizaci opatření ZP.

Náplň opatření:

Provést rešerši informací o zvonovci z oblasti Ukrajiny a Ruska, případně dalších zemí, se zaměřením na stav a vývoj populací druhu, stanovištní podmínky a management.

3.4.6 Průzkum historických lokalit

Motivace:

Zvonovec se v minulosti vyskytoval na cca 20 lokalitách (viz kapitola 1.2.2.1 Historické rozšíření). Vzhledem k tomu, že v několika případech byl zvonovec potvrzen či znovuobjeven po několika desítkách let, tak nelze vyloučit, že přežívá i na dalších lokalitách. Ve sterilním

stavu, mimo období květu či v případě poškození květenství jsou rostliny zvonovce poměrně snadno přehlédnutelné.

Náplň opatření:

Vytipování lokalit s vhodnými zachovalými biotopy v oblastech historického výskytu a jejich průzkum v době kvetení zvonovce (přelom července a srpna). V rámci průzkumu zhodnotit potenciál lokalit pro případné reintrodukce.

3.5 Výchova a osvěta

3.5.1 Osvěta dotčených zájmových skupin

Motivace:

Na lokalitách zvonovce se potkávají různé lidské zájmy. Vzhledem k tomu, že na lokalitách zvonovce probíhá lesní, případně zemědělské hospodaření (Babinské louky), je nutná dostatečná informovanost vlastníků pozemků, lesních hospodářů a zemědělců, aby nedocházelo k dalšímu ohrožování druhu z neinformovanosti. Další skupinou, kterou je třeba informovat, jsou pracovníci orgánů ochrany přírody (především krajských úřadů), jelikož většina lokalit zvonovce leží v chráněných územích a aby bylo možné zajistit jednotný přístup k ochraně druhu. Pozornost je nutné věnovat též osvětě občanských sdružení, které se na lokalitách druhu pohybují a realizují své aktivity (myslivecká sdružení, ochranářské spolky, případně sportovní organizace – orientační běh, cyklistika, motokros, jízda na koni, apod.).

Náplň opatření:

Za účelem ochrany druhu na lokalitách je žádoucí uskutečnit osobní jednání cílené na informovanost vlastníků pozemků, hospodářů a dalších zájmových skupin, případně semináře. Vhodná je terénní pochůzka, seznámení se s druhem, jeho ekologickými nároky a podmínkami jeho ochrany. Pro předání informací lze využít vydanou brožuru o zvonovci (viz Příloha 13), k propagaci druhu podtácky, případně další materiály. Minimálně jednou za dva roky uspořádat setkání k záchrannému programu, cílené především na pracovníky orgánů ochrany přírody, kde budou informováni o postupu realizace ZP a kde proběhne výměna zkušeností z jednotlivých lokalit.

3.5.2 Osvěta široké veřejnosti

Motivace:

Veřejnost pohybující se na lokalitách zvonovce musí být informována o nutnosti ochrany druhu a jeho biotopů a zamezit možnosti trhání rostlin. Zvonovec je zároveň vzhledově atraktivní rostlina a celoevropsky chráněný druh, a tudíž je možné záchranný program využít pro prezentaci druhové ochrany laické i odborné veřejnosti.

Náplň opatření:

Na lokalitách zvonovce v kontaktu s přístupovými cestami je důležité informovat veřejnost o nutnosti ochrany druhu, jeho biotopů a o vhodném managementu na lokalitě (vysvětlení specifických zásahů ve prospěch druhu, např. prosvětlení lesa, převod na nízký nebo střední les) pomocí naučných tabulí s odkazem na webové stránky o záchranných programech. Tímto způsobem lze také vysvětlit omezení vstupu na pozemek, přítomnost velké oplocenky, instalovaná měřicí zařízení apod. Další informace mohou být poskytnuty formou exkurzí, brožur, letáčků, popularizačních článků, reportáží v rozhlase a TV apod. zaměřených na širokou veřejnost.

Informace o průběhu záchranného programu je nezbytné publikovat v odborných periodikách. Pro informovanost široké veřejnosti jsou vhodné časopisy Ochrana přírody, Živa. Pro regionální biology jsou ideálním zdrojem informací regionální recenzovaná přírodovědná periodika vydávaná muzei. Současně budou udržovány webové stránky o zvonovci (na www.zachranneprogramy.cz) a bude prováděna jejich pravidelná aktualizace.

3.6 Ostatní opatření

3.6.1 Zapracování vhodného managementu do plánovacích dokumentů

Motivace:

Pro zlepšení podmínek pro růst zvonovce je nezbytné speciální nastavení managementu popsané v kap. 3.1 Jeho realizace by měla být v souladu s plánovacími dokumenty na jednotlivých lokalitách.

Náplň opatření:

Na základě jednání s příslušnými institucemi zajistit zapracování vhodného managementu do plánovacích dokumentů jako jsou plány péče, lesní hospodářské plány a osnovy, případně podmínky pro udělení dotací (AGRO-ENVI, LESO-ENVI, apod.)

3.6.2 Mezinárodní spolupráce v ochraně druhu

Motivace:

Pro účinnou ochranu druhu je důležité poznání jeho ekologických nároků, vazby na společenstva a vztahy s dalšími organismy v širší oblasti jeho areálu. Zvonovci liliolistému je v současné době věnována velká pozornost i v sousedních zemích (Německo, Polsko, Maďarsko, Slovensko apod.). Mezinárodní spolupráce mezi pracovišti, která se záchraně tohoto evropsky významného druhu věnují, je žádoucí z hlediska vzájemné výměny informací a zkušeností.

Náplň opatření:

V průběhu realizace záchranného programu je vhodné komunikovat s řešiteli podobných aktivit v zahraničních zemích, vzájemně si vyměňovat poznatky a zkušenosti, organizovat společná setkání včetně terénních průzkumů.

4. PLÁN REALIZACE

Opatření		Priorita	Realizace	Četnost opatření	Návaznost na jiné opatření	Poznámka
3.1 Péče o biotop	3.1.1 Péče o lesní biotopy	1	průběžně po dobu trvání ZP	každoročně	realizace dle výsledků opatření 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4	
	3.1.2 Péče o nelesní biotopy	1	průběžně po dobu trvání ZP	každoročně	realizace dle výsledků opatření 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4	
	3.1.3 Ekotony	1	průběžně po dobu trvání ZP	každoročně	realizace dle výsledků opatření 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4	
3.2 Péče o druh	3.2.1 Vytvoření a udržování kultury *in vitro*	2	průběžně po dobu trvání ZP	celoročně	je nezbytné pro opatření 3.2.2 a 3.2.3	
	3.2.2 Pěstování rostlin v botanických zahradách a experimentálních kulturách	2	průběžně po dobu trvání ZP	celoročně	je podmíněno opatřením 3.2.1 a je nezbytné pro 3.2.3, 3.3.4, a 3.4.1, 3.4.2	spolupráce s vybranými botanickými zahradami, *ex situ* kultivace ze všech lokalit, každá v jiné botanické zahradě
	3.2.3 Výsevy a výsadby druhu na vhodné lokality	2	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby	je podmíněno opatřením 3.2.1, 3.2.2, navazuje na 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3	vhodný termín realizace: květen-červen, září-říjen
	3.2.4 Ochrana rostlin proti okusu	1	průběžně po dobu trvání ZP	každoročně	souběžně s 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3	
3.3 Monitori	3.3.1 Pravidelný monitoring stavu všech populací druhu	1	průběžně po dobu trvání ZP	každoročně	je nezbytné pro opatření 3.1.1,3.1.2, 3.1.3, souběžně s 3.3.2	vhodný termín realizace: červenec-srpen; včetně ověřování úspěšnosti předchozích opatření; nutná kompatibilita s předchozími metodami monitoringu

	3.3.2 Pravidelný monitoring abiotických podmínek na lokalitách druhu	1	průběžně po dobu trvání ZP	každoročně	je nezbytné pro opatření 3.1.1,3.1.2, 3.1.3, souběžně s 3.3.1	
	3.3.3 Monitoring vlivu managementu na populace druhu	1	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby	předchází a navazuje na 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3	vhodný termín realizace: červenec-srpen; nutná kompatibilita s předchozími metodami monitoringu
	3.3.4 Monitoring vlivu jiných organismů na populace druhu	2	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby	souběžně s 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3	
3.4 Výzkum	3.4.1 Studium klíčivosti druhu a generativní reprodukce	2	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby		na vybraných lokalitách, v laboratorních podmínkách a experimentální kultuře
	3.4.2 Studium životního cyklu a fenologie druhu, populační studie	1	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby		na vybraných lokalitách, v laboratorních podmínkách a experimentální kultuře
	3.4.3 Studium ekologických nároků druhu a vlivu jiných organismů	2	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby		na vybraných lokalitách, v laboratorních podmínkách a experimentální kultuře
	3.4.4 Podrobná genetická studie	2		jedenkrát		studie zahrne všechny populace (dostatečné množství vzorků!)
	3.4.5 Rešerše informací o stanovištních podmínkách a ochraně druhu v zahraničí	3	v prvních pěti letech	jedenkrát		se zaměřením na východní Evropu a asijskou část areálu
	3.4.6 Průzkum historických lokalit	3	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby		vhodný termín realizace: červenec-srpen

3.5 Výchova a osvěta	3.5.1 Osvěta dotčených zájmových skupin	1	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby	v návaznosti výsledky opatření 3.1, 3.2, 3.3, 3.4	
	3.5.2 Osvěta široké veřejnosti	2	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby	v návaznosti výsledky opatření 3.1, 3.2, 3.3, 3.4	
3.6 Ostatní opatření	3.6.1 Zapracování vhodného managementu do plánovacích dokumentů	1	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby	v souladu s 3.1 a 3.2	ve spolupráci s vlastníky a správci lokalit a příslušnými orgány ochrany přírody
	3.6.2 Mezinárodní spolupráce v ochraně druhu	3	průběžně po dobu trvání ZP	opakované dle potřeby		

5. LITERATURA

ACETTO M. 2007. Notulae ad floram Slovieniae, 79. *Adenophora liliifolia* (L.) DC. Nova nahalisca na Kocevskem in domnevnoizginula v Zasavju. Hladnikia 20: 27–40.

ANONYMUS 1989. Zvonovec za plotem. Zprav. Čes. Krasu, Beroun, 1989/3: 8.

AOPK ČR 2006. Natura 2000. [cit. 17. 5. 2017] Dostupné z: http://www.nature.cz/natura2000-design3/hp.php

ASSYOV B., PETROVA A., DIMITROV D. et VASSILEV R. 2006. Conspectus of the Bulgarian vascular flora. Distribution maps and floristic elements. 3. edit. Bulgarian Biodiversity Foundation. Sofia.

BABIJ V. 2004. *Adenophora liliifolia* (L.) Bess. – Navadnaobročnica. In: Čušin, B. (ur.) s sod.: Natura 2000 v Sloveniji – rastline, 33–35. ZRC SAZU, Ljubljana.

BAJEROVÁ A. 2015. Studium ekologických nároků zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) v podmínkách střední Evropy. Ms., 57 p. [Bak. práce, depon. in: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové].

BILZ M., KELL S. P., MAXTED N. et LANSDOWN R. V. 2011. European Red List of Vascular Plants. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

BÍLEK F. 1884. Soustavný přehled rostlin cévnatých v okolí Slaného samorostlých a obecně pěstovaných I. Výr. Zpr. Obec. Vyš. Gymn. Slané 4: 3–42.

BÍLEK I. 1984. Výskyt chráněných, kriticky ohrožených a silně ohrožených rostlin v okrese Hradec Králové. Ms., 128 p. [Dipl. práce, depon. in: Pedagogická fakulta, Hradec Králové].

BOJŇANSKÝ V. et FARGAŠOVÁ A. 2007. Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region. Springer, Dordrecht. 1046 p.

BORONNIKOVA S. V. 2009. Genetic Variation in Ural Populations of the Rare Plant Species *Adenophora liliifolia* (L.) DC. on the Basis of Analysis of Polymorphism of ISSR markers. Russian Journal of Genetics 45(5): 571–574. DOI: 10.1134/S1022795409050081.

BOŠKO Č. 2004. Natura 2000 v Sloveniji. Rastline. ZRC SAZU, Ljubljana. pp. 33–35.

BRAGAZZA L. 2009. Conservation priority of Italian Alpine habitats: a floristic approach based on potential distribution of vascular plant species. Biodiversity and Conservation 18: 2823–2835.

BUŘIL V., HADAČ J., KAREL J., KAVKA V., KLOZ J., KOBRLE A., KRČAN K., KROULÍK M., MIKYŠKA R., PAČES J., PROKEŠ K., RACH L., SOUČEK A., SOUKUP J., ŠOUREK J., ŠTĚPÁNOVÁ R., TRAXLER R., VÁLEK B., VAŇURA K. et ŽID F. 1941. Nové zajímavé lokality květeny ze severovýchodních Čech. Publ. Zeměd. Úst. Hradec Králové 8: 17–34.

CASTROVIEJO S., ALDASORO J. J., ALARCÓN M. et HAND R. 2010. Campanulaceae. In: Euro+MedPlantbase – the information resourcef or Euro – Mediterranean plant diversity. *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC. [cit. 1. 1. 2015] Dostupné z: http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/

CIOSEK M. T. 2006. The ladybells *Adenophora liliifolia* (L.) Besser in forest near Kisielany (Siedlce Upland, E Poland). Biodiv. Res. Conserv. 3, 4: 324–328.

CLIMATE CHANGE KNOWLEDGE PORTAL. 2015. The World Bank Group. [cit. 15. 10. 2015] Dostupné z: http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm/

ČELAKOVSKÝ L. 1868. Einige neue Beiträge zur Flora Böhmens. Lotos 18: 117–125.

ČELAKOVSKÝ L. 1879. Analytická květena česká. Nakl. F. Tempský, Praha.

ČELAKOVSKÝ L. 1888. Resultate der botanischen Durchforschung Böhmensim Jahre 1886. S.-B. Königl. Böhm. Ges. Wiss., pp. 174–239., Praha.

DEMEK J. et MACKOVČIN P. [eds.] 2006. Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. AOPK ČR, Brno. 582 p.

DEYUAN H., SONG G. LAMMERS T. G. et KLEIN L. L. 2011. *Adenophora* Fischer, Mém. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 6: 165. 1823. Fl. China 19: 536–551.

DIETZ H. et ULLMANN I. 1998. Ecological application of “herbochronology”: comparative stand age structure analyses of the invasive plant Bunias orientalis l. – Annals of Botany, 82: 471–480.

DIHORU GH. et DIHORU A. 1994. Plante rare, periclitate şi endemice în flora României – lista roşie. Acta Bot. Horti Buc., Univ. Bucureşti: 173–179.

DOLEK M., QUINGER B., RIEGEL G., SCHEUERER M. et WOSCHEE R. 2009. FFH Bewertungsschemata fur Adenophora liliifolia, Asplenium adulterinum, Caldesia parnassifolia, Gentianella bohemica, Gladiolus palustris und Stipa pulcherrima ssp. bavarica. – Unveroffentlichtes Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamtes fur Umwelt (LfU), 22 S., Augsburg.

DOMIN K. 1904. České středohoří – studie fytogeografická. Praha.

DÖVÉNYI Z. [ed.] 2010. Magyarország kistájainak katasztere [Cadastre of small regions of Hungary]. – Budapest, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet.

EFLORAS 2008. [cit. 18. 5. 2017]. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA. Dostupné z: http://www.efloras.org

ELLENBERG H., WEBER H.E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. et PAULIßEN D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot. 18: 1–258.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY: Adenophora liliifolia (L.) A. DC. [cit. 17. 5. 2017] Dostupné z: http://eunis.eea.europa.eu/species/316790

ERHARDT W., GÖTZ E., BÖDEKER N. et SEYBOLD S. 2008. Der große Zander. Enzyklopädie der Pflanzennamen in zwei Bänden. Band 1: Familien und Gattungen, Band 2: Arten und Sorten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

FARKAS T. et VOJTKÓ A. 2012. Az Adenophora liliifolia (L.) Besser morfológiai változatossága és cönológiai viszonyai hazánkban. Kitaibelia 17: 94.

FARKAS T. et VOJTKÓ A. 2013. Az illatos csengettyüvirág (*Adenophora liliifolia* (L.) Ledeb. ex A. DC.) aktuális helyzete, morfológiai változatossága és élőhelyválasztása Magyarországon. Botanikai Közlemények 100: 77–103.

FEDOROV A. A. 1978. Flora Partis europaeae URSS 3. Vol. 3: Magnoliopsida (Dicotyledones). Izd. “Nauka”, Leningrad.

FIEDLER J. 1965. Lesy Jaroměřska z hlediska ochrany přírody. Čs. Ochr. Prír., Bratislava, 2: 63–75.

GABRIELOVÁ J., FIALOVÁ T. et MÜNZBERGOVÁ Z. 2011. Jak je to s ohrožením kriticky ohrožených druhů rostlin České republiky v jiných evropských zemích? Příroda, Praha 2011, 31: 399–345.

GAVENDOVÁ L. 1997. Využití explantátových kultur k ochraně genofondu Adenophora liliifolia (L.) Ledeb. ex DC. Ms., 53 p. [Dipl. práce, depon. in: Univerzita Palackého v Olomouci]

GERGELY K., VIKTOR V. et ATTILA M. V. 2011. Új magyar füvészkönyv. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság.

GHISA E. 1964. *Adenophora*. In: Săvulescu T. et Nyarady E. (eds.) – Flora R. S. Române. vol. IX. Ed. Academiei Române, p. 123–128.

GOLIÁŠOVÁ K. et ŠÍPOŠOVÁ H. [eds.]. 2008. Flóra Slovenska VI/1. Veda, Bratislava, 419 p.

GOVAERTS R., DRANSFIELD J., ZONA S. F., HODEL D. R. et HENDERSON A. 2011. World Checklist of Campanulaceae. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. [cit. 17. 5. 2017] Dostupné z: http://apps.kew.org/wcsp/

GRIME J. P. 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes. John Wiley et Sons, Ltd., Chichester-New York-Brisbane-Toronto, 222 pp.

GRULICH V. 2012. Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. Preslia 84: 631–645.

GSTÖTTNER V. 2015. Monitoring der gefährdeten Pflanzenarten *Adenophora liliifolia* und *Gladiolus palustris*. Ms. [Dipl. práce, depon. in: Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, Institut für Botanik, Universität für Bodenkultur, Wien]

HADAČ E., SLAVÍK B. et RICHTEROVÁ H. 1967. The Distribution of Pleurospermum austriacum (L.) Hoffm. in Czechoslovakia. Preslia 39: 375–391.

HADINEC J., LUSTYK P. et PROCHÁZKA F. [eds.] 2003. Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. II. Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 38: 217–288.

HADINEC J., LUSTYK P. et PROCHÁZKA F. [eds.] 2004. Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. III. Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 39: 63–130.

HADINEC J. et LUSTYK P. [eds.] 2009. Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. VIII. Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 44: 185–319.

HENDRYCH R. 1985. Karpatische Migrationen und Florenbeziehungen in den tschechischen Ländern der Tschechoslowakei. Acta Univ. Carol. – Biol., Praha, 105–250.

INDREICA A. 2011. Forest habitats with *Adenophora liliifola* from SE Transylvania. Proceedings of the international symposium "Forest and sustainable development", Braşov: 283–288.

IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. [cit. 17. 5. 2017] Dostupné z: www.iucnredlist.org

JÄGER, E. J. 2016: Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. Springer-Verlag.

JONES A., AKEROYD J., BELDEAN M. et TURTUREANU D. 2010. Characterization and conservation of xeric grasslands in the Târnava Mare area of Transylvania (Romania). Tuexenia 30: 445–456, Göttingen.

KAPLER A. et PUCHALSKI J. 2015. *Adenophora liliifolia* (L.) Bess. in Poland – the distribution and conservation. Ppt. [lecture held at Poznań]

KAPLER A., RAPA A., KIEDRZYŃSKI M., BAJDAK T., RADLIŃSKI B. et PUCHALSKI J. 2015. Current sites of *Adenophora liliifolia* (L.) Bess.' localities in Poland. Proposed sites for population reinforcement. In: RybczyńskiJ., Puchalski J. [eds.]. Monographs of Botanic Gardens. Vol. 2. Biological Diversity in Poland – the challenges and tasks for botanical gardens and gene banks until 2020, 55–64. PAS BG. – CBDC in Powsin, Warsaw.

KITNER M. et MAREČKOVÁ L. 2016. Záchranný program pro zvonovec liliolistý (*A. liliifolia*) – Studie genetické variability. Závěrečná zpráva. Olomouc.

KLIKA J. 1943. Zajímavý nález Adenophora liliifolia. Led. Přír., Brno, 36: 39–40.

KOBRLE A. 1968. Květena opukových strání na Jaroměřsku. Acta Mus. Reginaehradec., Hradec Králové, ser. A: sci. natur., 9: 43–52.

KOMAROV V. L. 1957. *Adenophora liliifolia.* In: ŠIŠKIN, B. K. ed BOBROV, E. G (eds.). Flora SSSR 24.

KORZENIAK U. et NOBIS M. 2004. *Adenophora liliifolia* (L.) Ledeb. ex A. DC. Dzwonecznik wonny. In: Sudnik – Wójcikowska B., Werblan-Jakubiec H. (red.). Gatunkiroślin. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny, 69–71. Tom 9. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

KOVANDA M. 1998. Zvonovec vonný na Moravě a ve Slezsku. Čas. Slez. Muz., ser. A, Opava, 47/1: 13–18.

KOVANDA M. 2000. *Adenophora* Fisch. – zvonovec. [*Adenophora* Fisch. – Lilyleaf ladybell.] In: Slavík B.: Květena České republiky 6. Academia, Praha, 748 p.

KOVANDA M. 2005. Zvonovec vonný (*Adenophora liliifolia*): poslední dějství?, Fragmenta Ioannea Botanica, Collecta 3, s. 21–30.

KOZLOVSKAJA N. W. 1978. Flora Bielorusii, zakonomiernosti jejo formirowanija, nauczny jei spolzovanija i ochrony. Nauka i Technika, Minsk.

KŘIVÁNEK M. 2003. Využití herbochronologie při studiu kritických fází životního cyklu vytrvalých bylin. Ms., 131 p. [dipl. Pr. Kat. Bot., depon in Knih. Kat. Bot. uK PřF v Praze].

KŘIVÁNEK M. 2005. Principy a možnosti herbochronologické analýzy. In: KLIMEŠOVÁ J., ŠMILAUEROVÁ M. et JAKLOVÁ J. [eds.]: Podzemní orgány rostlin. Zpr. Čes. Bot. společ. Materiály 20: 25–43.

KUBÁT K. 1986. Červená kniha vyšších rostlin Severočeského kraje. Praha.

KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. JUN., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. et ŠTĚPÁNEK J. [eds.] 2010. Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha. 928 p.

KUCHARCZYK M. 2007. Dzwonecznik wonny *Adenophora liliifolia*. Transition Facility 2004. "Opracowanie planów renaturalizacji siedlisk przyrodniczych i siedlisk gatunków na obszarach Natura 2000 oraz planów zarządzania dla wybranych gatunków objętych Dyrektywą Ptasią i Dyrektywą Siedliskową." Lublin. Dostupné z: http://natura2000.mos.gov.pl/ natura2000/pl/dokumenty/n4/4068.pdf

KUCHARCZYK M., RAPA A. et ZAGORZAŁEK S. 2014. Dzwonecznik wonny *Adenophora liliifolia* (L.) Besser. - CR. In: Kaźmierczakowa R., Zarzycki K. et Mirek Z. (eds.) Polska Czerwona Księga Roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. 504–506. Wyd. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, p. 896.

KUČERA T. [ed.] 2005. Červená kniha biotopů České republiky. Ústav ekologie krajiny AV ČR, České Budějovice. [cit. 2013-04-04] Dostupné z: http://www.usbe.cas.cz/ cervenakniha

LUSTYK P. 2005. Cévnaté rostliny. In KUČERA, T. [ed.] 2005. Červená kniha biotopů České republiky. Ústav ekologie krajiny AV ČR, České Budějovice. [cit. 4. 4. 2013] Dostupné z: http://www.usbe.cas.cz/cervenakniha/mapy_dab/vyskyt/pic-distribution-spec-adenophora-lilifolia.jpg

MACHOVÁ I. et KUBÁT K. 2004. Zvláště chráněné a ohrožené druhy rostlin Ústecka. Academia, Praha, 220 s.

MARHOLD K. et HINDÁK F. (eds.) 1998. Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska – Checklist of non-vascular and vascular plants of Slovakia. – Veda, VSAV, Bratislava, pp. 687.

MARTINOVSKÝ J. O. 1967. Srovnávací fytogeografická studie tzv. Babinských orchideových luk a travinných společenstev jim podobných. Mostecko a Litvínovsko. Region. Stud., ser. natur., Most, 4: 45–93.

MEUSEL H. et JÄGER E. J. 1992. Vergleichende chorologie der zentraleuropäischen Flora. (3), Jena, 491 p.

MIKLÓS L. [ed.]. 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministertvo životného prostredia SR, Bratislava, Agentúra životného prostredia. Banská Bytrica, 342 p.

MIKYŠKA R. 1967. O rozšíření některých lesních a lemových druhů v severovýchodních Čechách. Preslia, Praha, 39: 178–197.

MOSER D. 1999. Merkblätter Artenschutz, Blütenpflanzenund Farne. [Leafletsabout species conservation, floweringplants and ferns.] *Adenophora liliifolia*, 36–37. Buwal/Skew/ ZDSF /Pronatura, Schweiz.

MOUCHA P. 1984. Kriticky ohrožené druhy rostlin. Památ. a Přír., Praha, 9.

MOUCHA P. 1986. Záchrana včelníku rakouského a zvonovce liliolistého. In: Problematika záchrany ohrožených druhů rostlin, 90–92, Praha. [Seminář 14. 4. 1986].

Němec J., Ložek V. Et al. 1996. Chráněná území ČR 1. Střední Čechy. Consult, Praha.

OLTEAN M., NEGREAN G., POPESCU A., ROMAN N., DIHORU G., SANDA V. et MIHĂILESCU S. 1994. Lista roşie a plantelor superioare din România, Stud., Sint., Doc., Ecol., Acad. Rom., Bucureşti: 1–52.

OPIZ F. M. 1852. Seznam rostlin květeny české. Fr. Řivnáč, Praha.

PLANTARIUM 2017. [CIT. 22. 12. 2017] Dostupné z: http://www.plantarium.ru/

PLESKOVÁ E., SOMOL V., BRABEC J., ŠTEFÁNEK M. et KRINKE L. 2014. Kriticky ohrožené druhy rostlin ve Džbánu I. Závěrečná zpráva o realizaci projektu 111419. Ms., depon. in: Kancelář ÚVR ČSOP, Praha.

POLÍVKA F. 1900–1904. Názorná květena zemí koruny české. Svazek I–IV.

POLÍVKA F. 1912. Klíč k úplné květeně zemí koruny české. Promberger, Olomouc.

PRAUSOVÁ R. 2016. Výsledky pravidelného monitoringu *Adenophora liliifolia* na českých lokalitách v letech 2005–2016.

PRAUSOVÁ R., MAREČKOVÁ L., KAPLER A., MAJESKÝ Ľ., FARKAS T. INDREICA A., ŠAFÁŘOVÁ L. et KITNER M. 2016a. *Adenophora liliifolia*: condition of its populations in Central Europe. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 58/2: 83–105.

PRAUSOVÁ R., MAREČKOVÁ L., MAIXNEROVÁ K., PTÁČKOVÁ L. 2016b. Čtvrtá průběžná zpráva z projektu MGSII-17. 10 p., ms., Průběžná zpráva, depon. in: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové.

PRESL J. S. et PRESL K. B. 1819. Flora čechica: indicatis medicinalibus, oeconomicis technologicis que plantis = Kwětena česká: s poznamenáním lékařských, hospodářských a řemeslnických rostlin. Pragae: Calve.

PROCHÁZKA F. 1980. Současné změny východočeské flóry a poznámky k rozšíření chráněných druhů rostlin. Zprav. Kraj. Muz. Vých. Čech, Hradec Králové, 7, append.: 1–134.

PROKEŠ K. et VÁLEK B. 1944. Příspěvky ke květeně severovýchodních Čech I. Příroda, Brno, 36: 119–122.

PUCHALSKI J., NIEMCZYK M., WALEROWSKI P., PODYMA W., KAPLER A. 2014. Seed banking of Polish endangered plants – the FlorNatur Project. Biodiversity Research and Conservation 34: 65–72. DOI: 10.2478/biorc-2014-0005).

ROLEČEK J. et ŠŤASTNÝ M. 2020: Nález zvonovce liliolistého (Adenophora liliifolia) u Žehuně po 75 letech. Bohemia centralis (in prep.).

RUTKOWSKI L. 2015. Klucz do oznaczania Roślin naczyniowych Polski niżowej. Wydanie drugie poprawione i unowocześnione – 7 dodeug. Wydawnictwo Naukowe PWN SA. Warszawa, 814 p.

RYBKA V., RYBKOVÁ V. et HRADÍLEK Z. 2004. Rostliny ve svitu evropských hvězd. Sagittara, Olomouc, Praha, 88 p.

SAMKOVÁ V. 2003. Nález zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia* (L.) DC.) ve východních Čechách. Acta Musei Reginae Hradecensis, s. A. 29: 79., Hradec Králové.

SAMKOVÁ V. in HADINEC, LUSTYK et PROCHÁZKA 2005: Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. IV. Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 40: 82.

SÂRBU A. 2006. Important areas for plants in Romania. Preinventory for a draft list of Natura 2000 sites (SCIs) for plant species. Asociatia Gradinilor Botanice din Romania. 254 p.

SEVERA M. 2003. Adenophora liliifolia (L.) A. DC. In: HADINEC J., LUSTYK P. et PROCHÁZKA F. [eds] 2003. Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. II. Zprávy Čes. Bot. Společ. 38: 217-288.

SCHEUERER M. et SPÄTH J. 2005. Erfolgreiche Artenhilfsmaßnahmen für die in Deutschland vom Aussterben bedrohte Adenophora liliifolia (Campanulaceae). Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 66: 503–531.

SCHNITTLER M. et GÜNTHER K. F. 1999. Biodiversity and Conservation 8: 891. doi:10.1023/A:1008828704456

SKŘIVÁNEK V. 1925. Květena okresu vyškovského. Vlastivěd. Přír. Soud. Okresu Vyškov, p. 12–25.

SILJAK-YAKOVLEV S., PUSTAHIJA F., ŠOLIĆ E. M., BOGUNIĆ F., MURATOVIĆ E., BAŠIĆ N., CATRICE O. et BROWN S. 2010. Towards a Genome Size and Chromosome Number Database of Balkan Flora: C-Values in 343 Taxa with Novel Values for 242. Advanced Science Letters. 3. 190-213. 10.1166/asl.2010.1115.

SLOBODA D. 1852. Rostlinnictví. Fr. Řivnáč, Praha.

STANOVÁ V. et VALACHOVIČ M. [eds.] 2002. Katalóg Biotopov Slovenska. DAPHNE – Inštitút aplikovanejekológie, Bratislava, 225 p.

STEVANOVIĆ V. et LAKUŠIĆ D. 1999. *Adenophora lilifolia* (L.) Besser. In: STEVANOVIĆ V.(ed.), Red Data Book of Flora of Serbia 1, Extinct and Critically Endangered taxa. Pp. 267–269. Grafički centar Etiketa, Belgrade.

SUKATSCHEW W. N. 1940. Über Polymorphismus und Apomixis bei der Gattung Adenophora Fisch. Bot. J. 25: 297–303.

ŠTEFÁNEK M., BRABEC J., KRINKE L., PLESKOVÁ E., SOMOL V. et ŠÍDA O. 2009: Adenophora liliifolia (L.) A. DC. In: HADINEC J. et LUSTYK P. [eds] (2009): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. VIII. Zprávy Čes. Bot. Společ. 44: 185-319.

The Plant List 2013. Version 1.1. [cit. 22. 12. 2017] Dostupné z: http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-360310

TOLASZ R. 2007. Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

TRUHLÁŘOVÁ K. 2008. Zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) na Jaroměřsku. Ms., 58 p., [Bakal. práce, depon. in: Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové].

TUROŇOVÁ D. 2011. Zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*), metodika monitoringu. [cit. 18. 5. 2017] Dostupné z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files/adenophora_lili_mon_met.pdf

VÁLEK B. 1937. Zajímavé botanické nálezy z okresu královédvorského. Věda Přír., 18: 25–26. Praha.

VLADIMIROV V., DANE F., STAFNOVIĆ V. et TAN K. 2009. New floristic records in the Balkans: 11. Phytologia Balcanica 15 (2): 431–452.

VLČEK V. et PROKEŠ K. 1909. Doplněk ke květeně okolí Hradce Králové. Výroč. Zpr. Vyš. Gymn., Hradec Králové, 1908/1909: 32–45.

VOJTKÓ A. 2013. Az *Adenophora liliifolia* újelőfordulása a Tornai-karszton. [The new occurence of *Adenophora liliifolia* in Torna karst.] Kitaibelia18 (1–2): 181–182.

VUKOJIČIĆ S., LAKUŠIĆ D., JOVANOVIĆ S., MARIN P. D., TOMOVIĆ G., SABOVLJEVIĆ M., SINŽAR-SEKULIĆ J., CVIJAN M., BLAZENCIĆ J. et STEVANOVIĆ V. 2011. University of Belgrade Herbarium – treasury of data and challenges for future research on the occasion of the 150th anniversary of University of Belgrade Herbarium. Botanica Serbica 35 (2): 163–178.

WILIAMS S. et GOTIN S. 2012. Catalyzing sustainability of the wetland protected area system in Belarusian Polesie through increased management efficiency and realigned land use practices. Evaluation Report. Government of the Republic of Belarus, Ministry of Natural Resources and Environmental Protection, United National Development Program (UNDP), Minsk, p. 89. [mscr]. [cit. 18. 4. 2016] Dostupné z: http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/gef_prj_docs/GEFProjectDocuments/M&E/TE/FY2012/UNDP/Biodiversity/TEs/2894_GEFID%202104_TE_Belarus_Polesie_TE_Combined.pdf

WISSKIRCHEN R. et HAEUPLER H. 1998. *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.* mit Chromosomenatlas von F. Albers. Farn- u. Blütenpflanzen. Deutschlands. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 1–764.

WITKOWSKI Z. J., KRÓL W. et SOLARZ W. [eds.]. 2003. Carpathian List of Endangered Species. WWF and Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Sciences, Vienna-Krakow, 64 p.