

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra Biologie

Studium životního cyklu a fenologie zvonovce liliolistého
(*Adenophora liliifolia*)

Bakalářská práce

Autor: Hana Kyselová

Studijní program: B1101 Matematika

Studijní obor: Matematika se zaměřením na vzdělávání

Biologie se zaměřením na vzdělávání

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

Prohlášení

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

V Hradci Králové

Hana Kyselová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce paní RNDr. Romaně Prausové, Ph.D. za vstřícný přístup, ochotu, trpělivost, rady a připomínky poskytnuté při psaní práce.

Anotace

KYSELOVÁ, Hana. Studium životního cyklu a fenologie zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*). Hradec Králové: Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové, 2019. 46 s. Bakalářská práce. Vedoucí bakalářské práce Romana Prausová

Tato práce se zabývá vytrvalou rostlinou zvonovcem liliolistým (*Adenophora liliifolia*), která je v České republice chráněna a kriticky ohrožena a zároveň chráněna Naturou 2000 v celé Evropě. V ČR má druh západní hranici svého světového areálu. V roce 2013 byl zvonovec liliolistý zařazen Ministerstvem životního prostředí ČR do seznamu druhů vyžadujících záchranný program. V současnosti tento druh roste v pěti lokalitách v České republice. Stávající využívání krajiny (zejména lesů a luk) není vhodné pro přežití a šíření populací *Adenophora liliifolia*. Tento druh je silně ohrožen velkým zástínem a okusem přemnoženou spárkatou zvěří. Generativní reprodukce tohoto druhu je omezena v důsledku konkurenčního tlaku expanzivních druhů rostlin. Cílem bakalářské práce je pozorování fenologie *A. liliifolia* a životního cyklu v přírodní památce Vražba ve východních Čechách. Ve vegetační sezóně 2017 proběhly pravidelná fenologická pozorování a zachycení věkové struktury populace.

Klíčová slova

zvonovec liliolistý, *Adenophora liliifolia*, fenologie, velikost populace, Vražba (Východní Čechy)

Annotation

KYSELOVÁ, Hana. Study of life cycle and phenology of ladybell (*Adenophora liliifolia*). Hradec Králové: Faculty of Science University of Hradec Králové. 58 p., 2019. 46 s. Thesis Supervisor Romana Prausová.

This thesis deals with the perennial plant of ladybell (*Adenophora liliifolia*), which is protected and critically endangered in the Czech Republic protected by the Natura 2000 in the whole Europe. The western boundary of its world occurrence lies in CR. In 2013, it was ranked in the list of species requiring a rescue programme by the Ministry of Environment of the Czech Republic. Currently, this species grows in five localities in the Czech Republic. The current landscape exploitation (mainly forests and meadows) is not convenient for survival and spreading of *Adenophora liliifolia* populations. The species is strongly endangered because of shady conditions and frequent grazing by overpopulated wild animals. Generative reproduction of this species is complicated by competitive and highly expansive plant species. The aim of the bachelor's thesis is an observation of *A. liliifolia* phenology and life cycle in the natural monument Vražba in the East Bohemia. Regular observation of phenology and recording of population age structure done during vegetation season 2017.

Key words

Adenophora liliifolia, phenology, size of population, Vražba (East Bohemia)

Obsah

Úvod	7
1. Literární přehled.....	8
1.1. Zvonovec liliolistý.....	8
1.1.1. Popis druhu	8
1.1.2. Příbuzné druhy	9
1.2. Rozšíření druhu.....	11
1.2.1. Celosvětový areál	11
1.2.2. Výskyt v České republice	12
1.3. Ekologické nároky druhu.....	18
1.4. Životní cyklus	19
1.4.1. Jednoleté rostliny.....	20
1.4.2. Dvouleté rostliny.....	21
1.4.3. Vytrvalé rostliny	21
1.4.4. Životní cyklus zvonovce liliolistého	22
1.5. Fenologie.....	23
2. Metodika a materiály.....	27
2.1. Vymezení lokality	27
2.2. Sběr dat v terénu.....	28
2.3. Zpracování dat	29
3. Výsledky	29
3.1. Velikost populace.....	29
3.2. Fenologie na lokalitě.....	31
4. Diskuze	39
5. Závěr	42
6. Literatura.....	43
Obrázky a mapy.....	45
Přílohy	46

Úvod

Motivací k výběru tématu byla fenologie jako věda taková. Pomocí této vědní disciplíny lze vypočítat klimatické podmínky a určit vhodné vymezení lokality pro pěstování daných rostlin. Dále také to, že je zvonovec liliolistý kriticky ohrožený druh, tato práce by mohla doplnit informace k jeho záchraně.

Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, teoretické a praktické. V první části, literárním přehledu, jsou sepsány hlavní informace o druhu, jeho morfologii, životní formě, dále výskytu nebo ekologických nárocích. Stěžejní jsou také informace o fenologii a životním cyklu. Praktická část se zabývá vlastním terénním pozorováním. Byly sledovány morfologické vlastnosti, výška lodyh, počet listů a květů, pozorovány fenologické fáze zvonovce liliolistého. Na mikrolokality byly měřeny jejich abiotické vlastnosti, osvětlení a teplota.

Cílem bakalářské práce je monitoring populace zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) ve východních Čechách, v přírodní památce lesního komplexu Vražba. Zejména zjistit stavu populace rostliny v roce 2017 na východočeské lokalitě. Podrobně sledovat trvale monitorované označené trsy. Dále zaznamenat průběh vegetačního období byliny, zachytit jednotlivé fenologické fáze na mikrolokality. Na základě vlastních terénních pozorování porovnat mikrolokality mezi sebou, zjistit odlišnosti mezi jednotlivými mikrolokality v závislosti na stanovištních podmínkách, zvláště na teplotě a světle.

1. Literární přehled

1.1. Zvonovec liliolistý

1.1.1. Popis druhu

Zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*), někdy nazývaný též jako zvonovec vonný, se řadí do rodu zvonovec (*Adenophora*), čeledi zvonkovité (*Campanulaceae*), řádu hvězdnicotvaré (*Asterales*), třídy vyšší dvouděložné rostliny (*Rosopsida*), oddělení krytosemenné rostliny (*Magnoliophyta*), říše rostliny (*Plantae*) (Kubát et al., 2002).

Jedná se o polykarpickou bylinu, vytrvalou s opakující se reprodukcí, která nepříznivé podmínky přežívá pomocí řepovitého kořene (Rybka et al., 2004). Při nepříznivých podmínkách během vegetační sezóny, za nedostatku vláhy či po okusu zvěře má zvonovec liliolistý schopnost regenerace. Regeneruje z apikálních meristémů na stoncích (Prausová et al., 2017).

Z pohledu životní formy se jedná o hemikryptofyt neboli přízemní rostlinu, obnovovací meristémy, tedy přezimující pupeny jsou blízko povrchu země (Ellenberg et al., 1992). Jako ochrana pupenů slouží odumřelé nebo živé listy, sníh, šupiny nebo meristemické obaly (Kubát et al., 2002).

Rostliny vyrůstají v trsu po 1-15 lodyhách (Prausová et al., 2017). Jsou lysé, ojediněle pýřité, ukotvené v půdě pomocí větveného, ztloustlého, řepovitého nebo vřetenovitého kořene. V příznivých podmínkách dosahuje lodyha až do výšky okolo jednoho metru, nejčastěji se vzrůst rostliny pohybuje mezi 40-90 cm (Rybka et al., 2004; Kovanda, 2000). V Polské republice byli nalezeni jedinci vysocí až 209 cm. Na polském území se s průměrnou hodnotou 148 cm nacházejí obecně vyšší jedinci než v České republice (Ciosek, 2006).

Nadzemní část tvoří podélně rýhovaná lodyha válcovitého tvaru (Kubát et al., 2002). Za sterilního stavu nevětvená, pouze v době květu rozvětvená (Šindelářová, 1981). Přízemní růžice se skládá ze srdčitých nebo okrouhlých listů s dlouhým řapíkem a s pilovitým okrajem čepele (Rybka et al., 2004). Přízemní listy časně usychají (Kovanda, 2000). Na stonku vyrůstají střídavě postavené listy, jejichž lícni strana je lesklá a okraj listu je pilovitý až celokrajný. Spodní část lodyhy nese krátce řapíkaté listy. Jejich čepel má obvejčitý až široce eliptický tvar. Horní lodyžní eliptické až kopinaté listy přisedají ke stonku pomocí klínovité báze (Kubát et al., 2002).

Zvonovec liliolistý vykvétá pouze za dostatečného osvětlení a dalších vyhovujících podmínek, jinak jedinci setrvávají v podobě sterilní lodyhy (Rybka et al., 2004). Rostliny vykvétají v letních měsících, nejčastěji v období června a července. Oboupohlavné květy bývají nejčastěji sdružené do bohatého hroznovitého květenství nazývaného lata, ojediněle také do hroznu, nevětveného květenství. Jednotlivé květy jsou pětičetné, vonné, nicí, ze stonku visí a jsou na něj přichycené

pomocí slabé květní stopky (Kovanda, 2000; Kubát et al., 2002). Zvonkovitá koruna dosahuje délky mezi 1,5 a 2 cm. Barva květů je nejčastěji modrá až modrofialová, ojediněle bílá (Šindelářová, 1981). Kalich má úzce trojúhelníkové, pilovité cípy se špičkou. Čnělka vybíhá z koruny, je téměř dvakrát delší. Bylina láká opylovače, hmyz, miskovitým nektariem (Kovanda, 2000). Opylení probíhá také pomocí autogamie a větru (Prausová et al., 2017).

Plodem jsou hruškovité tobolky, které dosahují velikosti mezi 8-12 mm, obsahují malá, kulovitá semena. Lesklá semena jsou zbarvená rezavohnědou barvou, zploštělá, po délce svraskalá, rozšiřující se pomocí větru (Prausová et al., 2017; Kubát et al., 2002).

1.1.2. Příbuzné druhy

V české krajině má zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) z čeledi zvonkovité (*Campanulaceae*) čtyři příbuzné rody – pavinec (*Jasione* L.), zvonečník (*Phyteuma* L.), zvoněnka (*Legousia*), zvonek (*Campanula* L.) (Kubát et al., 2002). Determinačním znakem, podle kterého rozlišíme zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) od ostatních zvonků, je vystupující blizna z koruny a vonné květy (Rybka et al., 2004).

Rod pavinec (*Jasione* L.) se vyznačuje rovnou, světle až výrazně modrou korunou (Kubát et al., 2002). Květy se shlukují do jednoduchých hroznovitých květenství, nazývaných strboul (Novák et al., 2008). Jedním z determinačních znaků jsou srostlé prašníky. Plodem je tobolka otevírající se dvěma otvory na vrcholu. Jediným zástupcem rodu v české flóře je pavinec horský (*Jasione montana*) (Kubát et al., 2003), kvetoucí trubkovitými květy v druhé polovině léta (Novák et al., 2008). Řadí se spíše mezi heliofytní a kalcifóbní rostliny, vyrůstá na suchých, písčitých, skalnatých stanovištích, pastvinách a vřesovištích. Není odolný vůči silnému konkurenčnímu stresu vyšších rostlin, které produkují značné kvantum biomasy (Kubát et al., 2003).

Na našem území vyrůstá 6 druhů zvonečníku (*Phyteuma*) (Kubát et al., 2002). Jeho drobné květy jsou shromážděny do kulatých hlávek (Novák et al., 2008). Korunní lístky jsou zakřivené a srostlé u základu a na vrcholu, mezi nimi vyrůstají tyčinky s volnými prašníky. Semena jsou uvolňována z tobolky postranními otvory (Kubát et al., 2002). Květy jsou různobarevné, například zvonečník klasnatý (*Phyteuma spicatum*), který roste ve světlých lesích nebo na loukách kvete bílými až nažloutlými květy, lodyhu zvonečníku hlavatého (*Phyteuma orbiculare*) zdobí modré květy a najdeme ho v montánním stupni, na horských loukách, černofialovou korunu můžeme pozorovat na loukách a ve světlých lesích u zvonečníku černého (*Phyteuma nigrum*) (Kubát et al., 2002; Novák et al., 2008).

Rod zvoněnku (*Legousia*) zdobí fialové květy, sdružené do lat nebo hroznů, s kolovitou korunou, u některých druhů je koruna zvonkovitá. Plodem jsou tobolky

otevřící se třemi otvory na vrcholu. Na území České republiky se nacházejí dva druhy letniček, pěstované zejména v zahradních záhonech, skalkách nebo různých zahradních nádobách. Několik jedinců můžeme najít zplanělé ve volné přírodě. Prvním z nich je zvoněnka Venušina (*Legousia speculum-veneris*), nazývána též jako zrcadlovka, alochtonní druh pocházející z jihozápadní a jižní Evropy. Druhým taxonem, který je zavlečený na české území ze západní Evropy, je zvoněnka různobarevná (*Legousia hybrida*). Kvete škálou odstínů fialové barvy, středy květů jsou žlutozelené (Kubát et al., 2002).

Nejhojnějším rodem je v české krajině rod zvonek (*Campanula*), vyskytuje se zde přibližně 22 druhů (Kubát et al., 2002). Pro zvonek (*Campanula*) jsou typické nevonné, zvonkovité květy kvetoucí fialovou, modrou nebo bílou barvou, sdružené do lat (Kubát et al., 2002; Novák et al., 2008). V České republice rostou druhy v odlišných intenzitách, vyrůstají zde druhy hojně zastoupené, ale také kriticky ohrožené a vymírající nebo endemicky se vyskytující, některé druhy jsou pěstované jako okrasné byliny (Kubát et al., 2002).

Hojně rozšířený druh, který může působit až jako nežádoucí plevel, je zvonek řepkovitý (*Campanula rapunculoides*) (Novák et al., 2008). Hranatá lodyha nese modrofialové květy, sdružené v bohatých hroznech. Spodní lodyžní listy mají dlouhé řapíky. Jedná se o acidofilní druh, který preferuje mírně kyselé a dostatečně vlhké půdy, bohaté na obsah humusu. Vyrůstá na zahradách, kolem cest, polí, v lesích a lesních okrajích (Kubát et al., 2002).

Dalším značně rozšířeným druhem je zvonek rozkladitý (*Campanula patula*) (Kubát et al., 2002). Dvouletá rostlina přežívá nepříznivé podmínky díky tenkému, větvenovitému kořenu. Lodyha je větvená, korunní lístky mají fialovou barvu. Vyrůstá na loukách, pastvinách a pasekách (Kubát et al., 2002).

Zvonek broskvolistý (*Campanula persicifolia*) se na českém území vyskytuje rovněž ve větším množství, zejména od nížin do podhůří ve světlých lesích, stráních a křovinách, vzácně také na horských loukách. Zvonkovitá koruna je běžně zbarvená bílou barvou nebo škálou odstínů modré barvy. Lodyžní listy jsou tuhé a lesklé, rubová strana listu je bělavá (Kubát et al., 2002).

Kriticky ohroženým druhem je dvouletý zvonek hadincovitý (*Campanula cervicaria*), rozeznávacím znakem jsou bodlavé štětiny na lodyhách i květech. Jedná se o heliofilní druh, který upřednostňuje střídavě vlhké louky. Roste na stráních, křovinách, loukách, okrajích lesů a v doubravách, od nížin až do montánního stupně (Kubát et al., 2002).

Mezi silně ohrožené druhy patří zvonek český (*Campanula bohémica*), endemit Krkonoš, vyskytuje se na české i polské straně pohoří. Vytrvalá rostlina vyrůstá na loukách montánního, supramontánního i subalpínského stupně. Během kvetení listy z přízemní růžice usychají. Dalším silně ohroženým druhem je zvonek vousatý

(*Campanula barbata*) rostoucí v submontánním a montánním stupni, na polních a lučních stanovištích. Celá bylina je porostlá chlupy, řídký hrozen kvete světle modrou barvou, lodyha nese malé množství listů (Kubát et al., 2002).

Nejpříbuznější zvonovci liliolistému jsou samozřejmě taxony z rodu zvonovec (*Adenophora*), které jsou rozšířeny zejména ve východní Asii. Do rodu zvonovec (*Adenophora*) se řadí přibližně 60 druhů (Rybka et al., 2004), patří mezi ně například zvonovec trojlistý (*Adenophora triphylla*), zvonovec trojcípý (*Adenophora tricuspidata*), zvonovec Lamarckův (*Adenophora lamarckii*), zvonovec tuhý (*Adenophora stricta*) (BioLib, 2018). Jedná se o vytrvalé rostliny, které přečkávají nepříznivé podmínky díky ztloustlým kořenům. Lodyha je přímá, může být větvená nebo nevětvená, nese střídavé či přeslenité, přisedlé nebo krátce řapíkaté listy. Poupata mají kuželovitý tvar. Květ je rozdělen na pět trojúhelníkových cípů kalichu a pěticipou, nejčastěji zvonkovitou nebo nálevkovitou korunu. Oboupohlavné květy obsahují pět nitkovitých tyčinek, trojpouzdrý semeník, jednu čnělku s miskovitým nebo pohárkovitým nektariem při bázi a tříramennou bliznu. Květy jsou uspořádané do bohatých hroznů či lat. Plodem je tobolka se třemi otvory. Rod je alogamní, byliny zabraňují samosprašnosti pomocí proterandrie, to znamená, že prašníky dozrávají dříve než pestíky. Opylení probíhá entomogamií – pyl roznáší hmyz. Semena jsou roznášena větrem, anemochorně (Kovanda, 2000).

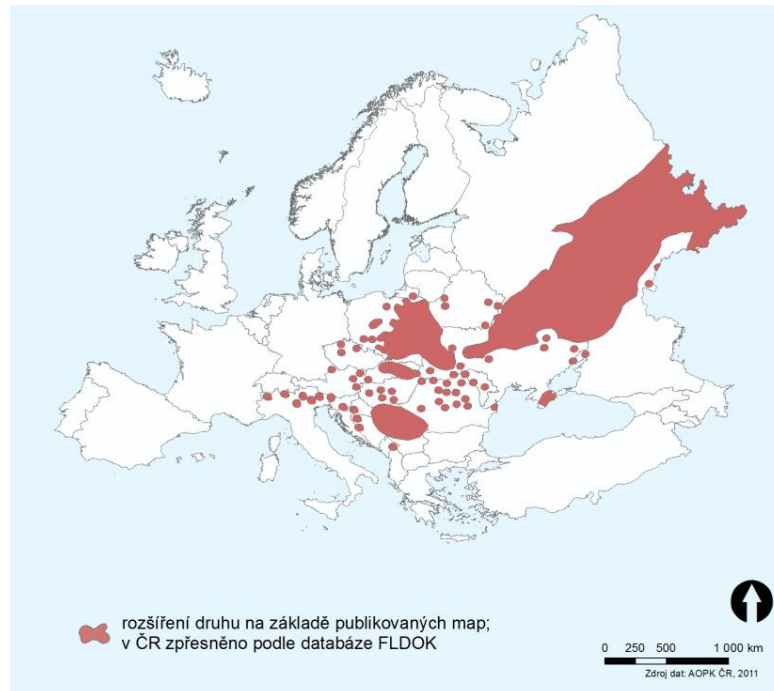
1.2. Rozšíření druhu

1.2.1. Celosvětový areál

Zvonec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) je eurosibiřský prvek, který můžeme nalézt ve střední a východní Evropě (Obr. 1), dále v západní Asii po Ataj, severozápadním Turecku. V Evropě roste na lokalitách na Slovensku, Rakousku, Švýcarsku, v České republice, Německu, Polsku, Ukrajině, Itálii, Maďarsku nebo Rumunsku a v zemích někdejší Jugoslávie (Kovanda, 1998).

Polská republika je pro výskyt zvonovce liliolistého severovýchodní hranicí. V minulosti se na území Polské republiky bylina vyskytovala na 36 nalezištích. Od roku 1980 se vyskytuje jen na 8 lokalitách a byla nalezena ve třech nových oblastech, například v Kozienském lese. Od roku 2001 je zde zvonovec liliolistý přísně chráněn (Ciosek, 2006).

Ve Slovenské republice vyrůstá ve vápnomilných bučinách v montánním stupni do výšky 1136 m (Prausová et al., 2018).



Obr. 1: Evropské rozšíření druhu (AOPK ČR, 2011)

1.2.2. Výskyt v České republice

Česká republika je západní hranicí výskytu druhu, který zde vyrůstá v nížinách až pahorkatinách. Převážná část míst výskytu byla objevena během 19. století, zbytek na začátku 20. století (Prausová et al., 2017). Zvonovec liliolistý se v české krajině vyskytuje, historicky i recentně, spíše vzácně, na velké části původních nalezišť druh vymizel (Kovanda, 2000), na území Moravy a Slezska nebyl nález potvrzen (Kovanda, 1998). Na druh lze pohlížet jako na karpatský migrant (Kovanda, 1998).

1.2.2.1. Historický výskyt

V minulosti se zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) vyskytoval na přibližně 20 lokalitách, v termofytiku a mezofytiku (Kovanda, 2000).

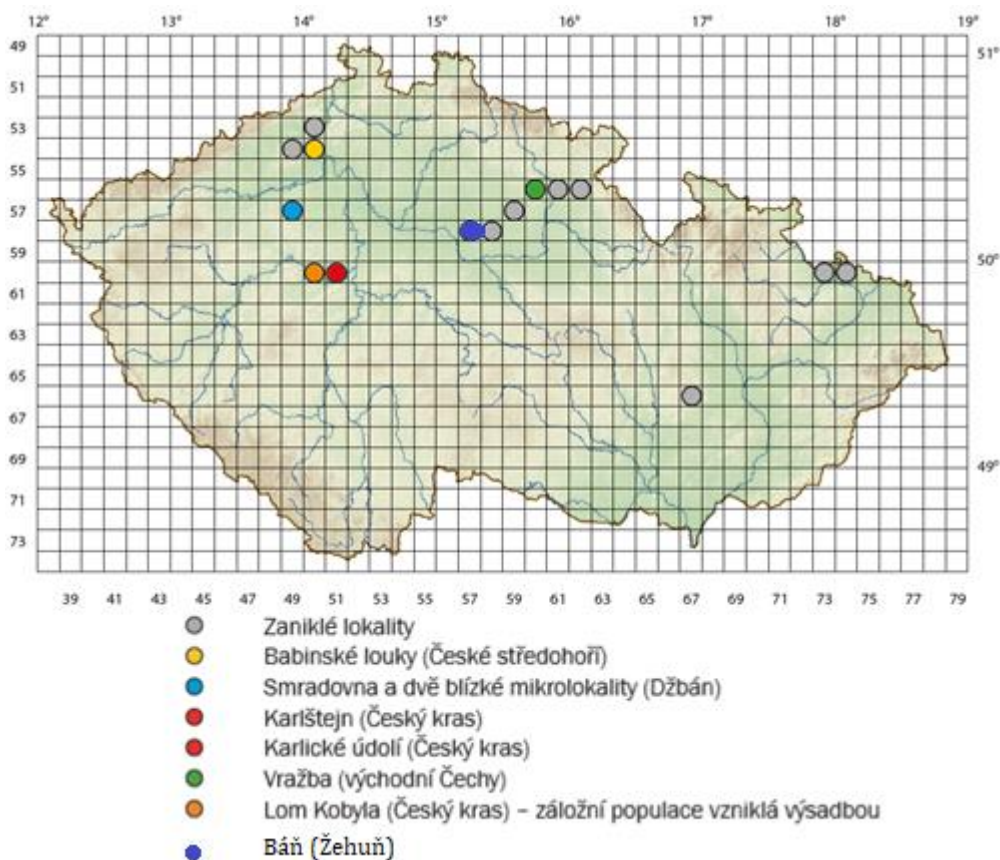
Výskyt v termofytiku zahrnuje fytogeografický okres Džbán, kde rostl v obcích Bílichov, Zichovec. V okrese Český kras se vyskytoval na území Bubovic, Velké hory, Karlštejna a Roblína. V okrese Rožďalovická pahorkatina se nacházel v podokrese Rožďalovické tabule, konkrétněji v okolí obcí Žehuň, Polní Chrčice, Domanice-Radovesnice, Mírkovice u Choťovic, jižně od zdejší myslivny. V Cidlinské pánvi nepodloženě vyrůstal v podokrese Bydžovská pánve v katastrálním území Nového Bydžova (Kovanda, 2000). V roce 2018 byl znovu objeven v počtu 2 trsů v lesním komplexu v blízkosti obce Žehuň (Štastný, ústní sdělení; NDOP 2018). V okrese Východní Polabí se vyskytoval ve dvou podokresech, prvním z nich je Jaroměřské Polabí, kde byl nalezen v okolí Velichovky, Habřiny, Lužan, lesa Březina u Tůn.

Druhým nalezištěm ve Východním Polabí jsou Ždár u Jasenné, Zvole, Šestajovice, které spadají do podokresu Hradecké Polabí (Kovanda, 2000).

V mezofytiku se vyskytuje v Milešovském středohoří, odkud jsou nedoložené záznamy o výskytu v Hradišťanech. Dříve se druh vyskytoval také v zaniklé osadě Vimperk, Čeřeništích, Babinách, Němčím. V Dražanské vrchovině se nacházel v okolí Jandovy boudy a na Ferdinansku u Podivic, které spadají do Dražanského podhůří (Kovanda, 2000). V roce 2018 byl výskyt druhu v prostoru v okolí Jandovy boudy a na Ferdinansku ověřován, ale nebyl nalezen (Prausová, ústní sdělení, 2018). Z fytogeografického členění spadá do okresu Slezská pahorkatina, v Opavské pahorkatině, se podloženě vyskytoval v obci Oldřichov, Štěpánkovice, nedoloženě se na konci 19. století zřejmě vyskytoval v území Chuchelná (Kovanda, 2000).

1.2.2.2. Současný výskyt

V české přírodě se z původně dvaceti lokalit dochoval pouze na šesti lokalitách (Obr. 2) – Jaroměřské Polabí (přírodní památka Vražba), Lovečkovické středohoří (přírodní památka Babinské louky), Český kras (přírodní památka Karlické údolí), Český kras (národní přírodní rezervace Karlštejn), Český kras (přírodní památka Kobyla) a Džbán (přírodní památka Smradovna) (Prausová et al., 2017). V současné době se také znovu vyskytuje v lesním komplexu Báň u obce Žehuň (Štastný, ústní sdělení; NDOP 2018).



Obr. 2: Mapa historického a recentního výskytu zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) (© AOPK ČR 2017, podkladová data © ČÚZK)

1.2.2.2.1. Přírodní památka Vražba

Přírodní památka Vražba se rozprostírá ve fytogeografické oblasti Termofytikum, ve fytogeografickém obvodu České termofytikum, okrese Východní Polabí a podokrese Jaroměřské Polabí (Skalický, 1988).

Geomorfologicky území náleží provincii Česká vysočina, subprovincii Česká tabule, dále oblasti Východočeská tabule, celku Východolabská tabule, podcelku Chlumská tabule a okrsku Velichovská tabule (Demek et al., 2006; Geoportál ČÚZK, 2019).

Rozkládá se ve východních Čechách, konkrétně na Jaroměřsku, v okolí jednoho kilometru severně až severozápadně od obce Habřina a 13 kilometrů severně od Hradce Králové. Lesní porost leží v nadmořské výšce od 270 do 290 m. Souřadnice středového bodu lesní plochy o přibližné rozloze 7,8 hektarů, jsou 50°20'06.1"N 15°49'20.8"E. Zvonovec liliolistý se na tomto území vyskytuje na čtyřech mikrolokalitách (Prausová et al., 2017).

Území je podložené horninami z období svrchního turonu, křídý, vápenitými jílovci. Jílovec je na určitých místech ve formě drobných zrněk. Vyskytují se zde také písčité stěrky z třetí doby ledové, z mindelu. Tyto písčité stěrky jsou však z místa postupně odplavovány. Vápnité jílovce, které přecházejí až v prachovce, jsou podložím pro strmější svahy. Z pedologického hlediska se jedná převážně o kambické pararendziny a vyluhované a luvické kambizemě (Prausová et al., 2017; Natura 2000).

Lesní komplex Vražba spadá do mírně teplé oblasti, průměrná roční teplota vzduchu je 9 °C a průměrné srážky tvoří 600 mm (Prausová et al., 2017). Hovoříme o lese s převahou habru obecného (*Carpinus betulus*) a dubu zimního (*Quercus petraea* agg.), tedy o dubohabřině, konkrétněji o hercynská dubohabřina (Chytrý et al., 2010), ve které rostou také jehličnaté dřeviny, konkrétně smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Prausová et al., 2017).

Poslední výskyt druhu byl zaznamenán v roce 1982 (Samková, 2004). Znovu byl objeven v roce 2000 (Samková, 2003). Jako jediná lokalita výskytu druhu ve východních Čechách je Vražba řazena na listinu chráněných území Naturou 2000 (Samková, 2004).

Na této lokalitě probíhají od roku 2003 managementové úpravy, díky nimž velikost populace zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) neklesá. Jedincům jako ochrana před okusem a rytím slouží oplocení mikrolokalit. Bylinám prospívá také snižování konkurenčního tlaku v podobě odstraňování ostružiníku, dále seřezávání stromového a keřového patra, tedy prosvětlení lokalit. Monitoring populace začal v roce 2005 (Prausová et al., 2017; Samková, 2004).

1.2.2.2. Přírodní památka Babinské louky

Podle fytogeografického členění patří přírodní památka Babinské louky do oblasti Termofytikum, do fytogeografického obvodu České termofytikum, okresu Verneřické středohoří a podokresu Lovečkovické středohoří (Skalický, 1988).

Geomorfologicky se přírodní památka řadí do subprovincie Krušnohorské, oblasti Podkrušnohorské, celku České středohoří, podcelku Verneřické středohoří, okrsku Litoměřické středohoří a podokrsku Varhošťská hornatina (Demek et al. 2006; Geoportál ČÚZK, 2019).

Lokalita o celkové rozloze 40,89 hektarů spadá pod okres Ústí nad Labem, do katastrálního území Babiny I, rozprostírá se nedaleko obcí Litoměřice a Čeřeniště. Souřadnice středového bodu jsou 50°35'50.6"N 14°07'32.3"E, lokalita leží v nadmořské výšce mezi 510–614 metry. Památka je částí CHKO České středohoří, je chráněna od konce roku 1993 (Prausová et al., 2017; AOPK ČR, 2019).

Flóra vyrůstá z kambizemí bohatých na živiny, podložní vrstvu tvoří slínovce a pískovce ze svrchní křídly. Střední hodnota ročních srážek je 550 mm, průměrné roční teploty se dostávají na hodnotu 9 °C (Prausová et al., 2017).

Jediné luční stanoviště zvonovce lililolistého na našem území bylo nalezeno v 80. letech Ivou Machovou a Karlem Kubátem. Natura 2000 zde monitoruje výskyt zvonovce lililolistého, Univerzita Hradec Králové se přítomností byliny na území zaobírá od roku 2011 (Prausová et al., 2017). Populaci se zde moc nedaří, v roce 2018 zde byly nalezeny pouze 4 rostliny. Možnou příčinou tohoto stavu jsou neúspěšné pokusy o zredukování růstu třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a zabránění okusu lesní zvěří (AOPK ČR, 2019).

Babinské louky jsou nalezištěm dalších mezofytů submontánních lučních stanovišť. Ve větším množství se zde vyskytuje mochna bílá (*Potentilla alba*) nebo srpice barvířská (*Serratula tinctoria*). Dále zde roste kosatec sibiřský (*Iris sibirica*), úpolín největší (*Trollius altissimus*), tolije bahenní (*Parnassia palustris*) nebo vstavač mužský (*Orchis bavarum*) (Prausová et al., 2017; AOPK ČR, 2019).

1.2.2.3. Přírodní památka Smradovna

Přírodní památka je rozprostřena ve fytogeografické oblasti Termofytikum, do obvodu České termofytikum, okresu Džbán (Skalický, 1988).

Geomorfologicky se území řadí do provincie Česká vysočina, Poberounské subprovincie, Brdské oblasti, celku Džbán, podceleku Řevničovská pahorkatina, okrsku Srbečská pahorkatina, podokrsku Hřešická kotlina (Demek et al. 2006; Geoportál ČÚZK, 2019).

Rozkládá se na pomezí Ústeckého a Středočeského kraje, v severním až severozápadním okolí obce Bílichov, jedná se o okolí dvou potoků, Samotínského a

Zichoveckého. Nadmořská výška památky je v rozmezí 340–420 metrů (Prausová et al., 2017). GPS souřadnice jsou 50°16'01.7"N 13°54'15.9"E.

Podloží se skládá z písčitovápenitých slínovců z křídý, glaukonitických slínovců a pískovců. Převládajícími půdními typy jsou renrendziny, nevápené a chudé kambizemě (Prausová et al., 2017).

Jaroslav Paul poprvé objevil zvonovec liliolistý u Smradenské hájovny v roce 1883. Nález byl v dalších několika let potvrzen, do roku 1902 existují herbářové položky. Následující zprávy o nálezů jsou až z poloviny 20. století. Přesto jsou názory, že se bylina na území Džbánu nachází trvale po dobu sta let v podobě sterilních lodyh, které mohly být okousány nebo pouze v podobě podzemních orgánů (Brabec et al., 2005). Kromě mikrolokalit u hájovny byly v roce 2009 objeveny naleziště v okolí hříškovské silnice. Zvonovec je ohrožován okusem lesní zvěří a konkurenčním stresem od bezkolence (*Molinia* sp.) (Štefánek et al., 2009).

V přírodní památce se zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) vyskytuje na všech nalezištích v těsné blízkosti lesních cest, s dominantou smrku ztepilého (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*), kde roste společně s hruštičkou prostřední (*Pyrola media*). Populace zvonovce liliolistého je sledována Naturou 2000 a Univerzitou Hradec Králové (Prausová et al., 2017; Štefánek et al., 2009).

1.2.2.2.4. Přírodní památka Karlické údolí

Přírodní památka Karlické údolí patří do její oblasti Termofytikum, do obvodu České termofytikum, okresu Český kras (Skalický, 1988).

Podle geomorfologického členění spadá Karlické údolí do provincie Česká vysočina, Poberounské subprovincie, Brdské oblasti, celku Pražská plošina, podcelku Říčanská plošina, okrsku Třebotovská plošina (Demek et al. 2006; Geoportál ČÚZK, 2019).

Lokalita se rozkládá ve dvou okresech, v okrese Beroun, u obce Mořinka, dále v okrese Praha západ v obcích Vonoklasy a Dobřichovice (AOPK ČR, 2019) a spadá do CHKO Český kras (Prausová et al., 2017). Nadmořská výška je v rozmezí 240–410 m n. m., GPS souřadnice středového bodu přírodní památky jsou 49°56'47.3"N 14°15'23.0"E. Celková výměra údolí činí 214,40 hektarů. Památka je chráněna od roku 1972 (AOPK ČR, 2019).

Z pedologického hlediska je území zastoupené zejména rendzinami a kambizeměmi. Půdní typy jdou podloženy křemenci a břidlicemi z pískovců z období ordoviku. Středem lokality vede pás bazických vyvřelin a černých břidlic, který vytváří přepážku mezi vápencovitými břidlicemi, vápenců v severozápadní části a křemennou usazeninou v jihovýchodní části lokality (Prausová et al., 2017).

Taxon se v dubohabrovém lese s příměsem jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) vyskytuje od roku 1957 (Prausová et al., 2017). Zdá se, že se mu na lokalitě daří, v roce 2018 byl zaznamenán nárůst na 88 rostlin. Většina rostlin jsou však sterilní lodyhy a po jedné v trsu (AOPK ČR, 2019).

Na území se nachází rozmanité množství druhů rostlin, například hvězdnice chlumní (*Aster amellus*), či sasanka lesní (*Anemone sylvestris*). Na vápencových skalních stanovištích lokalizovaných ve stínu může najít vzácné a ohrožené mechy, například kýlnatka vápencová (*Scapania calcicola*), vápnomilka přerušovaná (*Pedinophyllum interruptum*) (AOPK ČR, 2019).

1.2.2.2.5. Národní přírodní rezervace Karlštejn

Národní přírodní rezervace Karlštejn se rozprostírá v oblast Termofytikum, obvodu České termofytikum, okresu Český kras (Skalický, 1988).

Náleží do provincie Česká vysočina, Poberounské subprovincie, Brdské oblasti, celku Hořovická pahorkatina, podcelku Karlštejnská vrchovina, okrsku Bubovická vrchovina (Demek et al. 2006; Geoportál ČÚZK, 2019).

Rezervaci najdeme na souřadnicích GPS: 49°56'57.3"N 14°09'57.8"E, kolem řeky Berounky. Rozprostírá se v okrese Beroun, mezi obcemi Tobolka, Hlásná Třeboň, Mořina, Bubovice, Loděnice, Vráž u Berouna, ve výšce 216–440 metrech nad mořem (AOPK ČR, 2019, Prausová et al., 2017). Celková výměra činí 1547 hektarů. Území bylo vyhlášeno v roce 1955 za rezervaci (AOPK ČR, 2019).

Podloží tvoří zejména vápenec, půdními typy jsou nejčastěji rendziny a pararendziny (Prausová et al., 2017). Geologické vrstvy jsou tvořené ve spodním siluru až ve středním devonu (AOPK ČR, 2019).

Území se nachází na rozhraní teplého a mírného klimatického pásma, průměrné roční teploty se pohybují mezi 8 a 9 °C, mezi 500–550 mm se pohybuje úhrn průměrných srážek (Prausová et al., 2017).

Zvonovec vyrůstá na třech oplocených mikrolokality a v roce 2003 vyrůstal jeden jedinec nedaleko lomu Velká Amerika. Rostliny produkují dostatečné množství semen, ale semenáčky se neuchycují (Severa, 2003). Populace je monitorována správou CHKO Česká kras a Univerzitou Hradec Králové (Prausová et al., 2017).

Pro rezervaci jsou typické druhy – mochna bílá (*Potentilla alba*), bukvice lékařská (*Betonica officinalis*), srpice barvířská (*Serratula tinctoria*), svízel severní (*Galium boreale*) (AOPK ČR, 2019).

1.2.2.2.6. Přírodní památka Kobyla

Přírodní památka Kobyla se nachází ve fytogeografické oblasti Termofytikum, ve fytogeografickém obvodu České termofytikum, okrese Český kras (Skalický, 1988).

Podle regionálního fytogeografického členění České republiky je součástí provincie Česká vysočina, Poberounské subprovincie, Brdské oblasti, celku Hořovická pahorkatina, podcelku Karlštejnská vrchovina, okrsku Suchomastská vrchovina a podokrsku Koněpruská vrchovina (Demek et al. 2006; Geoportál ČÚZK, 2019).

Památka Kobyla je někdejší vápencový lom lokalizovaný v katastrálním území Koněprus, Měňan a Suchomast v okrese Beroun. Konkrétněji u Koněpruských jeskyní, na souřadnicích 49°54'35.7"N 14°05'05.1"E, v nadmořské výšce mezi 403–470 metrů. Lokalita, o celkové rozloze 18,53 hektarů, byla vyhlášena za přírodní památku v roce 1999 (AOPK ČR, 2019).

Lom se nachází na severní straně lokality, který je složen ze světlých, masivních, do růžova zbarvených krinoidových vápenců ze spodního devonu. Na jižním úseku stanoviště převládají lesní půdy podložené šedými až načervenalými biodetritickými vápenci ze spodního devonu a akantopygovými vápenci ze středního devonu (AOPK ČR, 2019).

Na území byla v roce 2002 uměle vytvořena populace zvonovce liliolistého. Uchytila se jedna ze dvou vysazených bylin, dále byla zaseta semena, ze kterých v roce 2003 nevyrostl žádný semenáček. V následujících letech byly nacházeny sterilní i fertilní lodyhy. Umělý výsep byl úspěšný, což dokazuje sedm trsů bylin v roce 2016 (Prausová et al., 2017).

Na jihovýchodní straně jsou rozvinuty suchomilná a teplomilná lesní a lesostepní společenstva s hojnou flórou i faunou. Kromě zvonovce liliolistého zde můžeme najít další ohrožené druhy – koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *Bohemica*), chrpa chlumní (*Centaurea triumfettii*), dřín obecný (*Cornus mas*). Dále se zde vyskytuje reliktní druh brouka *Acalles hypokrita*, vzácný pavouk *Theridion betteni*, vzácný mravenec *Myrmica deplanata*. Na lokalitě žije čolek, žáby, jezevec lesní (*Meles meles*), plch velký (*Glis glis*) a hnízdí zde přibližně 60 druhů ptáků (AOPK ČR, 2019).

1.3. Ekologické nároky druhu

Zvonovec liliolistý je spíše náročný druh, ani nynější způsob lesního hospodaření bylině moc neprospívá (Rybka et al., 2004).

Upřednostňuje otevřené lokality (Štefánek et al., 2009). Obývá subkontinentální louky i lesy, zejména subxerofilní doubravy a křoviny, vzácně i smrkové porosty (Kovanda, 2000).

Nachází se mimo obydlená sídla, proto se řadí do skupiny urbanofóbních rostlin. Dále spadá i do skupin oligohemerobní až mesohemerobní, neboli roste na stanovištích slabě až mírně ovlivněných lidskou činností (AOPK ČR, 2019).

Podle Ellenbergových indikačních hodnot (1992) je zvonovec liliolistý spíše světlomilný druh, který snáší mírné zastínění. Teplotní optimum pro jeho růst je přechod mezi teplými a přechodnými oblastmi, mezi které se řadí například nižší horské oblasti. Bylina upřednostňuje lokality s mírně zásaditými půdami s většinou vápencovitým nebo silikátovým podkladem (Ellenberg et al., 1992). Mezi nejčastěji preferované půdní typy patří rendziny, pararendziny, kambisoly a luvisoly. Méně častá je přítomnost byliny na kyselých půdách, jako je například ranker nebo podzol (Prausová et al., 2017).

Roste v hlubokých, průměrně vlhkých půdách, které jsou často nevysychavé a nejsou podmáčené (Rybka et al., 2004). Druh je netolerantní a citlivý k přítomnosti soli v půdě, řadí se mezi rostliny nazývané glykofyty (Ellenberg et al., 1992). Rybka et al. (2004) uvádí, že se rostlině daří spíše na živinami bohatých substrátech, zatím co podle Ellenberga et al. (1994) má indikační hodnotu pro výskyt dusíku (zásobu živin), číslo 2, což znamená, že bylině postačí nižší a chudší obsah živin. Ve fytoocenologickém snímku se vyskytuje ve skupině společně s druhy řádu *Quercetalia pubescenti-petraeae* a svazů *Berberidion* a *Prunion spinosae*, (Kovanda, 2000). Nevyhovuje mu velký konkurenční tlak. Nově vyklíčená rostlinka, semenáček, optimálně roste na místech bez konkurenčních rostlin, na holých částech stanoviště (Prausová et al., 2018).

1.4. Životní cyklus

Životní cyklus rostliny představuje posloupnost vývojových období, začínající obdobím od začátku života, od vyklíčení rostlinky, končící jejím zánikem, tedy odumřením (Benešová et al., 2003).

V individuálním vývoji vyšších rostlin se rozlišují čtyři vývojová období. Prvním z nich je období zárodečné, nazývané taktéž embryonální, které trvá od vzniku zygoty do ukončení vývoje zárodku. V případě rostlin se vajíčko mění a dozrává v semeno. Druhé, růstové neboli vegetativní období začíná klíčením semen či výtrusů, pokračuje růstem vegetativních rostlinných orgánů a končí založením pohlavních orgánů. Třetí etapou je dospělost, generativní či reprodukční období. Etapa se vyznačuje pohlavní zralostí rostlinného jedince. Jedinec tvoří květy, dochází k oplození a vytváří se plody. Rostlina tedy nabývá schopnosti tvořit pohlavní buňky (gamety) nebo výtrusy (spory). Senescence, jinak řečeno období stárání, je poslední fáze v ontogenezi rostliny. Zastavuje se rozmnožovací schopnost, dochází ke snižování metabolické aktivity, převažují katabolické procesy, rostlina stárne, ukončuje svůj vývoj. Ontogenetický vývoj končí odumřením jedince (Tůma, 2017). Podle Slavíkové (1986) životní cyklus můžeme shrnout do základního schématu: diaspora, eventuelní dormance, růst, klíčení diaspory, vegetativní etapa,

ve které diaspora přijímá živiny heterotrofně, z vlastních zásob, později přechází na autotrofní výživu; následuje generativní etapa, senescence a odumření rostliny.

Podle počtu reprodukčních cyklů dělíme rostliny na monokarpické a polykarpické. Monokarpické neboli semelparní jsou rostliny, které mají v průběhu svého života pouze jedno reprodukční období, po rozmnožení rostlina odumírá (Begon et al., 1997). Semelparní rostliny lze zařadit do skupiny r-stratégové, rostliny nemají velké naděje na dlouhodobé přežívání (Amasino, 2009).

Opakem jsou takzvané polykarpické neboli iteroparní druhy, které mají v průběhu života několik reprodukčních období (Begon et al., 1997). Mnoho reprodukčních cyklů je perspektivnější pro příští přežití (Amasino, 2009).

V rostlinném společenstvu můžeme najít krajnosti, existují rostliny, které žijí tisíce let, oproti tomu jsou rostliny, které žijí pouze měsíce. Mezi iteroparní druhy se řadí sekvoje, které žijí až několik tisíc let, v průběhu, kterých mají tisíce reprodukčních cyklů (Amasino, 2009). Podle Slavíkové (1986) je nejstarší rostlinou borovice osinatá (*Pinus aristata*), která roste až 4600 let v Kalifornii, druhou nejstarší dřevinou je sekvoj obrovská (*Sequoiadendron giganteum*), která žije již 4000 let. Semelparní rostlinou, která žije pouze necelé dva měsíce je například huseníček rolní (*Arabidopsis thaliana*) (Amasino, 2009). Podle délky ontogenetického vývoje a povahy životního cyklu můžeme rozdělit rostliny do tří základních skupin – jednoleté, dvouleté a víceleté neboli vytrvalé (Benešová et al., 2003). Životní cyklus se odráží v morfologické stavbě orgánů, je projevem a základem pro tvorbu životní formy (Slavíková, 1986).

1.4.1. Jednoleté rostliny

Životní cyklus jednoletých rostlin je krátký, trvá nejdéle 12 měsíců, řadí se mezi monokarpické rostliny. Vyrůstá tedy v určitém období prvního roku, ale odumírá dříve, než nastane toto období druhého roku. Jednotlivé generace jsou tedy oddělené (Begon et al., 1997). Životní formou jednoletých rostlin je terofyt, nemají obnovovací pupeny, nepříznivé podmínky přežívají v semenech (Kubát et al., 2002).

Jednoleté rostliny, někdy nazývané letničky, v jednom roce vyrostou, vytvoří plody a odumírají. Nepříznivé zimní období přečkávají v podobě semen. Mezi letničky se řadí například netýkavka (*Impatiens* sp.) nebo slunečnice (*Helianthus* sp.) (Slavíková, 1986). Jednoleté rostliny můžeme rozdělit na efeméry a ozimy.

Termín efeméry vznik podle vzhladu rostlin, jsou to nenápadné, těžce postřehnutelné a krátkověké rostliny. Na sucho se dokázaly adaptovat a přizpůsobit se razantním zkrácením životního cyklu, pouze na několik týdnů. Po většinu roku jsou v semenech (Sádlo, 1999). Mezi efeméry patří například osívka jarní (*Erophila verna*), plevel okoličnatý (*Holosteum umbellatum*) nebo huseník ouškatý (*Arabis auriculata*) (Slavíková, 1986).

Ozimy klíčí na podzim prvního roku, přezimují. Na jaře dalšího roku pokračují v růstu a tvorbě orgánů. Vytvoří plody a semena, poté odumírají. Příkladem je ozimý ječmen nebo řepka olejka (Benešová et al., 2003).

1.4.2. Dvouleté rostliny

Dvouleté rostliny se řadí do monokarpických rostlin, které mají životní cyklus rozdělen do dvou fází. Prvním rokem vytvářejí vegetativní orgány, zejména přízemní růžici listů. Teprve druhým rokem kvetou a plodí. Po vytvoření semen odumírají. Příkladem dvouleté rostliny je cukrová řepa (*Beta vulgaris altissima*) nebo náprstník červený (*Digitalis purpurea*) (Benešová et al., 2003).

Hemikryptofyty a geofyty jsou nejčastější životní formy dvouletých rostlin. V případě hemikryptofytu jsou obnovovací meristémy nedaleko povrchu země a jsou chráněny sněhovou pokrývkou, listy nebo šupinami. Mezi hemikryptofyty se řadí škarda dvouletá (*Crepis biennis*). Geofyty přežívají zimní období v podobě podzemních orgánů, který chrání půda, voda nebo sněhová přikrývka. Mezi nejznámější a běžně používané geofyty patří cibule kuchyňská (*Allium cepa*) nebo pór zahradní (*Allium porrum*) (Kubát et al., 2002).

1.4.3. Vytrvalé rostliny

Vytrvalé rostliny neboli pereny žijí více vegetačních období. Můžeme je rozdělit na jednu plodící a opakovaně plodící. Jednou plodící neboli monokarpické vytrvalé rostliny žijí po několik let ve fázi vytváření vegetativních orgánů, poté jednou vykvetou, vytvoří plody a odumírají. Příkladem je agáve (*Agave* sp.), bambus (*Bambusa* sp.). Polykarpické neboli mnohokrát plodící rostliny se dělí do dvou základních skupiny na dřeviny a byliny (Benešová et al., 2013).

Trvalky jsou vytrvalé byliny, které nepříznivé podmínky přečkávají díky kořenové soustavě schopné hromadit zásobní látky nebo pomocí specifických odpočinkových orgánů (oddenky, cibule, hlízký), kterými se také vegetativně rozmnožují. Často plodí již prvním rokem života. Najdou se i výjimky, například upolín evropský (*Trollius europaeus*) vykvétá v průměru až po 8 letech vegetativního růstu. Jiným příkladem jsou bradáček vejčitý (*Listera ovata*), švihlík krutiklas (*Spiranthes spiralis*) nebo střevíčnick pantoflíček (*Cypripedium calceolus*), které produkují semena klíčící až po mnoha letech. Vytváří mykorhizom, což je forma symbiózy hub s drobnými, nezásobenými semeny druhů z čeledi *Orchidaceae*, která vytváří po několika letech symbiotického soužití nadzemní orgány (Slavíková, 1986).

Mezi vytrvalé byliny se řadí efemeroidy, světломilné rostliny, které značnou část života přečkávají v podzemních orgánech, hlízkách, oddencích nebo cibulích. Mají velice krátkou vegetační i generativní část cyklu. Do skupiny efemeroidů spadá sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*), křivatec (*Gagea* sp.) nebo jaterník podléška (*Hepatica nobilis*) (Sádlo 1999; Slavíková, 1986). Životní strategie efemeroidů je výsledkem evolučního

přizpůsobení stepních a polopouštních rostlin na období sucha v letních měsících (Prausová, 2017).

Trvalky se mohou vyskytovat v různých životních formách. Geofyty jsou byliny, jejichž obnovovací pupeny se nacházejí v půdě. Ochranu meristémů představuje půda, sníh, voda. Sasanka pryskyřníková (*Anemone ranunculoides*) nebo bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*) mají obnovovací pupeny ve formě oddenku, hlíza je přezimující orgán dymnivky. Lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*) přečkává nepříznivé podmínky pomocí cibule. Vodní rostliny, jako leknín (*Nymphaea*), nazývané hydrofyty mají obnovovací meristémy potopené pod vodní hladinou. Další životní formu představují hemikryptofyty, s obnovovacími pupeny v těsné blízkosti půdy. Pupeny jsou chráněny listy, sněhem nebo šupinami. Nejznámější hemikryptofyty jsou jahodník (*Fragaria* sp.), smetánka (*Taraxacum* sp.). Trvalky s obnovovacími meristémy do výšky 30 cm nacházejícími se na prýtech se nazývají chamaefyty. Ochranou pupenů těchto rostlin, například mateřídoušky vejčité (*Thymus pulegioides*) a rozrazilu horského (*Veronica montana*), jsou meristemické obaly a sněhová pokrývka (Kubát et al., 2002).

Dřeviny, druhy vytrvalých rostlin, obvykle žijí déle než vytrvalé byliny a první semena vytvářejí až po několika vegetačních obdobích. Například borovici lesní (*Pinus sylvestris*) trvá dospět do reprodukčního věku 10 – 15 let. Oproti tomu pomaleji rostoucí dřeviny, mezi které patří také dub (*Quercus* sp.), plodí mezi 40. – 60. rokem života (Slavíková, 1986). Z pohledu životní formy jsou dospělé dřeviny fanerofyty, jejichž obnovující pupeny jsou umístěny v minimální výšce 30 cm nad zemí, v nepříznivých podmínkách tedy jejich nadzemní část nezaniká. Stromy, které jsou vyšší než 3 metry, jsou nazývané jako makrofanerofyty. Dřeviny menší než 3 metry, tedy keře mají synonymum nanofanerofyty (Kubát et al., 2002).

1.4.4 Životní cyklus zvonovce liliolistého

Zvonovec liliolistý vytváří plody během svého života mnohokrát, je tedy polykarpická rostlina (Rybka et al., 2004), z pohledu životní formy jde o hemikryptofyt (Ellenberg et al., 1992). Jedná se o vytrvalou bylinu, která se dožívá mnoho desítek let. Do generativní fáze dospívá přibližně po třech letech života (Obr. 3), (Prausová et al., 2018).

Dospělé rostliny ve druhé polovině května a během června utváří květenství. K rozkvětu dochází v průběhu července, kvete až do srpna, ojediněle můžeme najít odkvétající květy v září. Po odkvětu se tvoří plody, které postupně dozrávají. Nejvíce plodů dozrává během září, kdy se z otvorů na tobolece uvolňují semena (Prausová et al., 2017). Nadzemní části bylin hynou a usychají při teplotách pohybujících se kolem 0 °C a nižších teplotách. Nepříznivé podmínky přežívá díky řepovitému kořenu, z kterého od poloviny dubna vyrůstají listy a lodyhy (Prausová et al., 2018). Semenáčky vyrůstají v nehojném množství nedaleko mateřských bylin (Prausová et al., 2017).



Obr. 3: Životní cyklus zvonovce liliolistého, a – semeno, b – semenáček, c – listy juvenilní rostliny, d – sterilní lodyhy, e – tvorba květenství, f – kvetoucí lodyha, g – detail květu, h – toboľky, i – zaschlé toboľky po vysypání semen (*Adenophora liliifolia*), (převzato z: Prausová et al., 2017; kresba: Š. Teplá)

Z pohledu životní strategie se řadí mezi CS strategie, stres snášející konkurenční strategie. Nevyhovuje mu disturbance, velké narušování, je přizpůsoben na mírně neproduktivní (mírně úživné) stanoviště (Prausová et al., 2018; AOPK ČR, 2019).

1.5. Fenologie

Odborný výraz fenologie vznikl z řeckého slova „*fainó*“, které můžeme přeložit do českého jazyka jako „vyjevují“ (Krška et al., 2006). Fenologie je vědní obor, který se zabývá časovým průběhem životních projevů, nazývaných fenologických fází rostlin a živočichů v závislosti na podmínkách vnějšího prostředí, zejména na počasí a podnebí (Krška et al., 2006; Tůma, 2008).

Obvykle každoročně opakující se projev orgánů vývoje pozorovaných rostlin, například květ, list, plod, který je snadno pozorovatelný a zřetelný se nazývá fenofáze neboli fenologická fáze (Tůma, 2008). Trvání a proces vývojových stádií životního cyklu stanovuje fenofáze. Fenologické fáze se dělí do dvou základních skupin – na vegetativní fenofáze a generativní fenofáze (Slavíková, 1986).

První fenologické stanice byly založeny ve Švédsku, zakladatel těchto 18 stanic byl přírodovědec a tvůrce zoologické a botanické systematiky Carl Linné. S fenologickým pozorováním v České republice začal Tomáš Haenke v roce 1786 (Bagar et al., 2001).

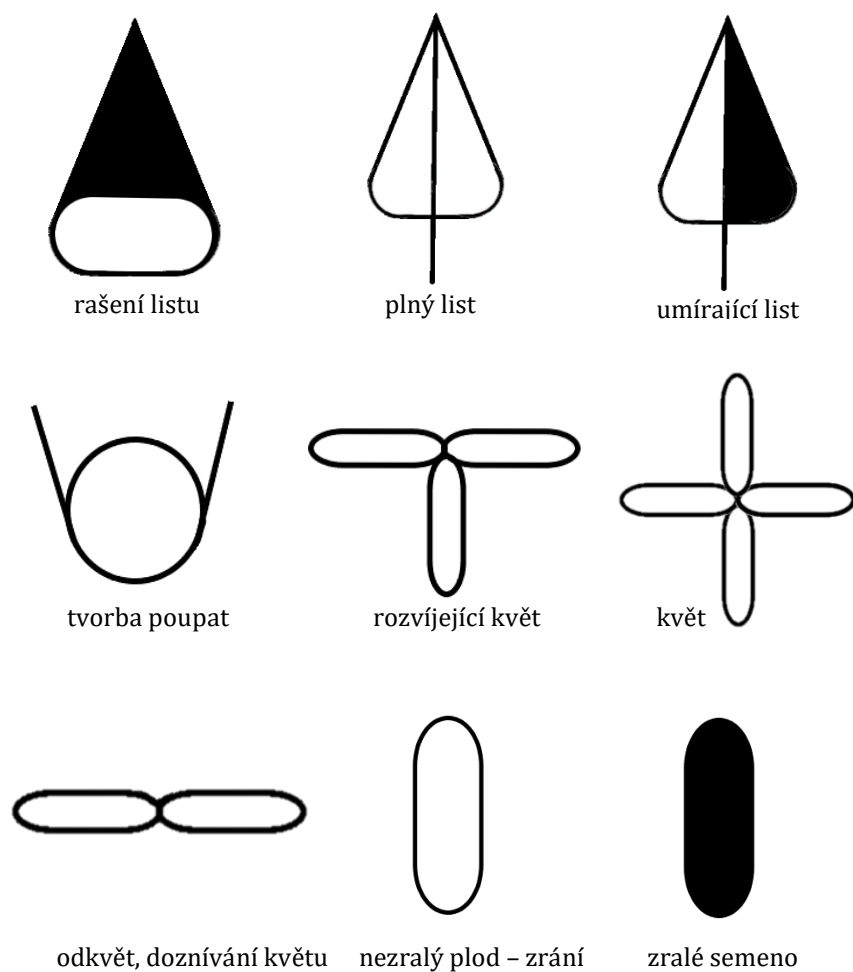
Do vegetativních fenologických fází se řadí nástup neboli rašení pupenů listů, uvnitř terminálních pupenů dochází k neúplnému otevření ochranných šupin, můžeme

pozorovat vrcholy listů nebo jehlic. Druhou fází je plné olistění, které se projevuje plně rozvinutou listovou čepelí, řapík je také jasně viditelný. Mladé listy jsou většinou světle zelené, obsahují velké množství dusíku, mají klasický tvar a velikost typický pro danou rostlinu. Poslední vegetativní fenofází je odumírání listoví až opad listů. Fenofázi poznáme podle toho, že se listy zbarvují, nejčastěji žloutnou, zčervenají nebo hnědnou, popřípadě usychají a postupně opadávají (Prausová, 2017; fenofaze.cz, 2019).

Tvorbou poupat se rostlina dostává z vegetativního růstu do generativní fáze růstu, pozorujeme špičky korunních lístků. Začátek kvetení se projevuje otevřenými květy nebo rozvolněnou jehnědou či šišticí a diferenciovanými květními částmi, to znamená, že jsou znatelné korunní a kališní lístky, pestíky, tyčinky s prašníky, které se postupně otevírají. Další fenologickou fází je plný rozkvět, květy a květenství jsou zcela otevřené, z prašníků se uvolňují pylová zrna. Následující fenofází je postupné dozrívání kvetení. V této fázi tyčinky usychají a černají, prašníky již neobsahují žádný pyl, okvěti a korunní lístky vysychají a začínají padat. Totéž platí i u orgánů nahosemenných rostlin, šištic, které sesychají, rozpadají se a opadávají (Prausová, 2017; fenofaze.cz, 2019). Doba s průměrnou denní teplotou minimálně 15°C je fází zrání plodu (Bagar et al., 2001). V této fázi mají plody typické vlastnosti, určitou velikost, tvar, zbarvení, tvrdost nebo naopak měkkost, plody některých rostlin se otevírají, uvolňují se semena nebo oddělují od mateřské rostliny a jsou dále roznášeny. Konečnou fenofází je zrání semen, semena v plodech chrastí, mění barvu, většinou se ze zelené barvy stává barva černá, uvolňují se z plodů a jsou dále roznášena větrem, vodou nebo zvěří (Prausová, 2017; fenofaze.cz, 2019).

U podzemních orgánů se fenologické fáze projevují během roku kolísajícími, největšími a nejmenšími, přírůstky (Slavíková, 1986).

Pro zaznamenávání jednotlivých fenologických fází slouží grafické fenologické značky (Obr. 4).



Obr. 4: Značky fenologických fází (převzato: Kubíková, 1971)

Kromě fenologických značek lze obor graficky znázornit pomocí fenologického spektra, které vyjadřuje procenta jednotlivců daného druhu ve fytocenóze nebo procentuální zastoupení taxonů s totožnou fenologickou fází. Spektrum slouží k vyvození délky dílčích fenologických etap populace určitého druhu, ke srovnávání jejich průběhu. K výsledkům vhodným k prezentaci je potřeba dlouhodobé pozorování, protože jednotlivé etapy jsou závislé na počasí, které je každoročně jiné (Slavíková, 1986).

Podle cyklické obměny průniku světelného záření rozeznáváme fenologické aspekty, které vyjadřují odlišné složení společenstva v čase. Rostliny vytváří komplikované časoprostorové systémy společenstva, které dokáží plně využívat prostor a dopadající energii. Jarní aspekt u listnatého lesa nastává tehdy, kdy je stromové patro neolistěné, to znamená, že v bylinném patře rostou a kvetou světlomilné rostliny vyžadující plnou a hustou intenzitu přímého slunečního záření. Mezi byliny jarního aspektu se řadí například dymnivka dutá (*Corydalis cava*), orsej jarní (*Ficaria verna*) nebo plicník lékařský (*Pulmonaria officinalis*). V letní aspektu listnatého lesa se objevují odlišné byliny od jarního. Jsou to rostliny nenáročné na intenzitu bezprostředního záření. Nadzemní části jarních bylin se v lesích již nevyskytují, zatahují se do podzemních orgánů, cibulek nebo hlízek. Stromové patro

je plně olistěné, zabraňuje tak plnému dopadu slunečního záření do bylinného patra. Byliny letního aspektu jsou například starček vejčitý (*Senecio fuchsii*), lipnice hajní (*Poa nemoralis*) nebo věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*) (Slavíková, 1986).

Fenologické aspekty můžeme pozorovat také na lučních stanovištích nebo pastvinách. Jarní aspekt končí první sklizní sena, kdy rostliny vytvářejí svůj klíčový pohlavní rozvoj. Mezi tyto druhy bylin patří například kohoutek luční (*Coronaria flos-cuculi*), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*) a kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare* agg.). Pampeliška neboli máchelka podzimní (*Apargia autumnalis*) tvořící letní aspekt pastvin a luk (Slavíková, 1986).

Společenstva lišejníků a mechů má v průběhu ročních období stálý vzhled s případnými drobnými změnami. Terofyty, respektive jednoleté rostliny bez obnovovacích pupenů a přezimujících orgánů, například fytoocenózy polních plevelů, mají pouze jediný roční aspekt (Slavíková, 1986).

V mírném pásu, kde jsou dešťové a sněhové přeháňky po celý rok nepravidelné, jsou fenologické změny ovlivněny zejména na sezónní záměně doby trvání a intenzity slunečního záření, období léta a zimy. Zatímco v tropickém pásu, kde je intenzita světla téměř stálá, jsou hlavním činitelem fenologických změn období sucha a dešťů, takzvané zenitální deště. Na cyklické změny rostliny odpovídají fyziologickým chodem, který je součástí životního cyklu, a morfologickou stavbou v rámci životní formy (Slavíková, 1986).

Fenologii studují také jiné vědy (Tůma, 2008):

- Fenoklimatologie – podle fenologických záznamů určuje podnební charakteristiku určitých míst
- Fenometrie – zabývá se nárůstem rostlinných částí v závislosti na změnách klimatických podmínek
- Fenoekologie – nauka, která se zabývá působením prostředí na propuknutí a délku fenologických fází
- Mikrofenologie – zabývá se časovým postupem změn vnější mikrostavby organismů na vymezené ploše v závislosti na počasí. Ohledně tvorby, rostlinné hmoty a úrody hospodářských plodin se zabývá zahájením jednotlivých fází produkce důležitých rostlinných orgánů

Získaná data ve fenologii se dají využít v různých oborech, například v zemědělství, kdy se aplikují při prevenci a ochraně rostlin před škůdci a chorobami, ovlivňují také dobu hnojení (Tůma, 2008). Význam mají rovněž v lesnictví, pomocí fenologických údajů lze vysledovat klimatický charakter lesních stanovišť, dále lesníci data používají pro výběr a vymezení vhodné zóny pěstovaných lesních dřevin a časové období jejich úprav. Dále má obor využití v myslivosti, ochraně proti parazitům a škůdcům, pro zintenzivnění množství vzniklých semen a úrody (Krška et al., 2006). Fenologie je prospěšná v biologických oborech, ale také v lékařství. Pro většinu osob

má význam sledování pylového zpravodajství, kdy nastávají alergie, respirační potíže (Tůma, 2008). Dále fenologická data nepřímo formulují ráz klimatu určitého území, mezi fenologickými daty, průběhem počasí a podnebí existují souvislosti. Přestože fenologické monitorování nezastupuje z celé části meteorologická měření, podle znalců fenofáze vyjadřují časový postup v ontogenezi rostlin v závislosti na kvantitě meteorologických prvků, tedy na tlaku, teplotě a vlhkosti vzduchu, slunečním zářením, směru a rychlosti větru a také na oblačnosti a srážkách (Bagar et al., 2001).

2. Metodika a materiály

2.1. Vymezení lokality

Pro pozorování fenologických a vývojových fází zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) byla vybrána lokalita ve východních Čechách – les Vražba, která se rozkládá v katastrálním území obce Habřina. Zvonovec liliolistý zde roste na čtyřech mikrolokality (Obr. 5, Příloha IV), o celkové rozloze 2 500 m² (Truhlářová, 2008), které jsou od sebe vzdáleny jen několik desítek metrů. Na lokalitě probíhá management, díky němuž je každá mikrolokalita oplocená, rostliny jsou chráněny před okusem lesní zvěří.

Mikrolokalita číslo 1, o přibližné výměře 250 m², se nachází na svahu se sklonem 25° a je orientována na západní stranu (Prausová et al., 2009). GPS souřadnice středu lokality jsou 50°20'05.44"N 15°49'19.76"E. Stromové patro je na mikrolokality řídké, převažuje bylinné patro, proto je plocha dost prosvětlená a v letních měsících po většinu dne osluněná, jedná se o nejsušší mikrolokalitu v lesním komplexu Vražba. Na mikrolokality se nacházejí tři oplocenky, jedna pokrývá většinu dílčí populace zvonovce této mikrolokality, dalšími dvěma je oploceno pouze několik jedinců.

Druhá mikrolokalita je lokalizována v dubohabrovém lese, je orientována na sever se sklonem 5°, rozloha mikrolokality je přibližně 200 m² (Prausová et al., 2009). GPS souřadnice středu plochy jsou 50° 20'05.57"N 15°49'21.97"E. Největší konkurenční rostlinou je zde ostružiník (*Rubus* sp.). V roce 2017 zde došlo k pádu stromu, který poničil část oplocení a některé jedince zvonovce liliolistého.

Třetí mikrolokalita se nachází v levé části lesní plochy, naproti mikrolokality číslo 2, na GPS souřadnicích 50°20'06.71"N 15°49'22.13"E. Mikrolokalita číslo 3 je orientována na severozápadně až západně, sklon území je 5°, přibližná plocha je 250 m². Konkurenční stres vytváří zejména ostružiníku (*Rubus* sp.) (Prausová et al., 2009).

Čtvrtá mikrolokalita se nachází nalevo hned u cesty při vchodu do lesa, pod oplocenkou číslo 3, výměra plochy činí přibližně 210 m². Dílčí plocha je orientována severozápadně až západně, rozprostřena je ve svahu s přibližným sklonem 15°

(Prausová et al., 2009), GPS souřadnice středu území jsou 50°20'07.19"N 15°49'20.22"E. V bylinném patře představuje největší konkurenci ostružiník (*Rubus* sp.) společně se třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*).



Obr. 5: Mapa mikrolokalit (mapy.cz)

2.2. Sběr dat v terénu

Sledování populace zvonovce liliolistého probíhalo v období od 25. dubna do 13. října 2017, interval mezi pozorováními fenologických a vegetačních fází byla dva až tři týdny. Na jednotlivých mikrolokalitách byl sledován počet lodyh v trsu, poměr fertálních a sterilních lodyh, průběh ontogenetického vývoje byliny, jednotlivé fenologické fáze.

Rostliny byly rozeznávány pomocí již dříve nainstalovaných kovových štítků (od roku 2005 monitoring populace Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR a Univerzitou Hradec Králové). Každý trs lze identifikovat a lokalizovat zvláště, podle vlastního čísla na štítku. Některé štítky byly těžce dohledatelné, proto byl k hledání nenalezených štítků použit ruční detektor kovových předmětů.

U každého trsu bylo zjišťováno procentuální zastoupení jednotlivých fenofází, tzn. základ 100 % byl rozdělen mezi všechny fenofáze vyskytující se v určitém čase u daného trsu. Celkem bylo pozorováno 50 trsů rostliny, z čehož 18 štítků (tj. 18 trsů a 73 lodyh) bylo monitorováno na mikrolokalitě 1, na mikrolokalitě 2 bylo sledováno 6 trsů (tj. 19 lodyh), na mikrolokalitách 3 a 4 bylo sledováno shodně, 13 (tj. mikrolokalita 3: 13 trsů a 27 lodyh; mikrolokalita 4: 13 trsů a 45 lodyh), štítků.

Dále byly sledovány stanovištní poměry – teplota, zástin a konkurenční rostliny. Teplota byla měřena kontinuálně, průběžně, po celou dobu fenologického pozorování, každých 15 minut pomocí dataloggeru TOMST. Na lokalitě jsou umístěny čtyři datalogery, tj. na všech mikrolokalitách. Luxmetr, VOLTCRAFT LX-1108, sloužil ke změření světelných podmínek, tedy k intenzitě slunečního záření u každého trsu bylin. Osvětlení bylo měřeno celkem třikrát. První měření proběhlo 23. října 2017, ještě za plného olistění stromového patra. Druhé proběhlo za jarního

aspektu, tedy za neúplného olistění stromového patra, 24. dubna 2018. Třetí měření proběhlo 31. května 2018 za úplného olistění stromového patra. Nejprve byla změřena intenzita slunečního záření na přímém slunci, tj. v prostoru, kde chybělo stromové a keřové patro a nevznikal ani přímý ani boční zástin. Následovalo měření na dílčích mikrolokalitách. Na každé vymezené ploše byla intenzita slunečního záření měřena individuálně u každého pozorovaného trsu.

2.3. Zpracování dat

Získaná data byla zapsána do tabulky v programu Microsoft Office Excel, do tabulky znázorňující počet trsů, celkový a průměrný počet lodyh v trsu a poměr sterilních a fertálních lodyh na jednotlivých mikrolokalitách a celkové počty lodyh z lokality.

Fenologická data byla přepsána do tabulky v programu Microsoft Office Excel. Z tabulek byly vytvořeny skupinové sloupcové grafy. Dále byly výsledky zpracovávány pomocí programu Statistika, kde byly vytvořeny krabicové grafy pro jednotlivé fenologické fáze.

Dále byly v programu Microsoft Office Excel vypočítány průměrné denní hodnoty, z kontinuálně měřených dat pomocí dataloggerů, pro každý den v období od 25. dubna do 13. října 2017. Ze všech průměrných denních teplot byl vytvořen spojnicový graf, který pomocí křivky ukazuje průběh denních a nočních teplot ve sledovaném období.

Údaje z luxmetru byly zpracovávány jako rozdíl 100 % osvětlení a relativního osvětlení zjištěného jako podíl intenzity osvětlení u konkrétního trsu ku intenzitě osvětlení na plném slunci (otevřený prostor, bez zástinu dřevin apod.). Dále byly upravovány v textovém programu Microsoft Office Word. Zástin byl vypočten jako procentuální podíl intenzity osvětlení u jednotlivých trsů z celkového osvětlení na plném slunci.

3. Výsledky

3.1. Velikost populace

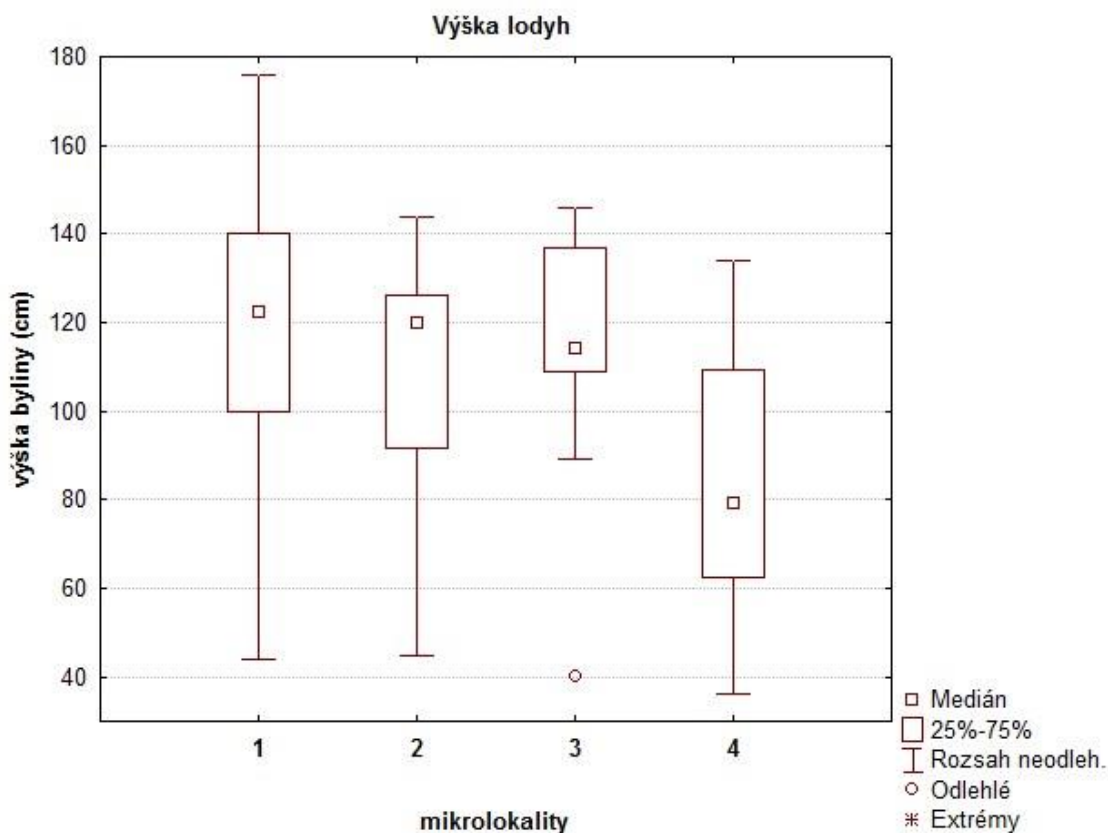
Na lokalitě Vražba v roce 2017 vyrostlo celkem 252 lodyh v 82 trsech zvonovce liliolistého (Tab. 1). Počet lodyh na mikrolokalitách číslo 1 a 4 byl shodný, tj. 89 lodyh, počet trsů na mikrolokalitě 1 byl 24, na mikrolokalitě 2 byl 27. Nejméně lodyh (35) vyrostlo ve 14 trsech na mikrolokalitě 2, na mikrolokalitě 3 rostlo 39 lodyh v 17 trsech. Na všech mikrolokalitách převažovaly fertální lodyhy nad sterilními. Celkový poměr mezi fertálními a sterilními lodyhami byl 198:52. Na každé mikrolokalitě, kromě mikrolokality 3, byly nalezeny poškozené nebo okousané lodyhy.

Tabulka 1: Počet lodyh na jednotlivých mikrolokalitách ve vegetační sezóně 2017

	celkový počet lodyh	sterilní	fertilní
mikrolokality 1	89	16	74
mikrolokality 2	35	6	29
mikrolokality 3	39	6	33
mikrolokality 4	89	24	62
	252	52	198

Průměrný počet lodyh v trsu byl 3,07. Nejvíce lodyh (13) bylo zaznamenáno u štítku č. 41 na mikrolokalitě 1. Jediná lodyha v trsu se vyskytovala na všech mikrolokalitách. Nejvíce trsů (27) bylo nalezeno na dílčí lokalitě 4.

Nejvyšší průměrná výška (120 cm) lodyh byla na mikrolokalitě 1 (Obr. 6). Nejvyšší lodyha byla vysoká 176 cm, nejnižší měřila 44 cm. Na lokalitě 2 byla průměrná naměřená hodnota 107 cm. Nejvíce lodyha dorostla 144 cm, naopak nejnižší měřila 45 cm. Lokalita 3 má druhý nejvyšší průměr (113 cm). Nejvyšší rostlina dorostla do výšky 146 cm, nejmenší naměřená velikost byla 40 cm. Průměrně nejnižší rostliny se nacházely na mikrolokalitě 4 (84 cm), nejvyšší lodyha měla výšku 134 cm, nejnižší 36 cm.



Obr. 6: Krabicový graf výšky lodyh na jednotlivých mikrolokalitách

Počet listů na lodyhách je na všech mikrolokalitách přibližně shodný, s výjimkou mikrolokality 2 (Přílohy I, II). Na mikrolokalitách 1, 3 a 4 nese stoněk průměrně 24, 28 a 26 listů, stonky z mikrolokality 2 19 listů. Nejvíce listů (92) nese lodyha z mikrolokality 1, nejméně (7) lodyha vyrůstající na mikrolokalitě 2.




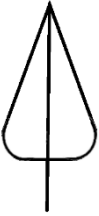


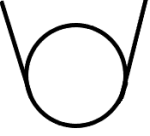


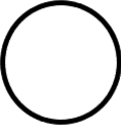


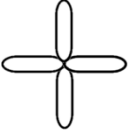


Počet květů na mikrolokalitě 1 dosáhl průměrné hodnoty 27,5 (Přílohy I, II). V nejbohatších letech se nacházelo 253 květů u štítku 3 na jedné lodyze. Celkem 1010 květů se nacházelo v trsu se 13 lodyhami u štítku 41. Nejméně květů nesla lodyha u štítku 2, pouze 2 květy. Na mikrolokalitě 2 vykvétalo průměrně 17,3 květů. Nejvíce květů (180) měla lodyha u štítku 203, trs s 5 lodyhami (2 fertlní a 3 sterlní) měl celkem 305 květů (štítek 203), nejméně květů (2) bylo na lodyze štítku 200. Průměrně 31,7 květů se nacházelo na mikrolokalitě 3. Nejvíce květů (160) vykvétalo na lodyze u štítku 35, nejvíce květů (255) v trsu bylo u štítku 121, v nejméně (53) u štítku 83. Lodyhy na mikrolokalitě 4 měly průměrně 18,4. Nejvíce květů (207) vyrůstalo u štítku 137, celkem v trsu bylo 392 květů na 4 lodyhách, nejméně (5) na lodyze u štítku 127.

Velikost populace je nepřímo ovlivňována také konkurenčními rostlinami. Na území lesního komplexu Vražba má zvonovec liliolistý konkurenci ve stromovém, keřovém, ale i bylinném patře. Stromové patro nejvíce ovlivňuje množství pronikajícího slunečního záření k bylinnému patru. Na lokalitě nejvíce zvonovec zastihuje buk lesní (*Fagus sylvatica*), habr obecný (*Carpinus betulus*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*), nebo smrk ztepilý (*Picea abies*). Přímými a největšími konkurenty jsou rostliny z bylinného patra. Nejvíce zvonovec ohrožuje zejména ostružiník (*Rubus* sp.), dále tolita lékařská (*Vincetoxicum hirundinaria*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), krabilice zápašná (*Chaerophyllum aromaticum*), čistec lesní (*Stachys sylvatica*). Na lokalitě můžeme také najít další ohrožené druhy – lilii zlatohlavou (*Lilium martagon*) nebo medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*).

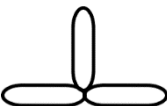











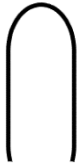





3.2. Fenologie zvonovce liliolistého

Na lokalitě bylo v průběhu monitoringu sledováno celkem 11 fenologických fází (Tab. 2). Byly určeny tyto fenofáze – mladý list, zelený list, začínající poupata, poupata, květ, odkvět, tvorba plodu, nezralý plod, zralý plod, prázdný plod a opadané tobolky. Fenofáze byly zaznamenávány pomocí grafických značek a fotografovány (Tab. 2).

Tab. 2: Značky a fotografie fenofází, část 1 (upraveny originály: Prausová et al., 2017; kresba: Š. Teplá; Kubíková, 1971)

Název fenofáze	Grafická značka fenofáze	Perkresba fenofáze	Fotografie fenofáze
mladý list			
zelený list			
začínající poupata			
poupě			
květ			

Tab. 3: Značky a fotografie fenofází, část 2 (upraveny originály: : Prausová et al., 2017; kresba: Š. Teplá; Kubíková, 1971)

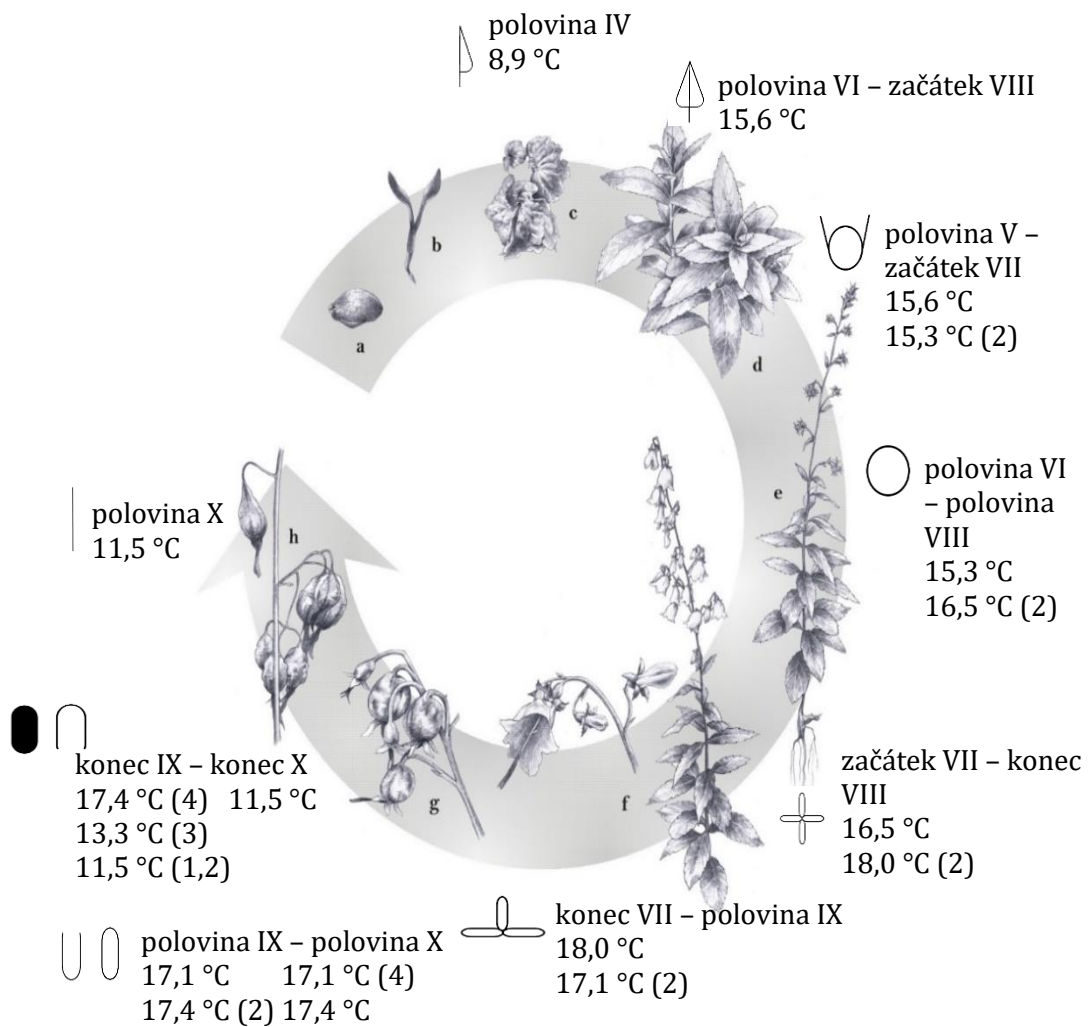
odkvět			
tvorba plodu			
nezralý plod			
zralý plod			
prázdný plod			
opadané tobolky			

Nástup fenofází na jednotlivých lokalitách probíhal odlišně, byl opožděn na mikrolokalitě 2 (Obr. 7). Tvorba poupat začínala v oplocence 1, 3 a 4 již 18. května, oproti tomu na lokalitě 2 začínala až 15. června. Obdobně na lokalitě 1, 3, 4 byla vytvořena poupata ve stejný čas, tj. 15. 6. Na mikrolokalitě 2 byla pozorována až 7. července. Plný květ byl pozorován ve stejný čas, 7. července, v oplocenkách 1, 3 a 4. Byliny na lokalitě 2 vykvétaly 21. července. Tvorba plodů byla na mikrolokalitě číslo

2 zaznamenána pouze 25. srpna, na ostatních oplocenkách se plod formoval od 7. srpna. Na lokalitě 4 se již 7. srpna tvořila semena. Nejvíce nezralých plodů bylo možné však pozorovat v období mezi 25. srpnem a 12. zářím. Plody nejdříve dozrály na lokalitě 4, poté na lokalitě 3. Od 29. září byly na všech mikrolokalitách zaznamenány zralé plody.

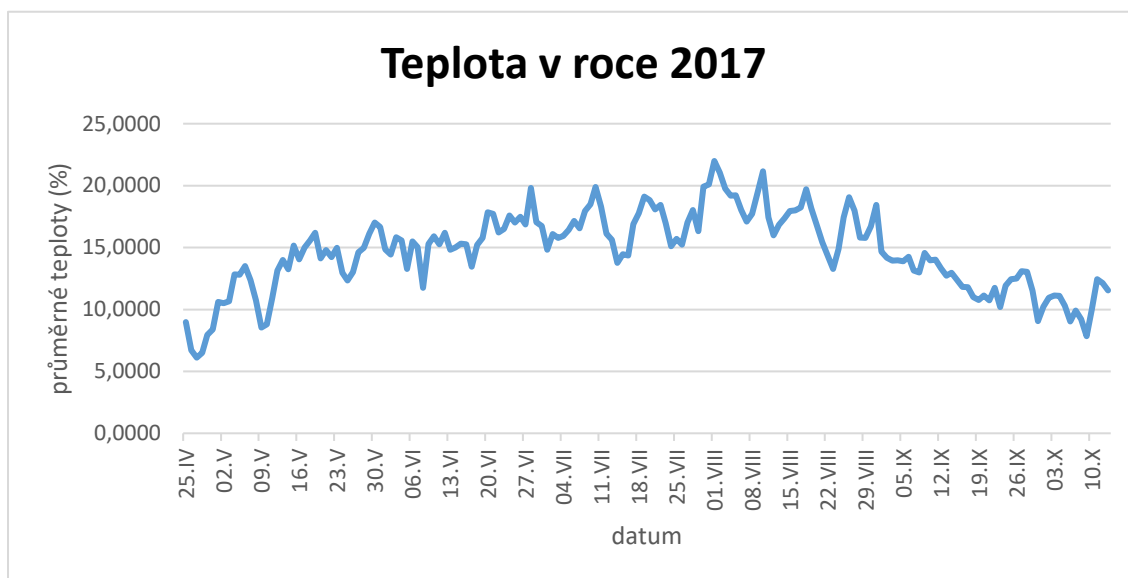
Souhrnné tabulky v příložené příloze (Příloha III) shrnují velikost populace a fenologické terénní výsledky a ukazují rozdíly mezi jednotlivými mikrolokalitami. Fenologické fáze nastupují na jednotlivých mikrolokalitách v odlišnou dobu, zejména se projevuje v odlišném začátku tvorby poupat, kvetení, tvorby plodů a semen. Značné rozdíly jsou zejména na mikrolokalitě 2, kde fenofáze nastupují zhruba se 14denním zpožděním. Na mikrolokalitě 1 ve větší míře dříve dozrávají plody a jsou zde nejmenší rozdíly mezi jednotlivými trsy (grafy fenologických fází jednotlivých trsů, Příloha III).

V příložené příloze se nacházejí grafy pro jednotlivé trsy označené štítky a dané fenologické fáze zvlášť (grafy fenologických fází jednotlivých trsů).



Obr. 7: Životní cyklus zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) doplněný o výsledky fenologického pozorování, (převzato z: Prausová et al., 2017; kresba: Š. Teplá), uvedené teploty ukazují, při jaké teplotě byla fenofáze pozorována, číslo v závorce značí mikrolokalitu

Lokalita Vražba se řadí do termofytika, průměrná roční teplota se pohybuje kolem 9°C. Nejnižší průměrná denní teplota (6,1 °C) byla naměřena 27.4. Naopak nejvyšší průměrná teplota byla naměřena 1.8., teplota se vyšplhala na 22 °C (obr. 8).



Obr. 8: Graf průměrných denních teplot na lokalitě Vražba

Při stejné teplotě 8,9 °C byla na všech mikrolokality první pozorovatelná vegetativní fenofáze, tj. tvorba listů. Poupata se formovala při teplotě 15,6°C. Rostliny vykvétaly při 16,5 °C, s výjimkou mikrolokality 2, kde započaly kvést až při teplotě 18,0°C.

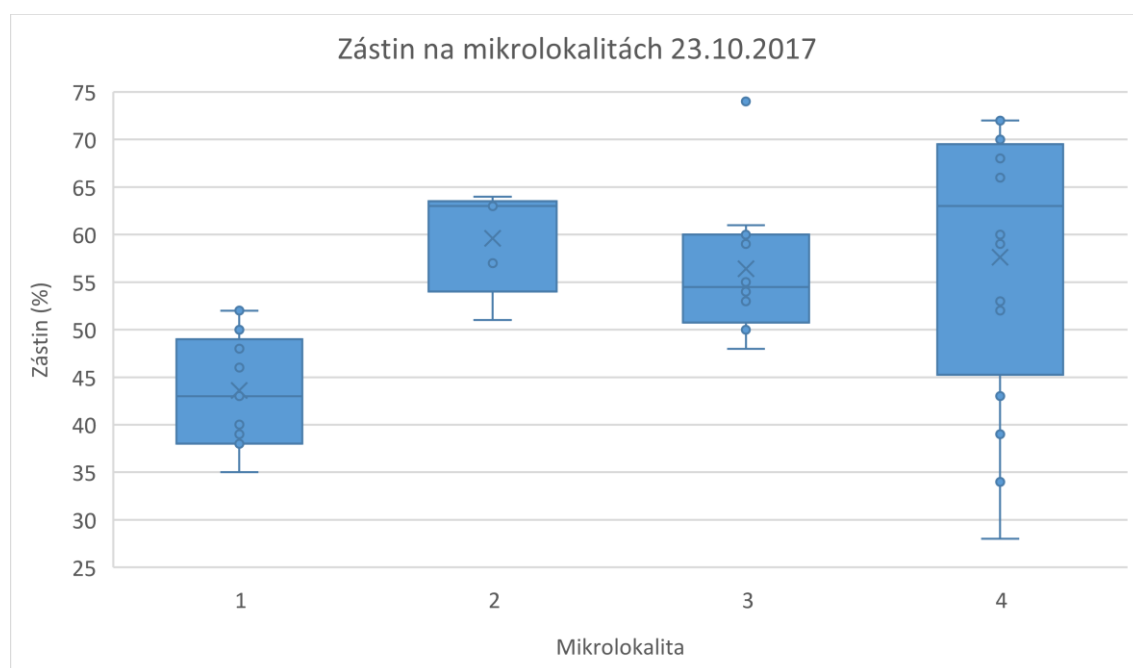
Při prvním měření byl nejnižší zástin naměřen na lokalitě číslo 4 (Obr. 9). Stromové a keřové patro zde mají nejmenší pokryvnost. Vyrůstal zde například habr obecný (*Carpinus betulus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), smrk ztepilý (*Picea abies*) nebo lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Zástin se u jednotlivých trsů pohyboval mezi 35 a 55 %, průměrně zástin činil 43,6 %. Na oplocenku 2 dopadlo 35-49 % slunečního záření, průměrný zástin byl 59,6 %. Ve stromovém patře se nacházel habr obecný (*Carpinus betulus*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) nebo borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Na mikrolokality 3 byl průměrný zástin 56,4 %. Na tomto území vyrůstal jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor babyka (*Acer campestre*), jedle bělokorá (*Abies alba*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Na 4. lokalitě byl pozorován největší rozsah, od 25 do 75 %, průměrný zástin byl 57,6 %. Nacházela se zde místa s větší pokryvností stromového patra, která se střídala s místy s téměř žádnou pokryvností. Stromové patro se skládalo z modřínu opadavého (*Larix decidua*), smrku ztepilého (*Picea abies*) a dubu letního (*Quercus robur*). Nejčastěji naměřená hodnota slunečního záření se pohybovala mezi 30 až 50 %, medián zastíněné se pohybuje na 65 %.

Při druhém měření zástinu (obr. 10), za jarního aspektu (listy na stromech již vyrůstají) bylo očekávané, že hodnoty zastínění budou nižší. Při zpracování výsledků se tento stav potvrdil v porovnání s prvním měření. Ve srovnání se třetím

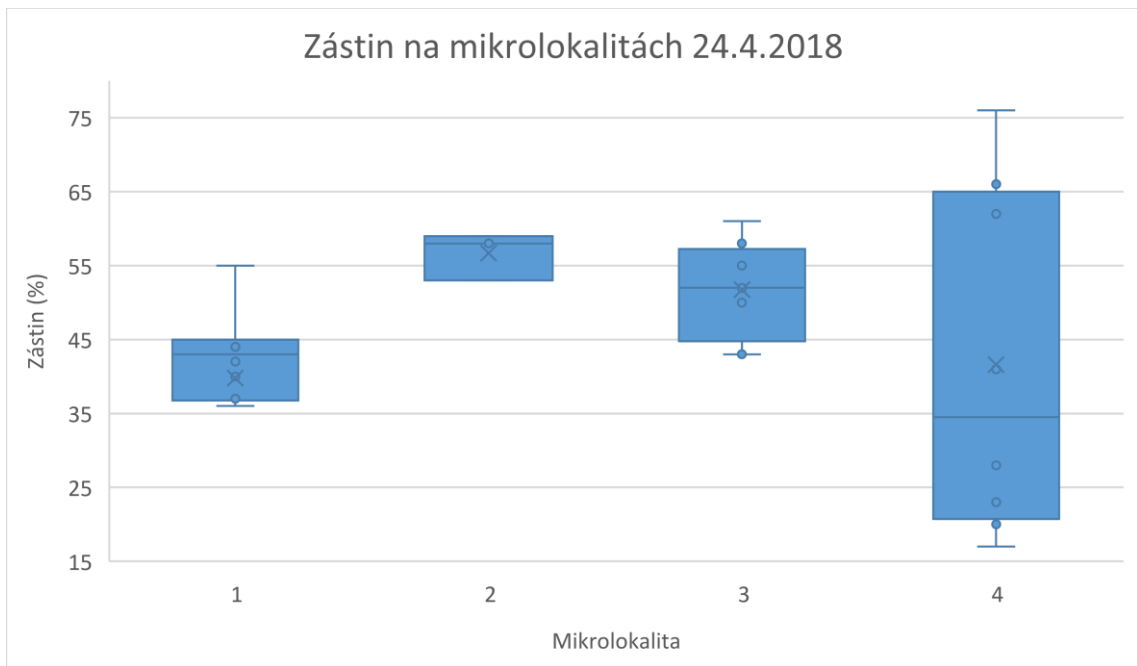
měření je mikrolokalita 1 a 2 v nepatrně vyšší zástině. Na zástinu se podílely přítomné jehličnany. Průměrný zástin na mikrolokalitě 1 dosahoval 39,8 %. Na mikrolokalitě 2 zástin průměrně činil 57 %. Zástin na mikrolokalitě 3 činil průměrně 51,8 %. Na mikrolokalitě 4 byl zástin 41,6 %.

Třetím měření (obr. 11) byl zjištěn průměrný zástin na mikrolokalitě 1 37,6 %, na mikrolokalitě 2 47,7 %, na mikrolokalitě 3 69,9 % a na mikrolokalitě 4 67,2 %.

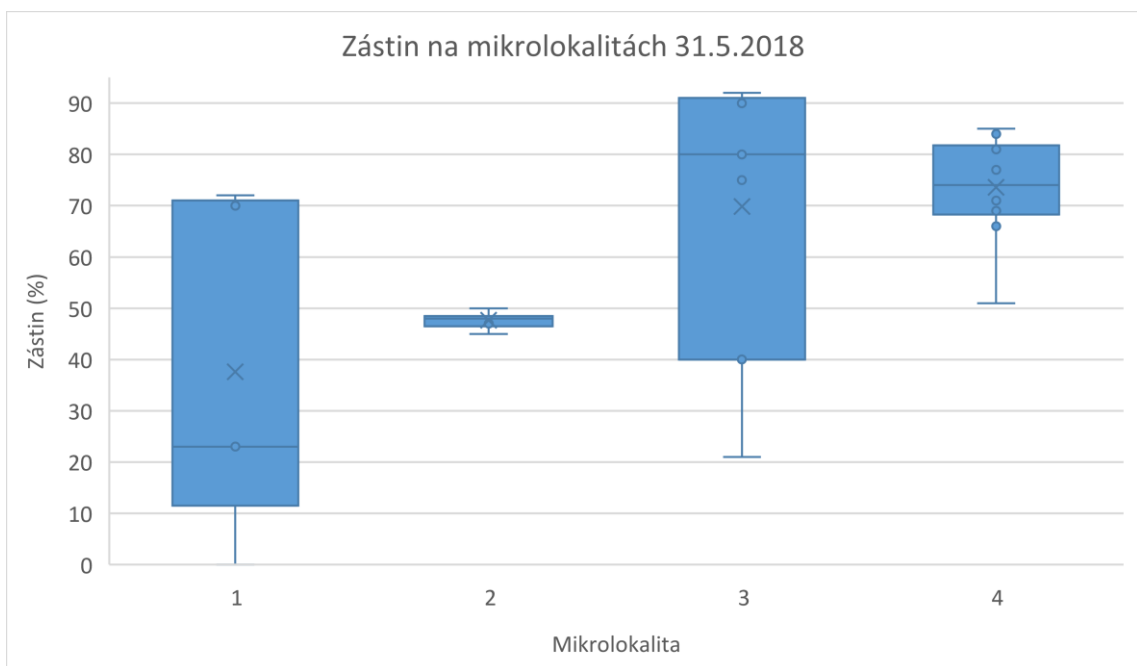
Jako nejméně zastíněná je mikrolokalita 1, zástin zde průměrně nepřekročí 44 %. Nejvyšší zástin zde byl naměřen 23.10.2017, činil 43,6 %. Mikrolokalita 2 vyšla ve dvou měření jako nejméně osvětlená. V případě prvního měření, ale výsledek není tak odlišný od mikrolokalit 3 a 4 (rozdíl pouze 3,2 % a 2 %). Ve druhém případě jsou rozdíly větší (5,2 % a 15,4 %). Mikrolokalita 3 má průměrného osvětlení, ve všech třech měření byl zástin vyšší než 50 %. Ve třetím měření je mikrolokalita 3 nejvíce zastíněná. Na mikrolokalitě 4 se zástin v době olistění stromového patra pohyboval mezi 57,6 % a 67,2 %. V jarním aspektu lesa byl naměřen zástin 41,6 %.



Obr. 9: Graf zástinu na jednotlivých mikrolokalitách 23.10.2017



Obr. 10: Graf zástinu na jednotlivých mikrolokalitách 24.4.2018



Obr. 11: Graf zástinu na jednotlivých mikrolokalitách 31.5.2018

4. Diskuze

Bakalářská práce se zabývala studiem fenologie a životního cyklu zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*). Prokázalo se, že stádia životního cyklu a fenologie se od dat uváděných v literatuře liší jen málo. Květenství se utváří od poloviny května do začátku července, poupata byla zaznamenána i v první polovině srpna, Prausová et al. (2017) uvádí do konce června. Rybka et al. (2004) udává, že zvonovec kvete od konce června do konce srpna. Data získaná terénním pozorováním o květu zvonovce prokázala, že bylina kvete začátkem července až do srpna. Květy odkvétají zejména v srpnu, v září se s odkvétající rostlinou setkáváme jen ojediněle, zatímco pozorování ukázalo, že květy v září odkvétají ve větší míře. Dozrávání plodů se shoduje s daty v literatuře, nejvíce plodů dozrává v průběhu září, navíc také zralé plody byly nacházeny v první polovině října (Prausová et al., 2018).

Záměrem pozorování populace zvonovce bylo zjištění velikosti populace, tedy celkový počet lodyh, poměr mezi fertilními a sterilními lodyhami, výška rostlin, počet listů a květů.

V lesním komplexu Vražba ve východních Čechách bylo v roce 2003 objeveno 92 rostlin (Prausová et al., 2009). Pravidelný monitoring populace zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) zde probíhá od roku 2005 (Prausová et al., 2009), kdy bylo na místě nalezeno 249 lodyh. Do roku 2007 došlo k mírnému poklesu o 6,83 %, na 232 lodyh. V letech 2008 a 2009 došlo k výraznému úbytku rostlin. Mezi rokem 2005 a 2009 je rozdíl 60,2 %, došlo k ztrátě 99 rostlin. V roce 2010 byl pozorován nárůst lodyh na 260 kusů. Tento jev byl přisuzován rekonstrukci a opravě oplocení lokalit na konci roku 2009. Nedošlo již k nadměrnému poničení lodyh lesní zvěří. Péčí a údržbou oplocenek, vytrhání ostružiníku a náletových dřevin, se od roku 2010 do roku 2014 populace nezmenšila pod 200 jedinců (Marečková, 2010; Bajerová 2015). Nejpříznivějším rokem pro růst zvonovce liliolistého byl rok 2013, kdy bylo nalezeno 289 lodyh. V roce 2017 celkový počet lodyh vzrostl o 7,2 %, tj. 17 lodyh oproti roku 2014.

Ve všech letech pozorování poměr mezi fertilními a sterilními lodyhami kolísá, ale vždy převažují fertilní lodyhy nad sterilními. V roce 2014 bylo nalezeno 123 fertilních a 112 sterilních lodyh (Bajerová, 2015). V roce 2017 bylo pozorováno 198 fertilních a 52 sterilních lodyh. Nárůst fertilních lodyh činil z 52,3 % na 78,6 %.

Během let 2006-2008 se průměrný počet lodyh na mikrolokalitě 1 měnil. Na mikrolokalitě 2 zůstával průměrný počet lodyh stejný. Na mikrolokalitách 3 a 4 docházelo k poklesu počtu lodyh. Výrazný úbytek byl sledován v roce 2008 (Prausová et al., 2009). Na jednotlivých mikrolokalitách můžeme sledovat v roce 2017 v porovnání s rokem 2010 zvýšení i snížení počtu lodyh. Na mikrolokalitě 1 se počet lodyh zvýšil ze 70 na 89, zvonovci se podle nárůstu z 38 na 89 lodyh daří i na

mikrolokality 4. K mírnému snížení došlo na mikrolokality 2, ze 37 počet lodyh klesl na 35. K razantnějšímu poklesu došlo na mikrolokality 3, kde se velikost populace snížila o 33 lodyh, tj. ze 72 na 39 (Marečková, 2010).

Z počátků sledování populace, tedy v roce 2003 se napočítalo 92 jedinců s průměrným počtem 1,84 lodyh v trsu (Prausová et al., 2009). Monitoring populace v roce 2010 ukázal, že na východočeské lokalitě Vražba vyrůstalo celkem 260 lodyh, průměrný počet lodyh v trsu činil 3,8, v trsu se nacházela nejméně lodyha, maximálně 16 lodyh (Marečková, 2010). Oproti tomu terénní sledování v roce 2017 ukázalo, že na území rostlo celkem 252 lodyh s průměrným počtem 3,07 v trsu. Nejvíce lodyh bylo zaznamenáno 13, nejnižší počet se shodoval s pozorováním z roku 2010. Podle průměrné výšky lodyh z roku 2010, kdy lodyha průměrně měřila 76,8 cm (Marečková, 2010), v roce 2017 byla průměrná výška 105,9 cm. Došlo tedy k nárůstu průměrné výšky, což mohlo být způsobeno klimatickými poměry v daném roce nebo i vyšším stářím pozorované rostliny. Podle Marečkové (2010) nejmenší lodyha měřila 30 cm a nejvyšší byla 115 cm vysoká. V roce 2017 nejnižší rostlina měřila 36 cm, naopak nejvyšší 176 cm. Rozdíly můžeme sledovat také v průměrného počtu květů. Odlišnosti mohou být způsobeny počasím nebo stářím rostliny. V průběhu let 2006-2008 bylo průměrně 73 květů na jedné lodyze (Prausová et al., 2009). Marečková (2010) uvádí, že v roce 2010 měly rostliny průměrně 61,7 květů. Počet květů se pohyboval od 12 do 135. Zatímco v roce 2017 vykvétalo na rostlině v průměru o 9 květů více, tj. 70,7 květů. Nejmenší počet, který byl na populaci pozorován, byl 2 květy na rostlině, nejvíce měla lodyha 253 květů. V roce 2006 bylo na mikrolokality 1 na lodyze u štítku 7 dokonce 424 květů (Prausová et al., 2009). Průměrný počet listů se na lokalitě v roce 2010 pohyboval okolo 34,64. Nejlistnatější lodyha nesla 51 listů, nejméně olistěná 13 listů (Marečková, 2010). V roce 2017 činil počet listů průměr 24,5 listů na jednu rostlinu. Počet listů na rostlinách se pohyboval od 7 do 92 listů.

Porovnání stanovištních poměrů roku 2017 a 2014 ukázalo, že mezi 4 měsíci, tj. čas, ve který rostlina vstupuje do hlavního vegetačního období, průměrné měsíční teploty rapidně nemění. Rozdíly mezi průměrnými teplota v roce 2014 a 2017 nepřekročily 2 °C, největší rozdíl činil 1,6 °C (Bajerová, 2015).

V roce 2014 se průměrná měsíční teplota v květnu pohybovala kolem 12 °C, oproti tomu v roce 2017 byla průměrná teplota 13,4 °C. V červnu 2014 byla naměřena teplota 14,2 °C, ve stejném měsíci roku 2017 byla naměřena průměrná teplota 15,8 °C. V roce 2014 byl jako jediný ze sledovaných měsíců teplejší měsíc červenec (oproti roku 2017). Teplota dosáhla 17,6 °C, oproti tomu v roce 2017 16,9 °C. Srpen roku 2014 měl průměrnou teplotu 16,5 °C, zatímco roku 2017 17,8 °C. V roce 2014 byl nejteplejším měsícem červenec, oproti tomu v roce 2017 byl nejteplejším měsícem srpen. Nejchladnějším byl v obou pozorování květen (Bajerová, 2015).

Marečková (2010) na základě fytoocenologických snímků a Ellenbergových indikačních hodnot (Ellenberg, 1992) určila osvětlení jednotlivých mikrolokalit. Nejvíce osvětlená v roce 2007 byla mikrolokalita 3. Na mikrolokalitě 2 se během 3 let oslunění nepatrně snižovalo. Naopak nejvíce v zástinu stromového patra byla mikrolokalita 1 v letech 2007 a 2010. Protože v průběhu let došlo na mikrolokalitách k prokácení stromového a keřového patra, byly v roce 2017 zaznamenány velké změny v osvětlení jednotlivých mikrolokalit. Nejméně zastíněná byla mikrolokalita 1, kde došlo k největšímu zásahu – odstranění velké části stromového patra. Mikrolokalita 2 se jevila jako nejméně osluněná, následovala mikrolokalita 3. Největší rozptyl v osvětlení byl zaznamenán na mikrolokalitě 4. Stromové a keřové patro má v různých místech mikrolokality odlišnou pokryvnost. Zejména na místech s menší pokryvností stromového patra vyrůstala v bylinném patře třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Zástin se také snížil odstraněním konkurenčního ostružiníku (*Rubus* sp.).

Rybka et al. (2004) uvádí, že při velkém zástinu zůstávají rostliny ve sterilním stavu – nevytváří květy. Při měření zástinu v na podzim 2017 a na jaře 2018 se ukázalo, že největší zástin na lokalitě 2 pravděpodobně způsobil pozdnější nástup fenofází ve srovnání se zbývajícími mikrolokalitami. Výsledky pozorování by odpovídaly tvrzení Rybky et al. (2004), ale je třeba si uvědomit, že do sterilních lodyh jsou započítávány též poškozené lodyhy (např. pádem stromu, okusem) nebo též mladí jedinci ve věku do 3 let života, kdy rostlina ještě nekvete. Proto nelze jednoznačně potvrdit výše citované tvrzení Rybky et al. (2004). Dále tím, že nebylo určeno stáří rostlin, zvonovec vytváří květy až po 3 letech života. Procentuální zastoupení sterilních lodyh bylo v roce 2017 následující: mikrolokalita 1 – 15,73 %, mikrolokalita 2 – 17,14 %, mikrolokalita 3 – 15,38 %, mikrolokalita 4 – 26,97 %.

5. Závěr

Na lokalitě Vražba se populaci zvonovce daří, díky managementovým úpravám velikost populace neklesá. Oplocení mikrolokalit chrání zvonovec před zvěří, jejím okusem a rytím. Bylinám prospívá také snižování konkurenčního tlaku v podobě odstraňování ostružiníku a seřezávání stromového a keřového patra, tedy prosvětlení lokalit. Rostliny také regenerují z ukousnutých pahýlů. I přesto, že rostliny vytváří poměrně mnoho semen, jejich uchycení se na lokalitě moc nedaří. V roce 2017 zde byly nalezeny pouze 2 semenáčky na mikrolokalitě 1. Jedním z důvodů neuchycení semen můžeme být nedostatek holých míst, kde se nevyskytují konkurenční rostliny. Dále to, že jsou semena lehká, tedy snadno odnášena větrem, jsou potravou organismů. Semenáčky jsou velmi malé, snadno zranitelné, jak sešlapem, tak okusem.

Ukázalo se, že zástin má pravděpodobně větší vliv na populaci než teplota. Pokud byl zástin opravdu vysoký, bylina zůstávala ve sterilním stavu. Zástin má vliv zřejmě také na výšku bylin. Nejpříznivější podmínky, tedy nejnižší zástin, má populace na mikrolokalitě 1, kde lodyhy dosahovaly průměrné výšky 120 cm. Nejnižší průměrná výška lodyh je na mikrolokalitě 4, průměr činí 84 cm. Zastínění má vliv na fenologii, fenologické fáze byly opožděné o 2 týdny. Nejvíce se zastínění projevilo na mikrolokalitě 2.

6. Literatura

- Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2019. *Adenophora liliifolia* zvonovec liliolistý. AOPK ČR [online] [cit. 2019-2-4]. Dostupné z WWW: <http://portal.nature.cz/c1/c1_druh.php?akce=view&id=70&opener=&vztazne_id=0>.
- Amasino R. 2009: Floral induction and monocarpic versus polycarpic life histories. *Genome Biology* 10: 228. [online] [cit. 2018-12-6]. Dostupné z WWW: <https://genomebiology.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/gb-2009-10-7-228>
- Bagar, R., Klimánek, M., Klimánková, D., 2001: Fenologie je klíčem k poznání přírody, *Ochrana přírody*, 56, 3, 85. – 89. p.
- Bajerová A., 2015: Studium ekologických nároků zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) v podmínkách střední Evropy. Hradec Králové, 2015. Hradec Králové: Přírodovědecká fakulta Univerzity Králové. 58 s. Bakalářská práce.
- Begon M., Harper J.L., Townsend C.R., 1997: *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. Olomouc: Univerzita Palackého 949 p.
- Benešová M., Hamplová H., Knotová K., Lefnerová P., Pfeiferová E., Sáčková I., Satrapová H., 2013: *Odmaturuj z biologie*. Didaktis, Brno, 58
- BioLib, Biological Library, 2018: *Adenophora* [online] [cit. 2018-10-25]. Dostupné z WWW: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id41183/>
- Brabec J., Hadinec, J., 2005: *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC. – In: Hadinec J., Lustyk P. et Procházka F. 2005: *Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae*. IV. – *Zprávy České botanické společnosti* 40: 80–82.
- 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.
- Demek J., Mackovčín P., 2006: *Hory a nížiny*. Zeměpisný lexikon ČSR. AOPK ČR, Praha
- Ellenberg H., Weber H., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D., 1992: *Indicator values of plants in Central Europe*. Göttingen.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P., 2010: *Katalog biotopů České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 445 p.
- Kovanda M., 1998: Zvonovec vonný, *Adenophora liliifolia* (L.) Bess., na Moravě a ve Slezsku. *Časopis Slezského zemského muzea, ser. A, Vědy přírodní*, 47, s. 13–18

Kovanda M., 2000: *Adenophora Fisch.* – zvonovec. In: Slavík B.: Květena České republiky 6. Academia, Praha, 748 p.

Krška K., 2006: Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Brno

Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun, Kaplan Z., Kirschner J., Štěpánek J., 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 928 p.

Marečková L., 2010: Sledování populace zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) v lokalitě Vražba na Jaroměřsku ve vztahu k managementu jeho biotopu. Hradec Králové: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2010. 48 s. Bakalářská práce.

Natura 2000, 2018. Evropsky významné lokality v České republice [online] [cit. 2018-12-5]. Dostupné z WWW:http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000141434

Novák J., Skalický M. (2008): Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint, Praha, 327 p.

Prausová R., 2017: Ekologie rostlin [Depon. in: Univerzita Hradec Králové].

Prausová R., 2018: ústní sdělení, Univerzita Hradec Králové

Prausová R., Marečková L., 2017: Proč je zvonovec liliolistý chráněný soustavou Natura 2000?. Živa. Praha, 4: 159–166

Prausová R., Rybka V., Čepelová B., Marečková L., 2018: Záchranný program pro zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) v České republice. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky.

Prausová R., Truhlářová K., 2009: Zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) v evropsky významné lokalitě Vražba v lesním komplexu u obce Habřina na Královéhradecku. In Vč. Sb. Přír. - Práce a studie., s. 83-110., Pardubice.

Rybka V., Rybková R., Pohlová R., 2004: Rostliny ve svitu evropských hvězd. Sagittaria, Olomouc, Praha, 22

Sádlo J., 1999: Efeméry – život na Záhořově lži. Vesmír. Praha, 98: 254–258

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

Samková V., 2004: *Adenophora liliifolia* (L.) DC. - In: Hadinec J., Lustyk P., Procházka F., Zprávy České botanické společnosti, Praha, 40: 77-149.

Severa M., 2003: *Adenophora liliifolia* (L.) DC. - In: Hadinec J., Lustyk P. et Procházka F., 2003: Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. II. – Zprávy České botanické společnosti, Praha, 38: 217–288.

Skalický V., 1988: Regionálně fytogeografické členění, in Hejný, S., Slavík, B. Květena České socialistické republiky 1, Academia, Praha, s. 103-121.

Slavíková J., 1986: Ekologie rostlin. SPN, Praha

Státní správa zeměměřictví a katastru, 2019. Geoprohlížeč. Geoportál ČÚZK [online] [cit. 2019-2-25]. Dostupné z WWW: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

Šindelářová Š., 1981: Zvonovec liliolistý. Nika, Praha, 2/4: 15-16

Šťastný, 2018: ústní sdělení, NDOP.

Štefánek M., Brabec J., Krinke L., Plesková E., Somol V., Šída O., 2009: *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC. – In: Hadinec & Lustyk: *Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae VIII.* - Zprávy České botanické společnosti 44: 185–319.

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

Tůma J., 2008: Agrobiologie. Gaudeamus, Hradec Králové, 38–39

Tůma J., 2017: Fyziologie rostlin [Depon. in: Univerzita Hradec Králové]

Obrázky a mapy

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2011. *Adenophora liliifolia* zvonovec liliolistý. AOPK ČR [online] [cit. 2018-11-4]. Dostupné z WWW: http://portal.nature.cz/c1/c1_druh.php?akce=view&id=70&opener=&vztazne_id=0.

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2017. *Adenophora liliifolia* zvonovec liliolistý. AOPK ČR [online] [cit. 2018-11-4]. Dostupné z WWW: <http://www.zachranneprogramy.cz/zvonovec-liliolisty/novinky/vysla-nova-brozura-o-zvonovci/>.

Kubíková J., 1971: Geobotanické praktikum. Skriptum UK Praha

mapy.cz

Prausová R., Marečková L., 2017: Proč je zvonovec liliolistý chráněný soustavou Natura 2000?. *Živa*. Praha, 4: 159–166

Přílohy

Příloha I – Grafy fenologických fází jednotlivých trsů

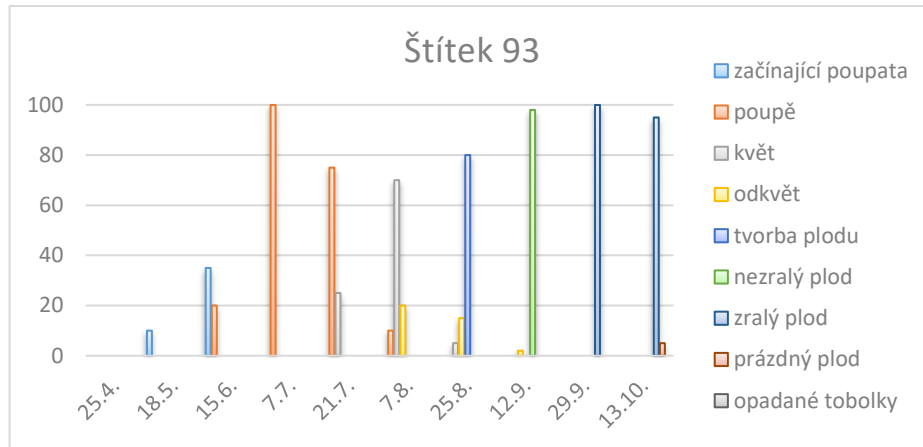
Příloha II – Krabicové grafy fenologických fází

Příloha III – Souhrnné tabulky terénního pozorování

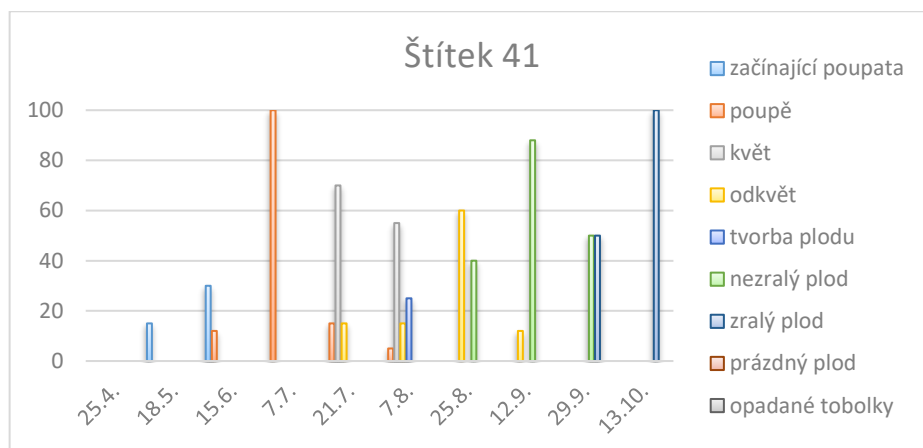
Příloha IV – Fotodokumentace

Příloha I. Grafy fenologických (generativních) fází jednotlivých trsů

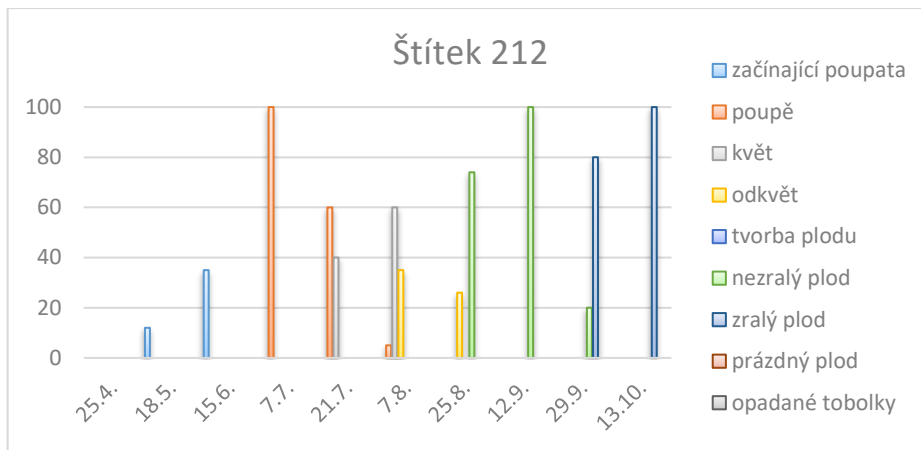
Mikrolokalita 1



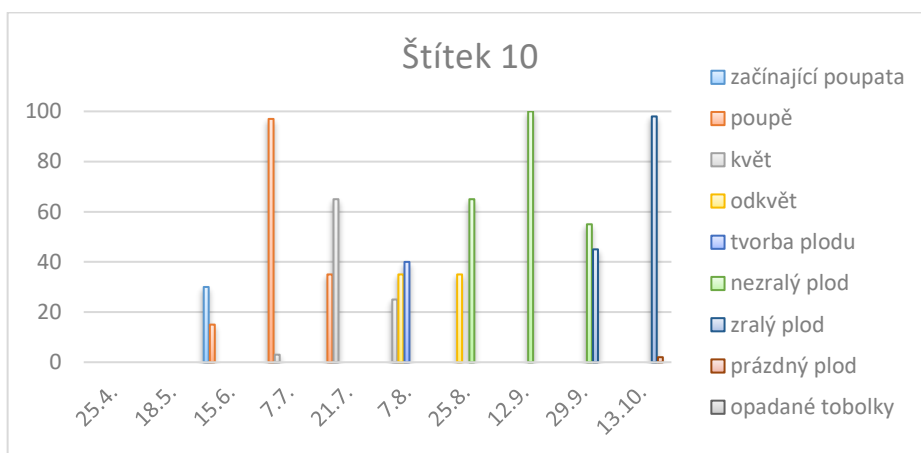
Obr. 12: Fenologické pozorování – štítek 93



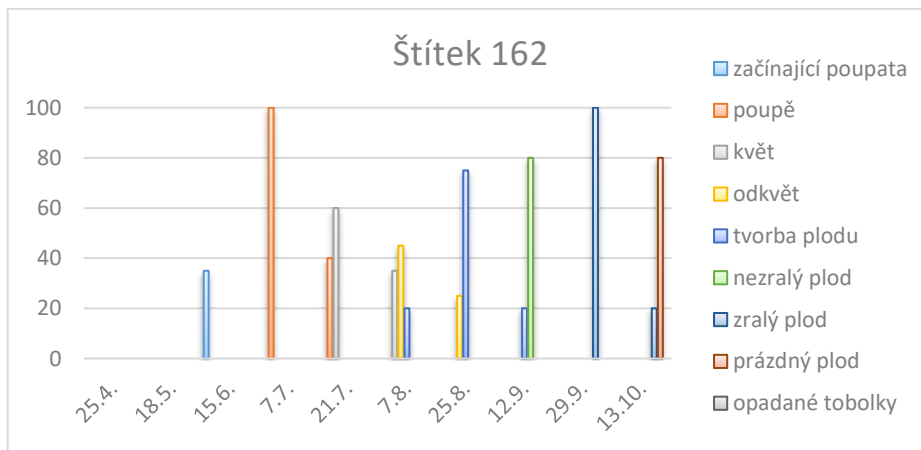
Obr. 13: Fenologické pozorování – štítek 41



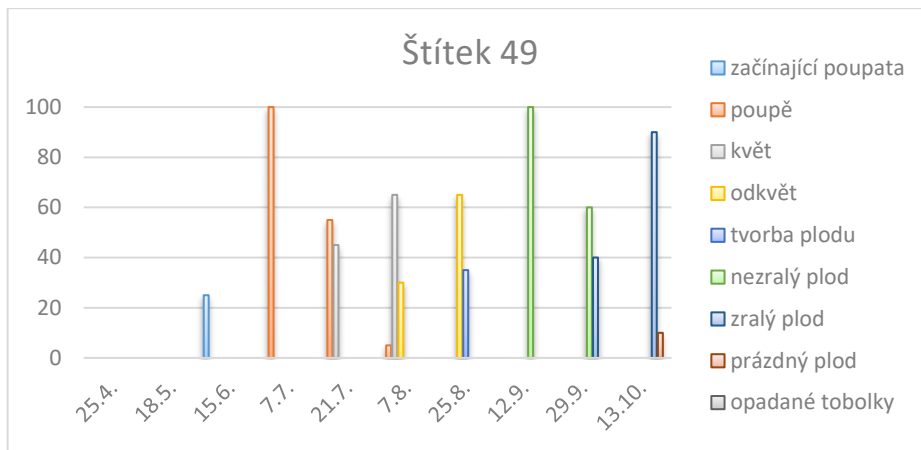
Obr. 14: Fenologické pozorování – štítek 212



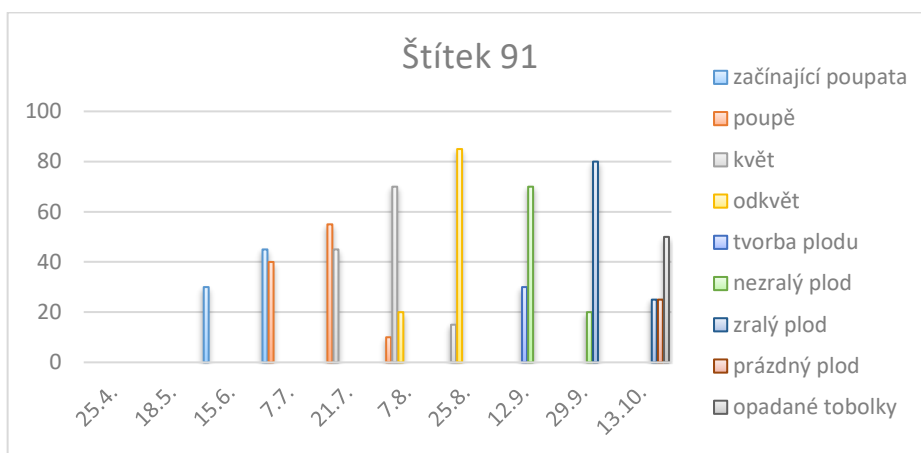
Obr. 15: Fenologické pozorování – štítek 10



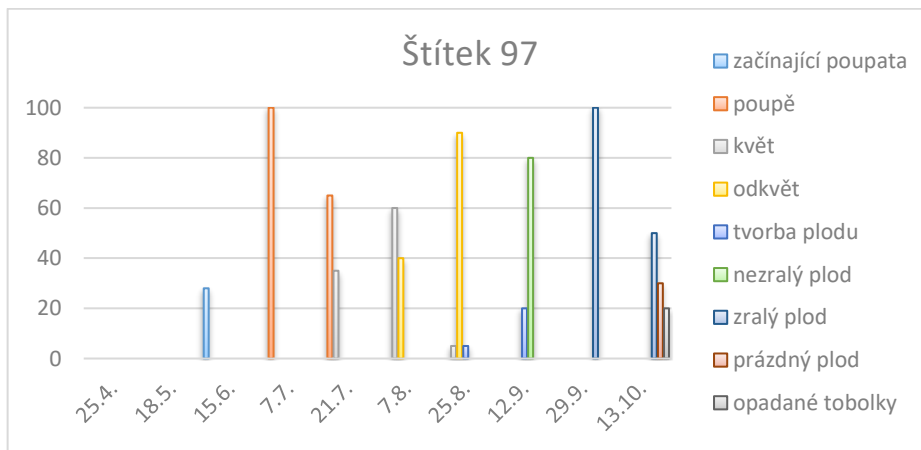
Obr. 16: Fenologické pozorování – štítek 162



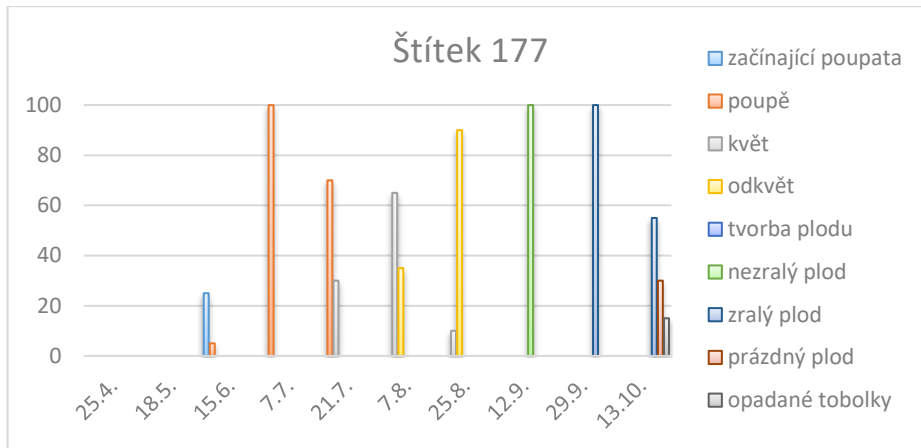
Obr. 17: Fenologické pozorování – štítek 49



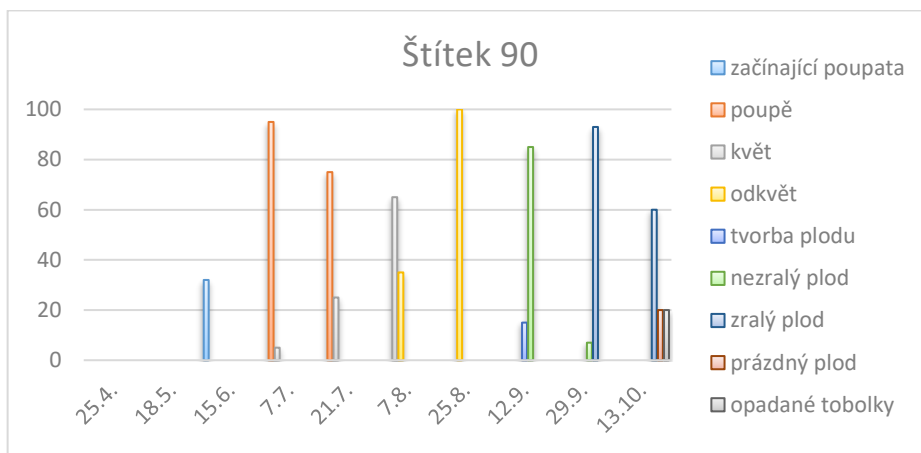
Obr. 18: Fenologické pozorování – štítek 91



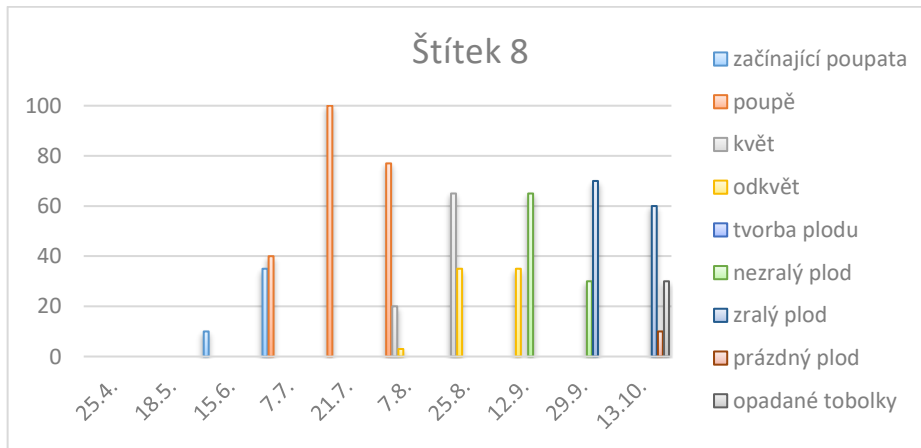
Obr. 19: Fenologické pozorování – štítek 97



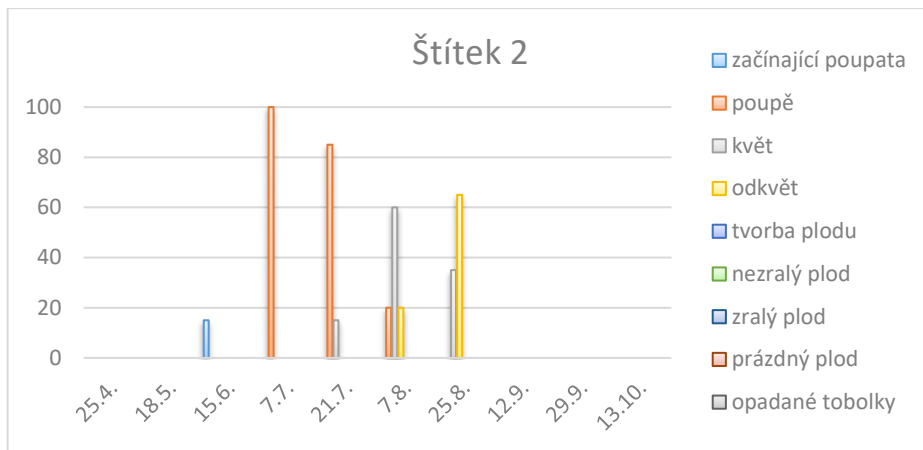
Obr. 20: Fenologické pozorování – štítek 177



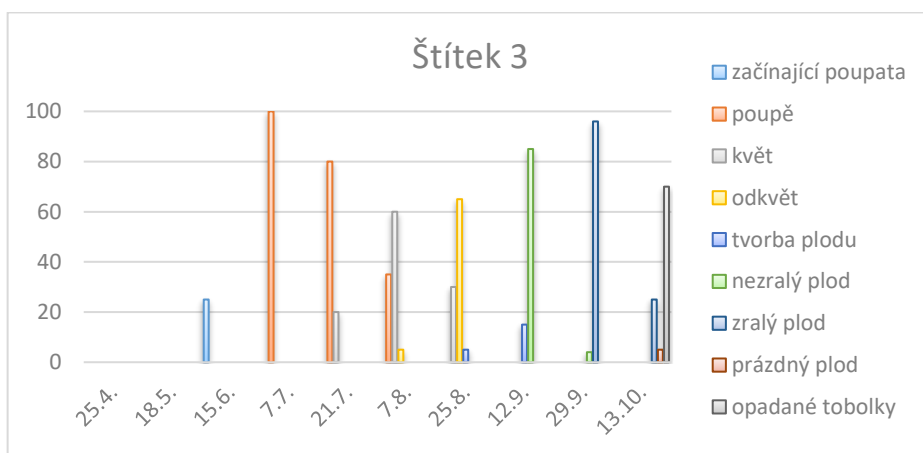
Obr. 21: Fenologické pozorování – štítek 90



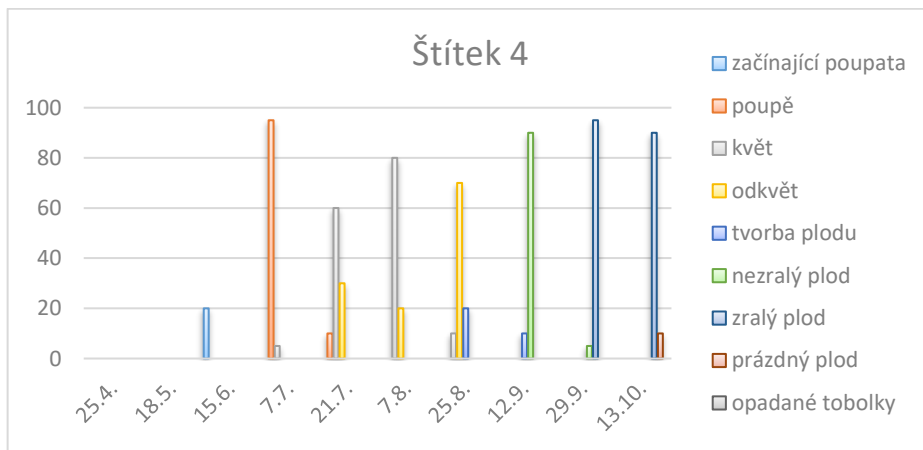
Obr. 22: Fenologické pozorování – štítek 8



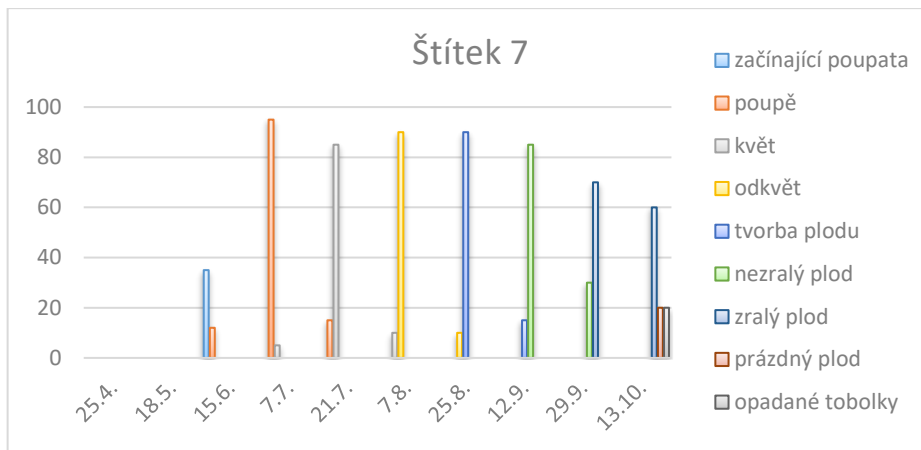
Obr. 23: Fenologické pozorování – štítek 2



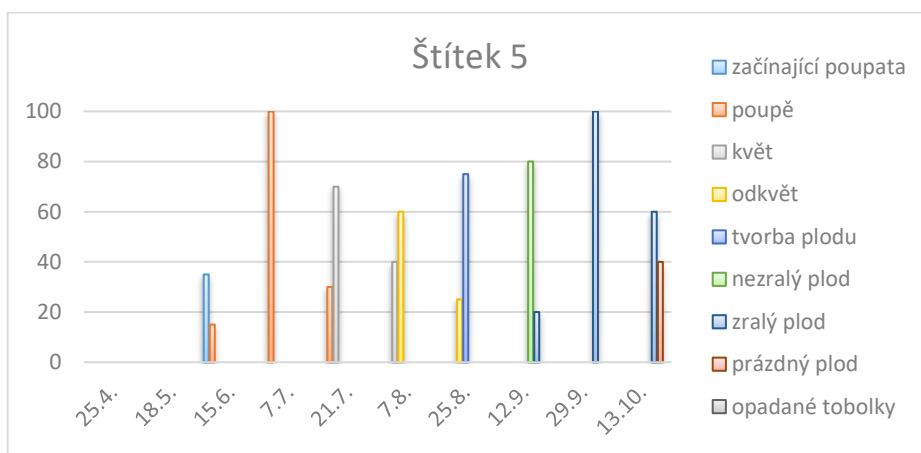
Obr. 24: Fenologické pozorování – štítek 3



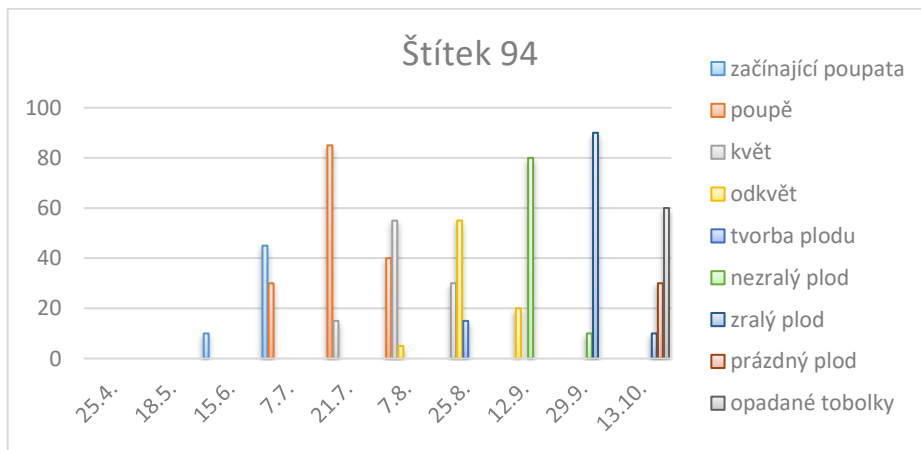
Obr. 25: Fenologické pozorování – štítek 4



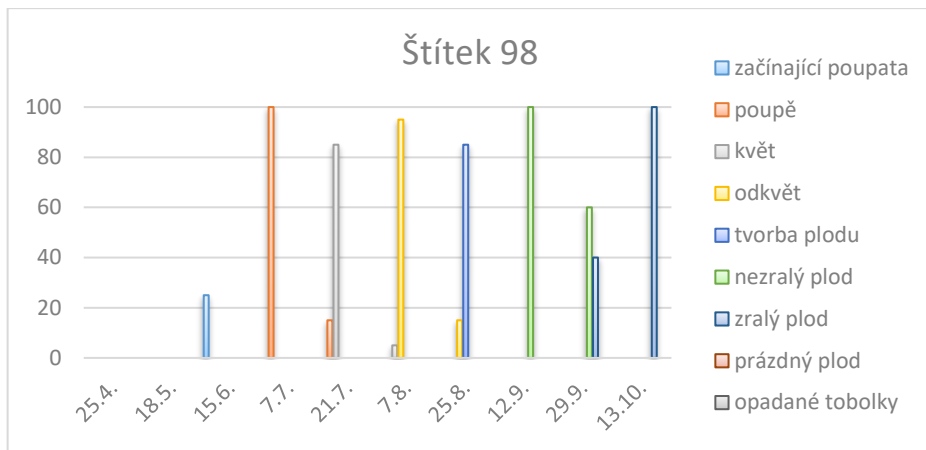
Obr. 26: Fenologické pozorování – štítek 7



Obr. 27: Fenologické pozorování – štítek 5

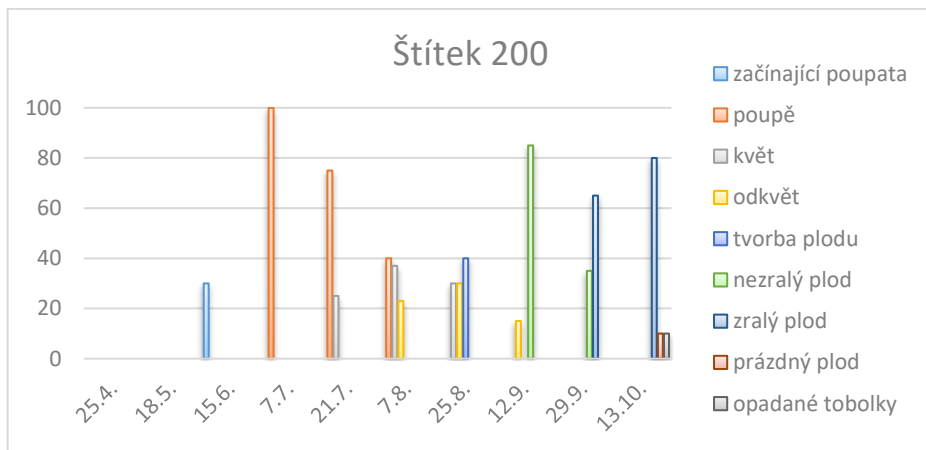


Obr. 28: Fenologické pozorování – štítek 94

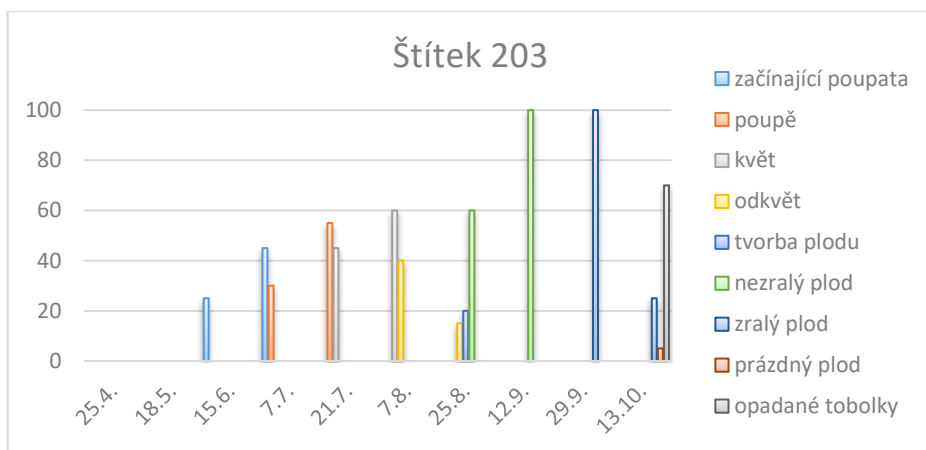


Obr. 29: Fenologické pozorování – štítek 98

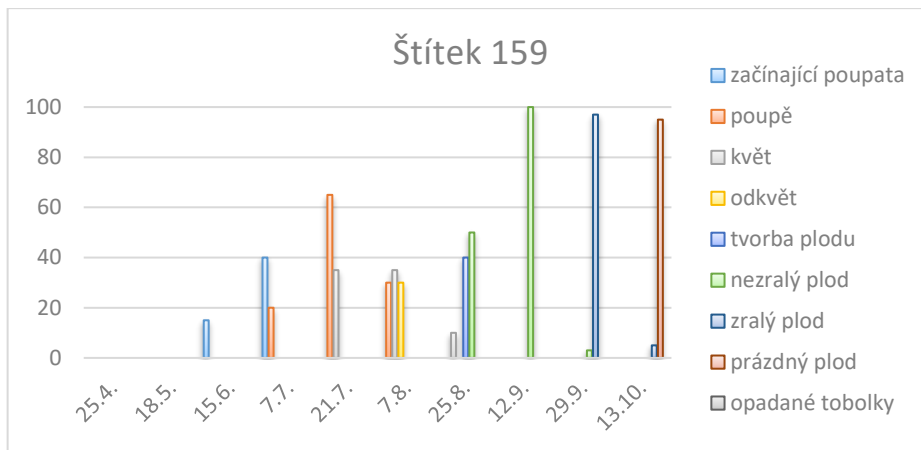
Mikrolokalita 2



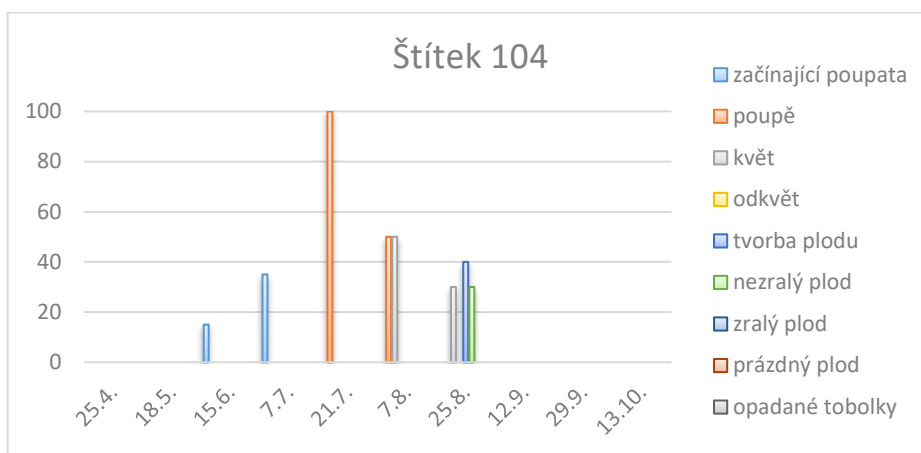
Obr. 30: Fenologické pozorování – štítek 200



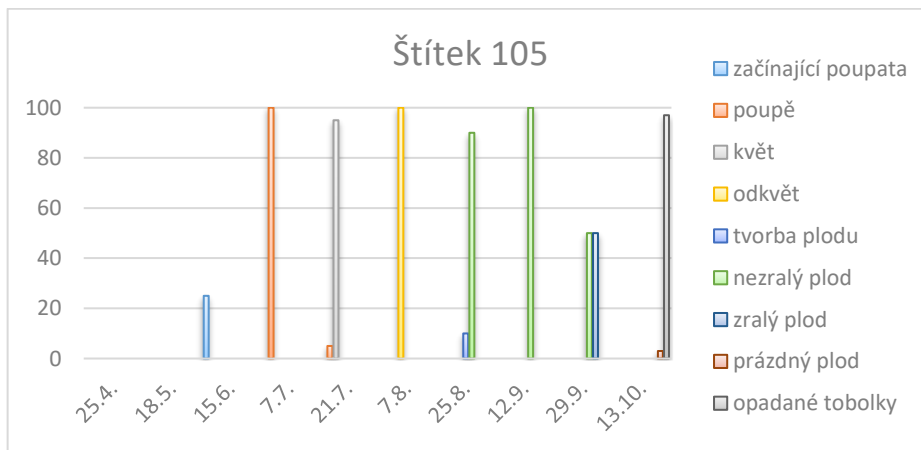
Obr. 31: Fenologické pozorování – štítek 203



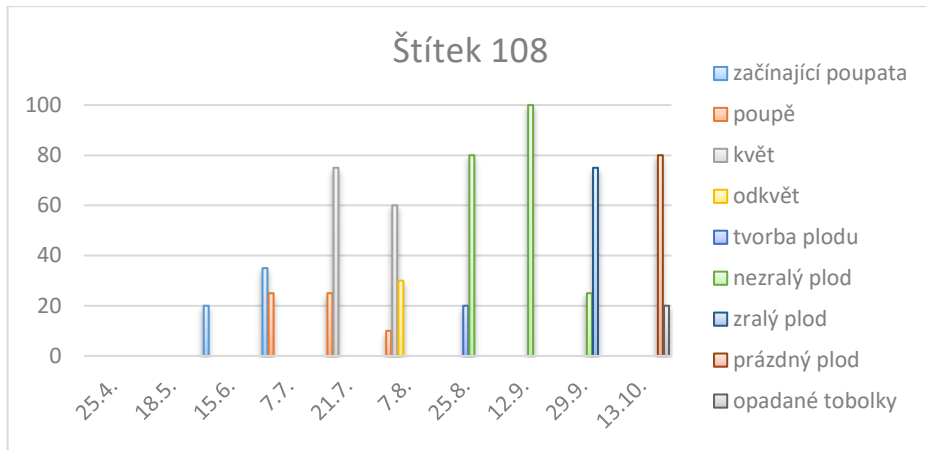
Obr. 32: Fenologické pozorování – štítek 159



Obr. 33: Fenologické pozorování – štítek 104

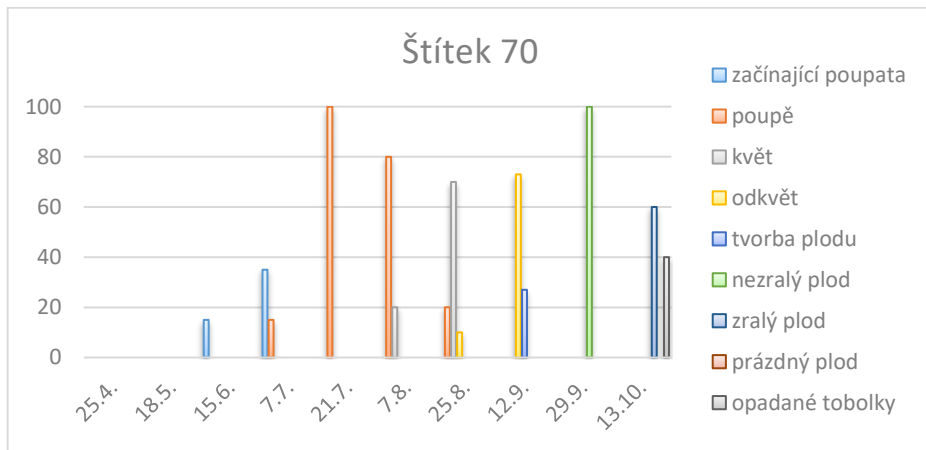


Obr. 34: Fenologické pozorování – štítek 105

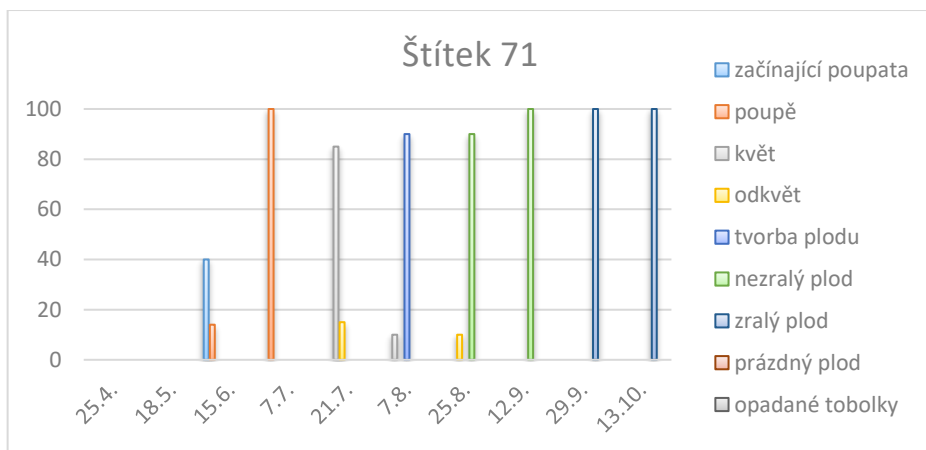


Obr. 35: Fenologické pozorování – štítek 108

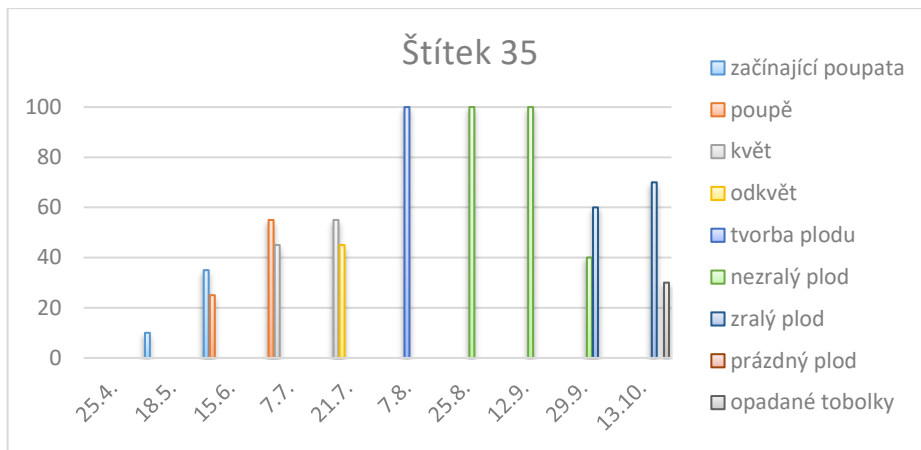
Mikrolokalita 3



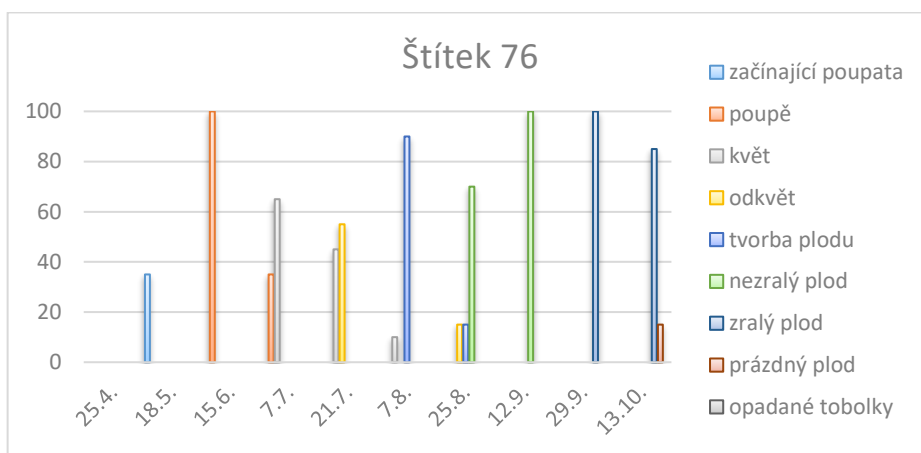
Obr. 36: Fenologické pozorování – štítek 70



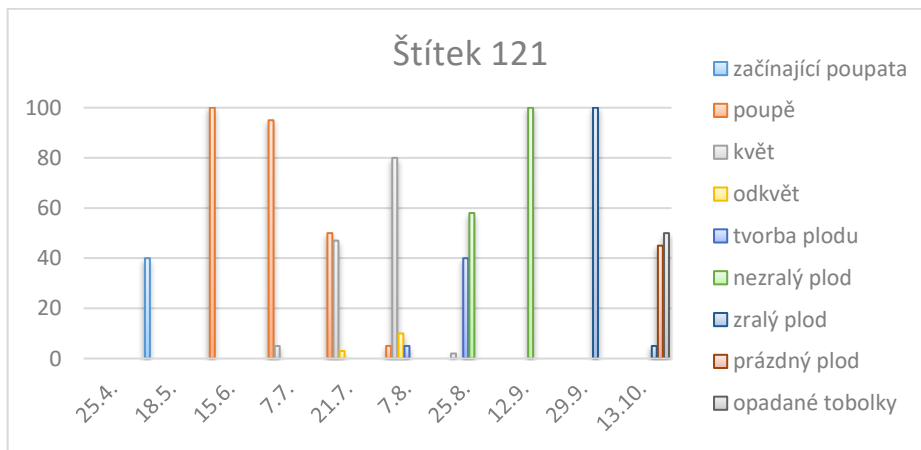
Obr. 37: Fenologické pozorování – štítek 71



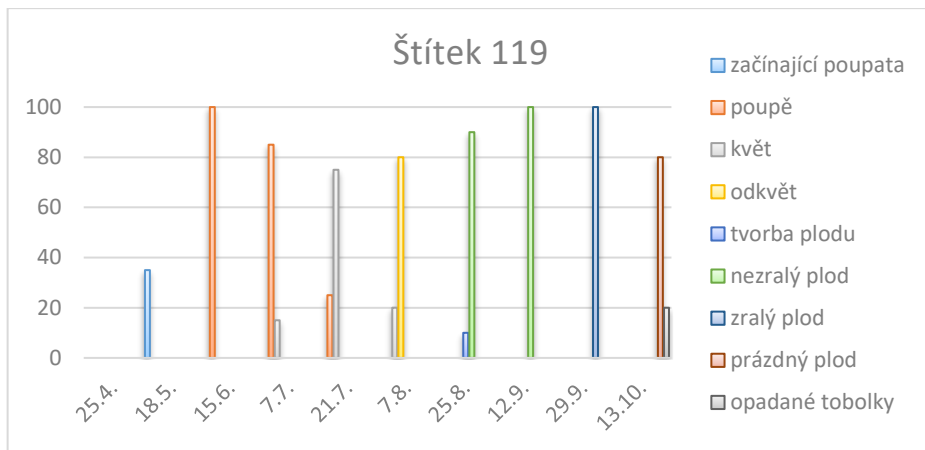
Obr. 38: Fenologické pozorování – štítek 35



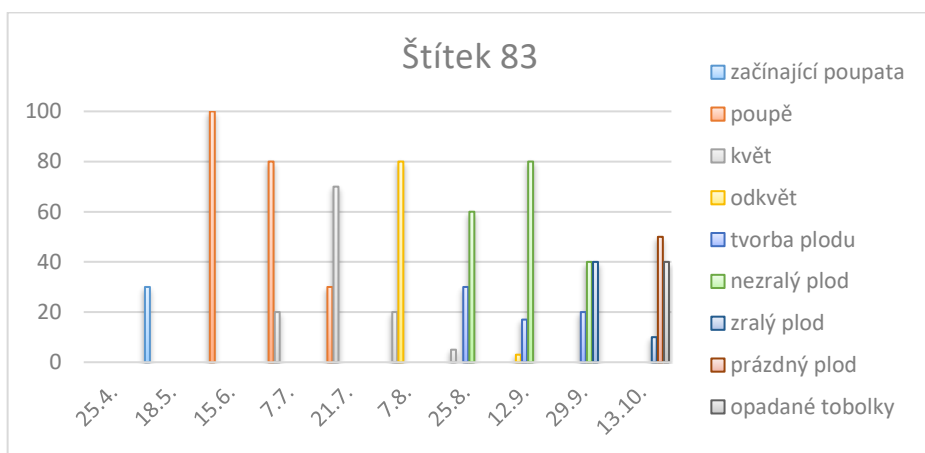
Obr. 39: Fenologické pozorování – štítek 76



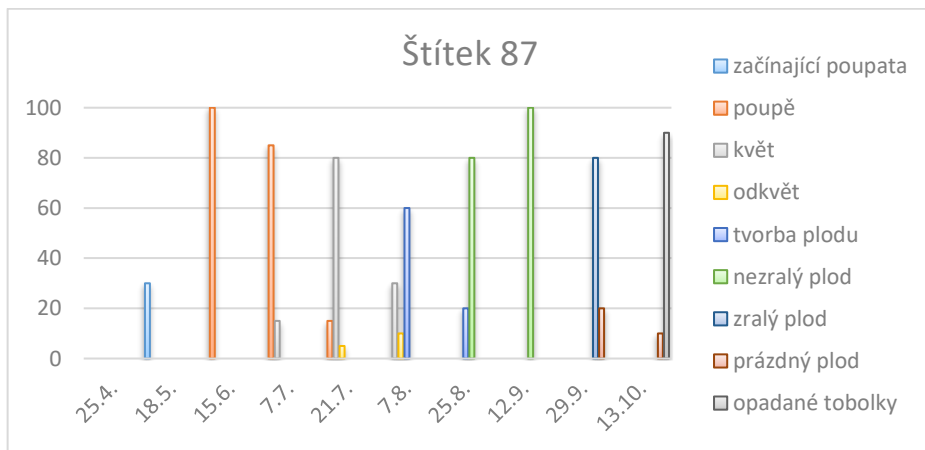
Obr. 40: Fenologické pozorování – štítek 121



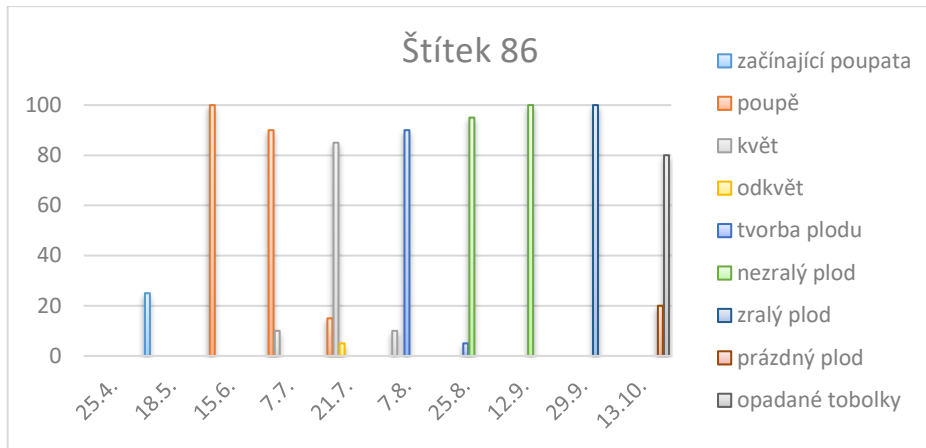
Obr. 41: Fenologické pozorování – štítek 119



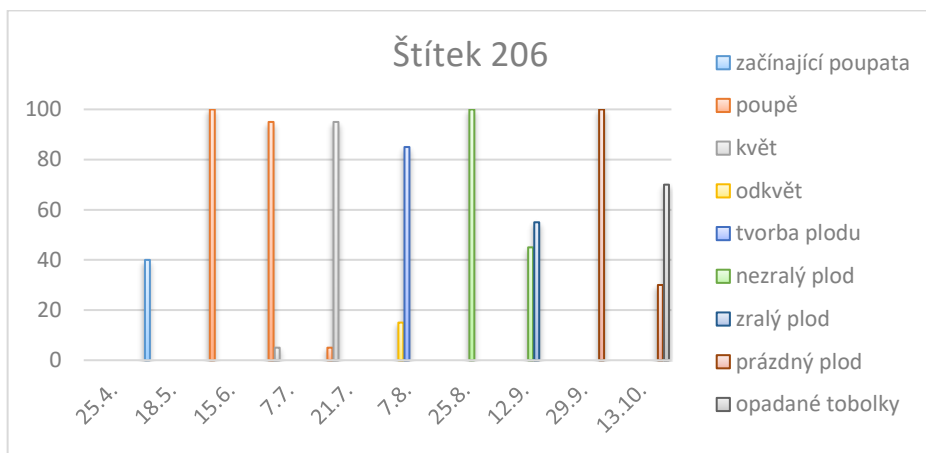
Obr. 42: Fenologické pozorování – štítek 83



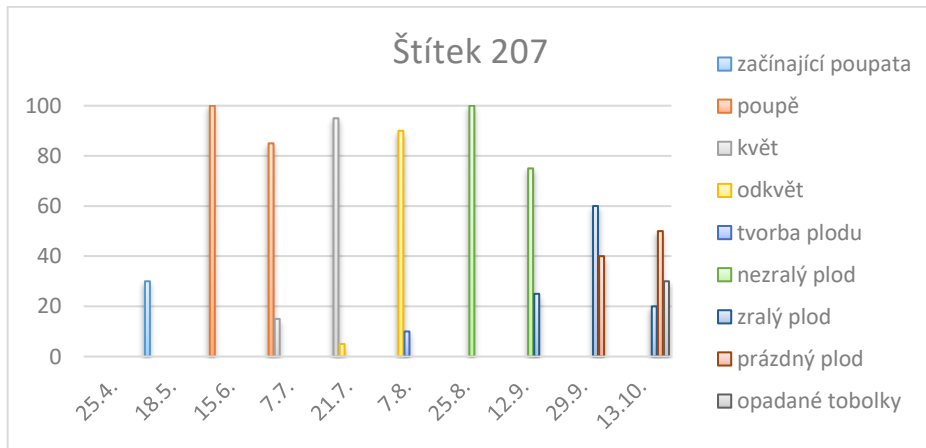
Obr. 43: Fenologické pozorování – štítek 87



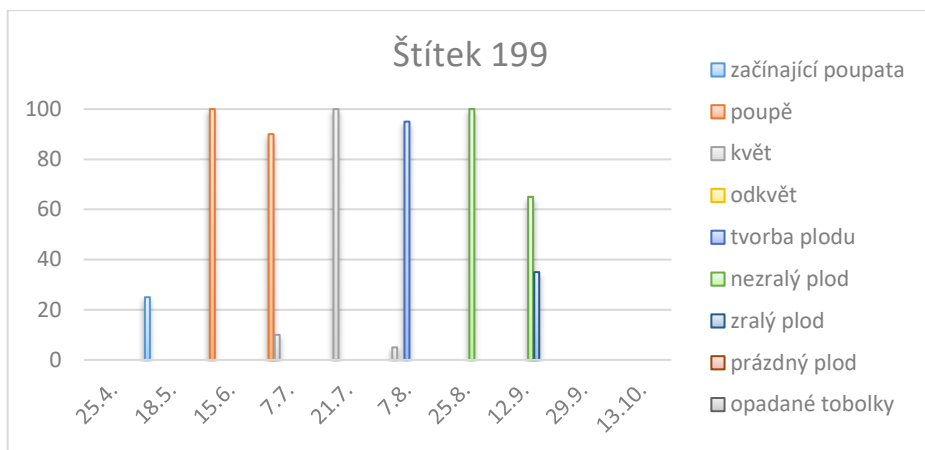
Obr. 44: Fenologické pozorování – štítek 86



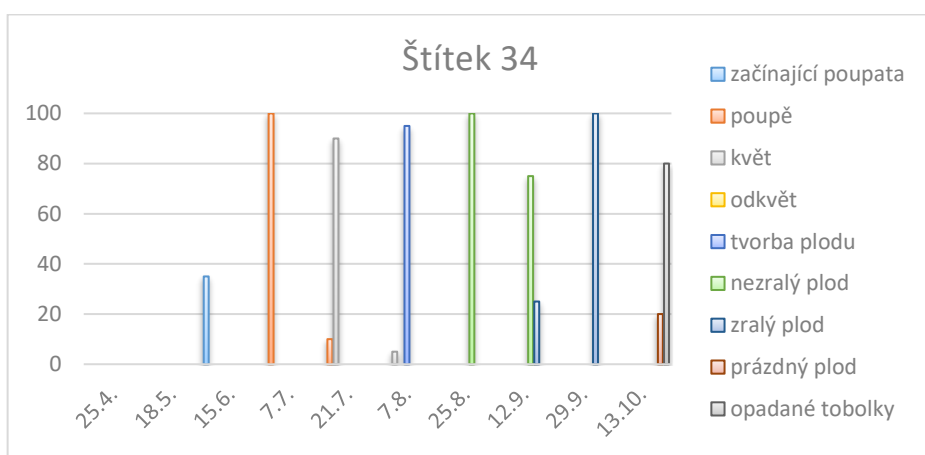
Obr. 45: Fenologické pozorování – štítek 206



Obr. 46: Fenologické pozorování – štítek 207

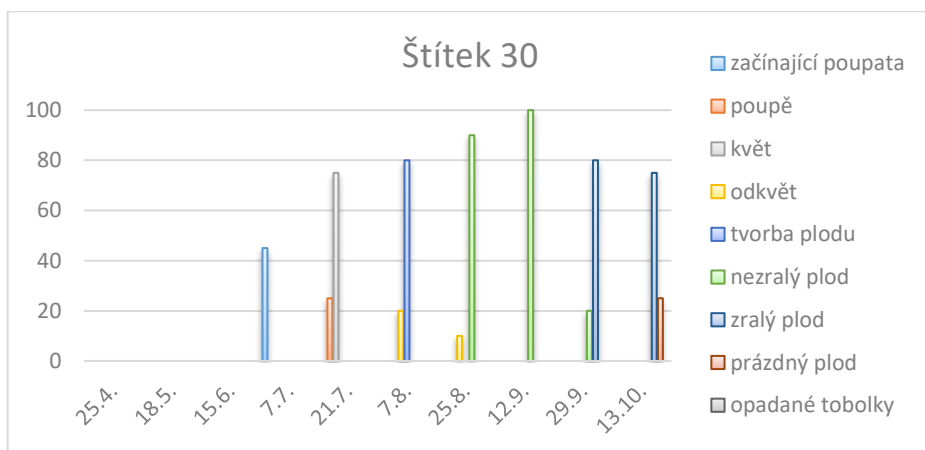


Obr. 47: Fenologické pozorování – štítek 199

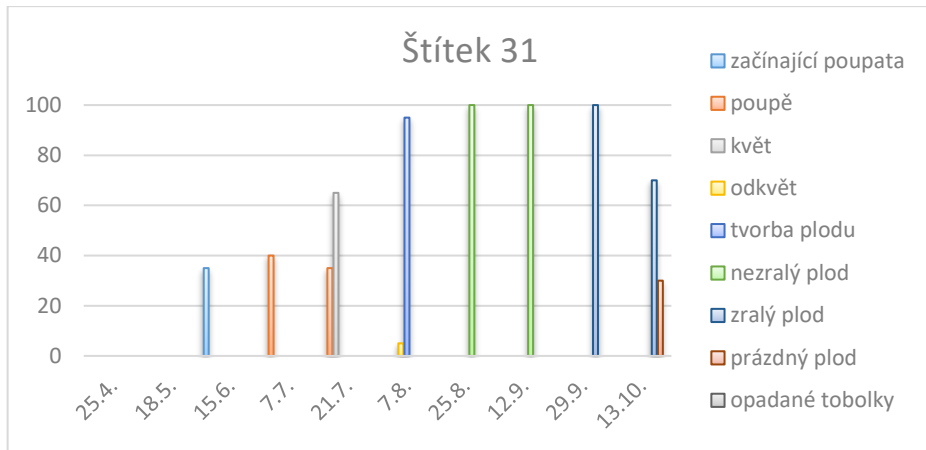


Obr. 48: Fenologické pozorování – štítek 34

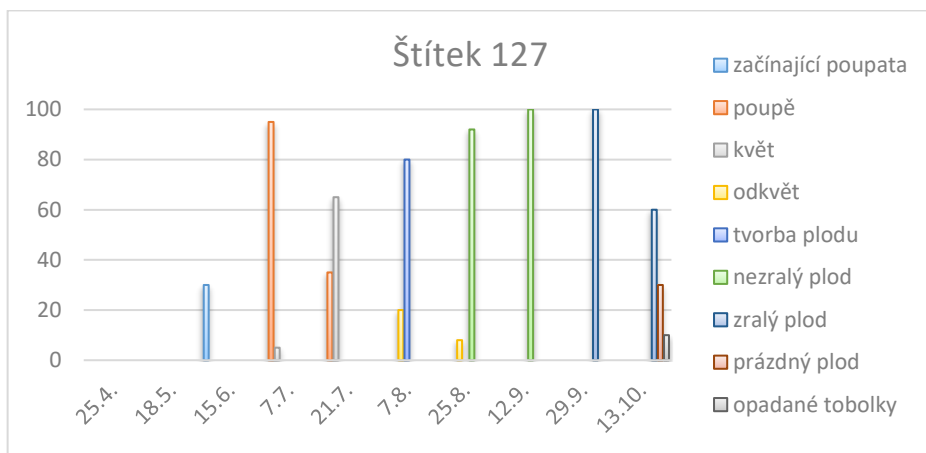
Mikrolokality 4



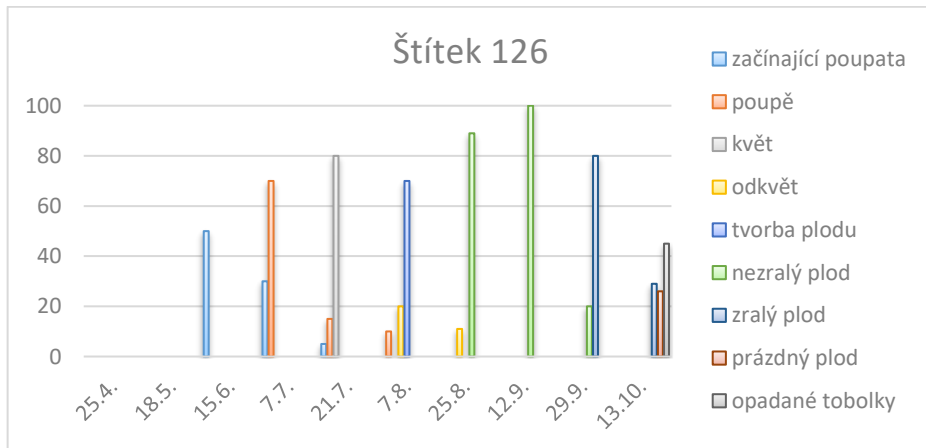
Obr. 49: Fenologické pozorování – štítek 30



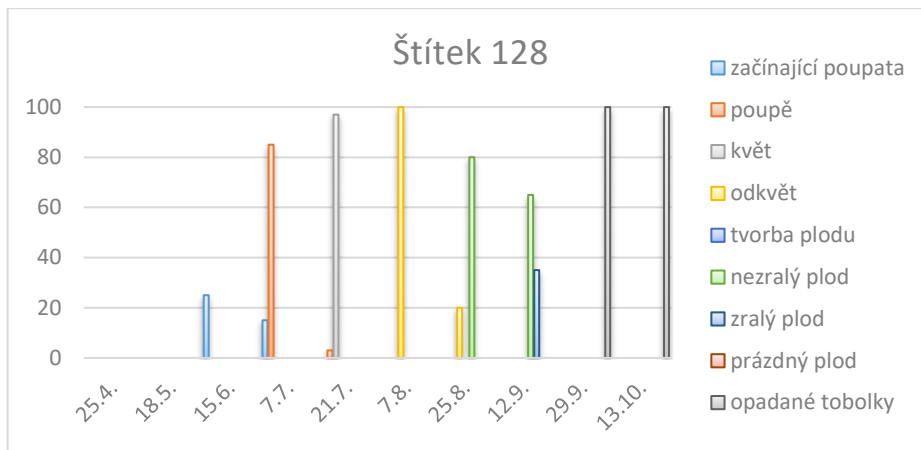
Obr. 50: Fenologické pozorování – štítek 31



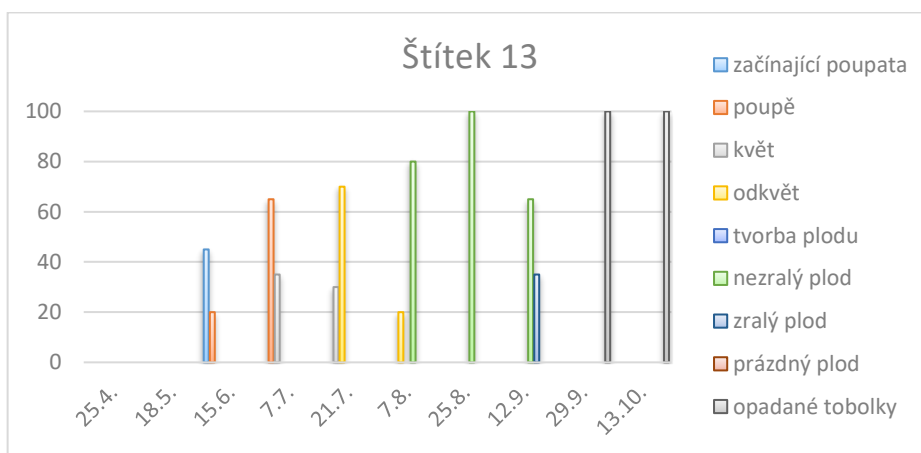
Obr. 51: Fenologické pozorování – štítek 127



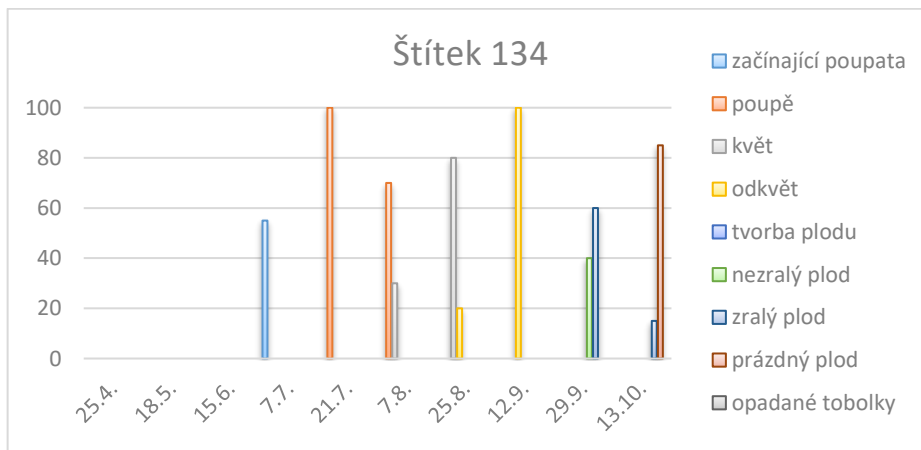
Obr. 52: Fenologické pozorování – štítek 126



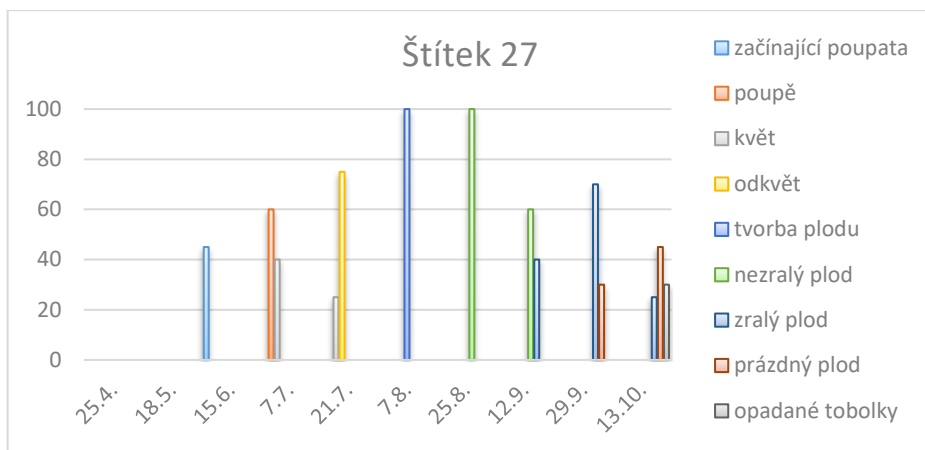
Obr. 53: Fenologické pozorování – štítek 128



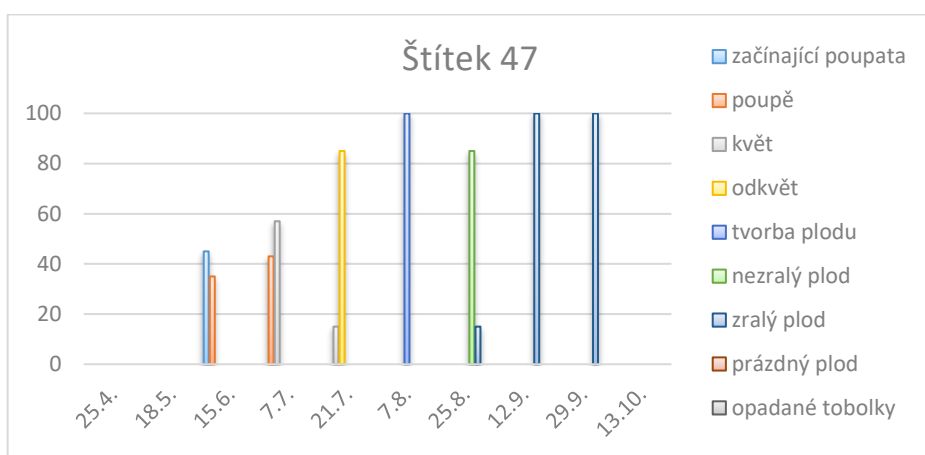
Obr. 54: Fenologické pozorování – štítek 13



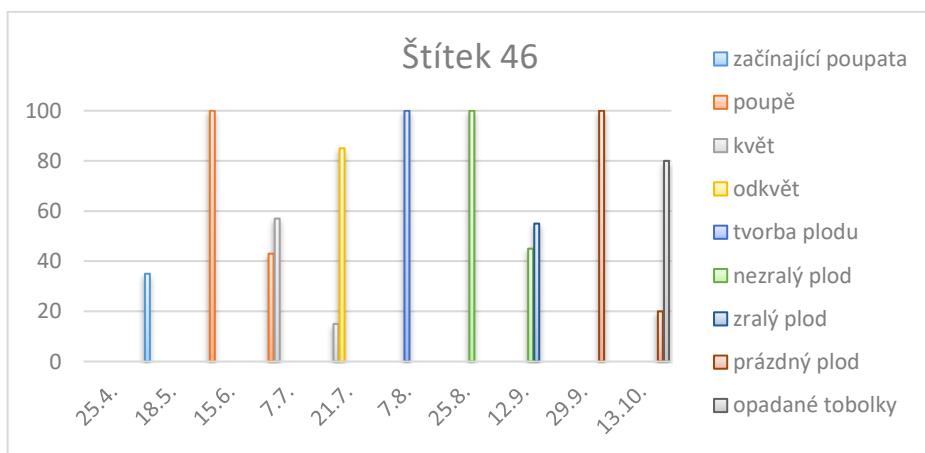
Obr. 55: Fenologické pozorování – štítek 134



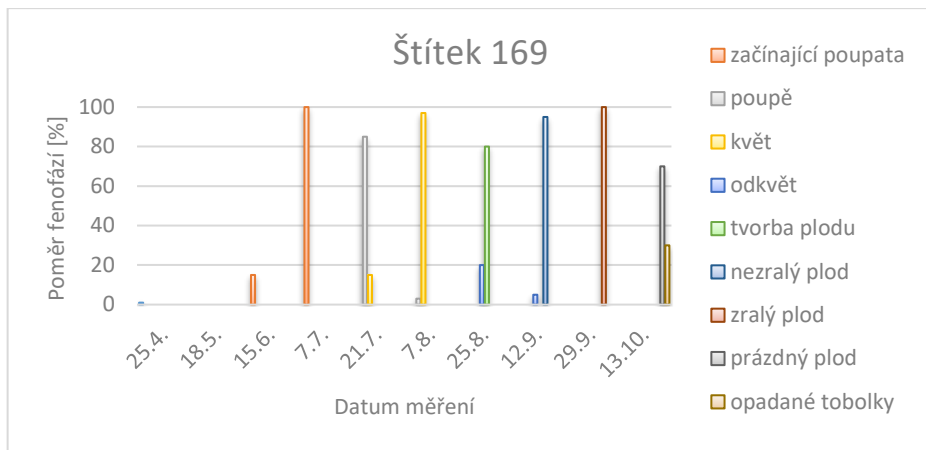
Obr. 56: Fenologické pozorování – štítek 27



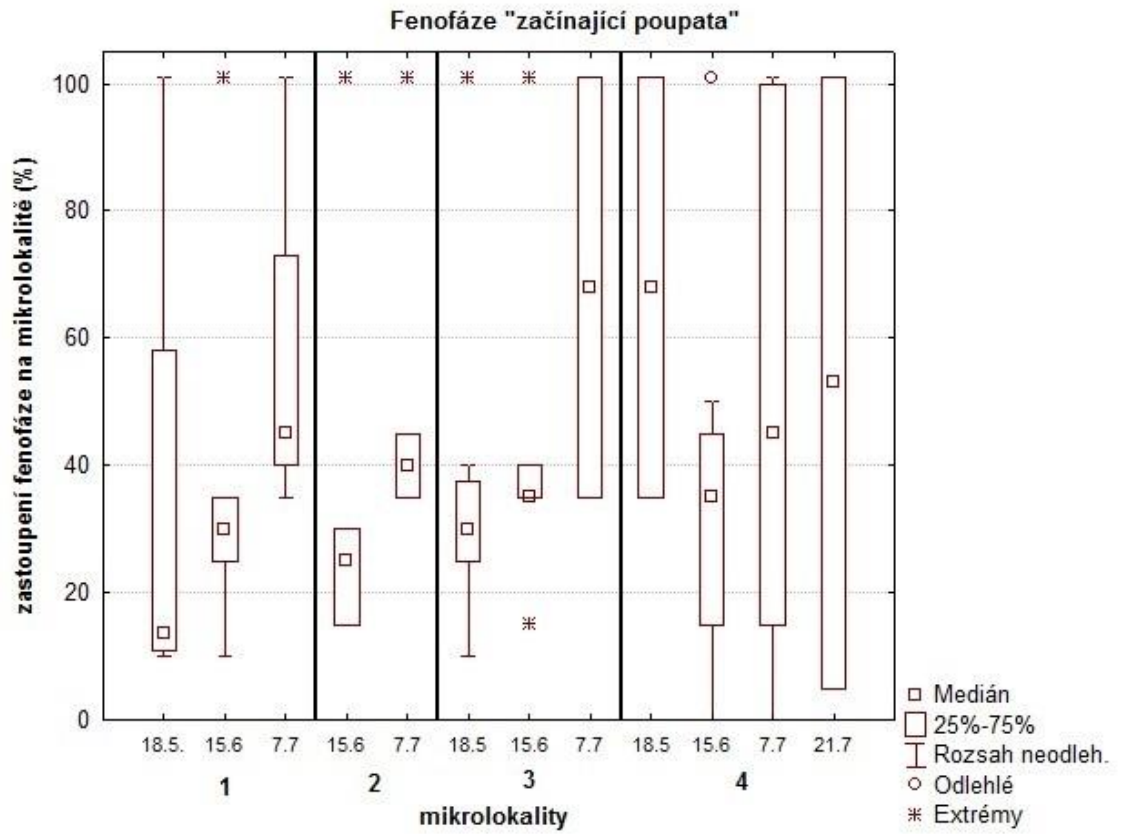
Obr. 57: Fenologické pozorování – štítek 47



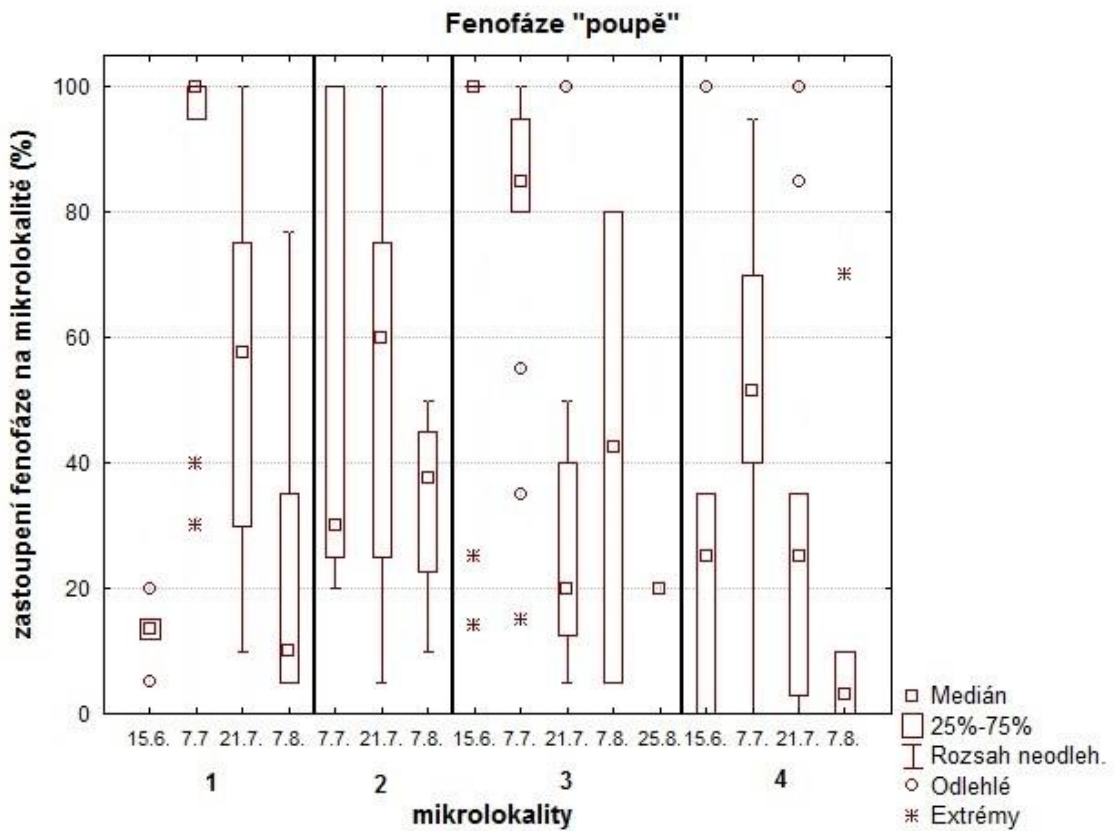
Obr. 58: Fenologické pozorování – štítek 46



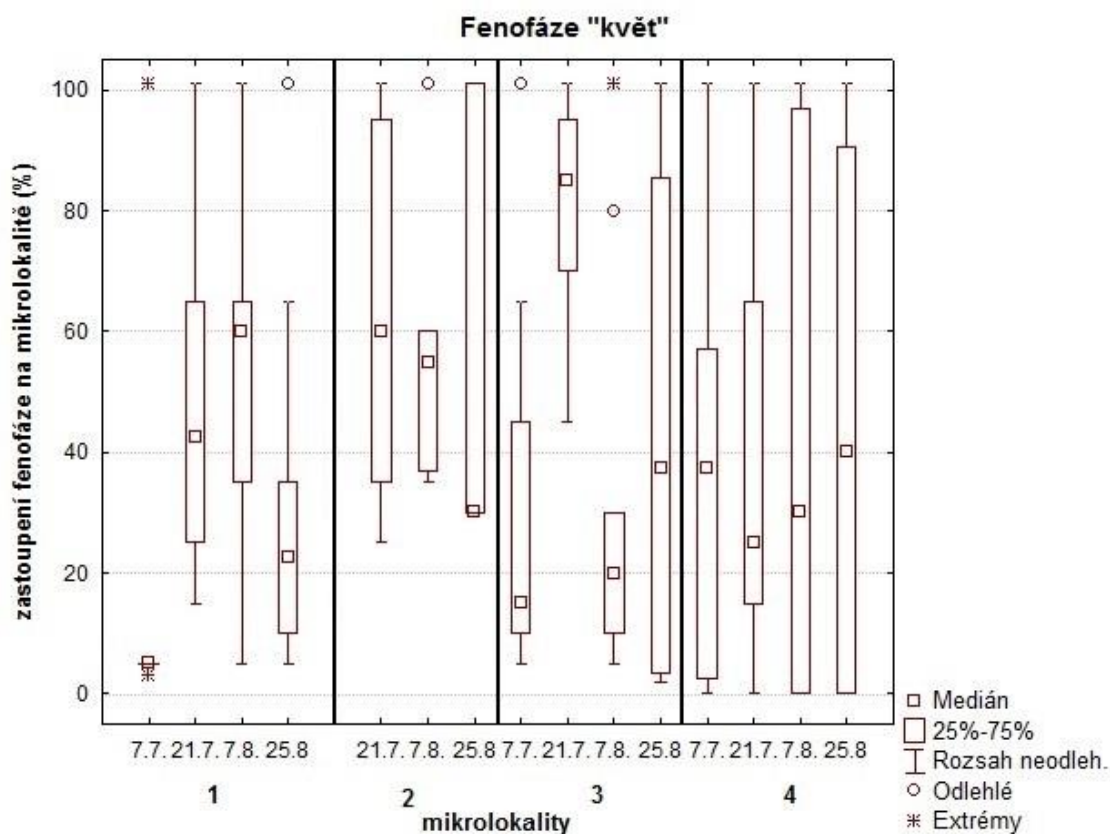
Obr. 59: Fenologické pozorování – štítek 169



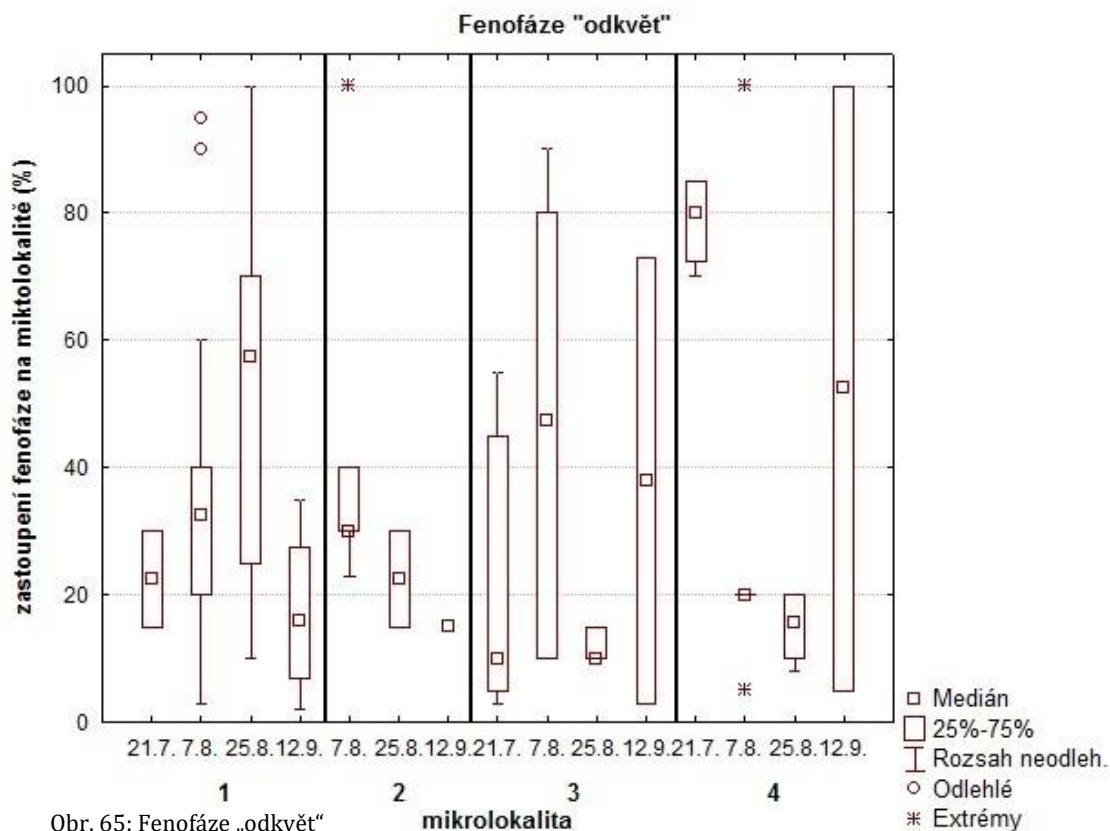
Obr. 62: Fenofáze "začínající poupata"



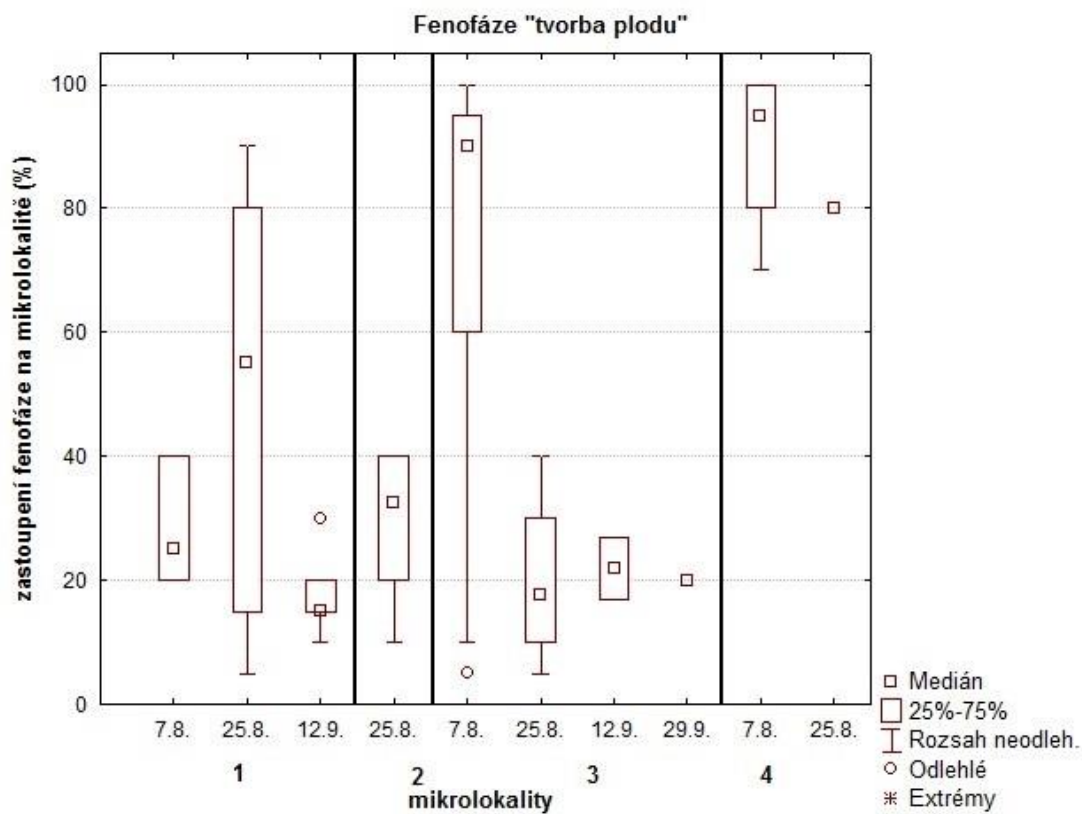
Obr. 63: Fenofáze "poupě"



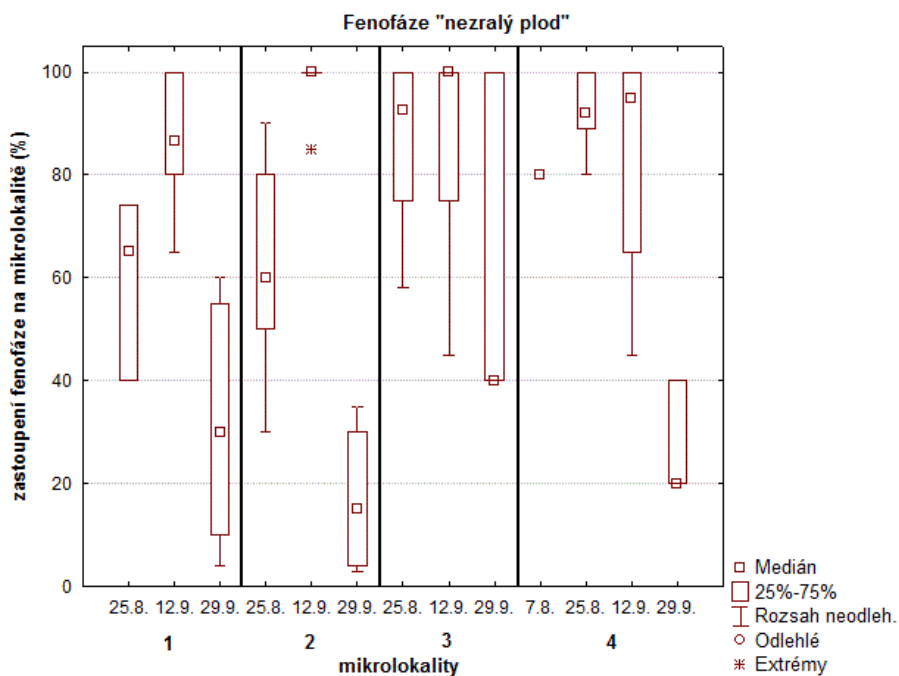
Obr. 64: Fenofáze "květ"



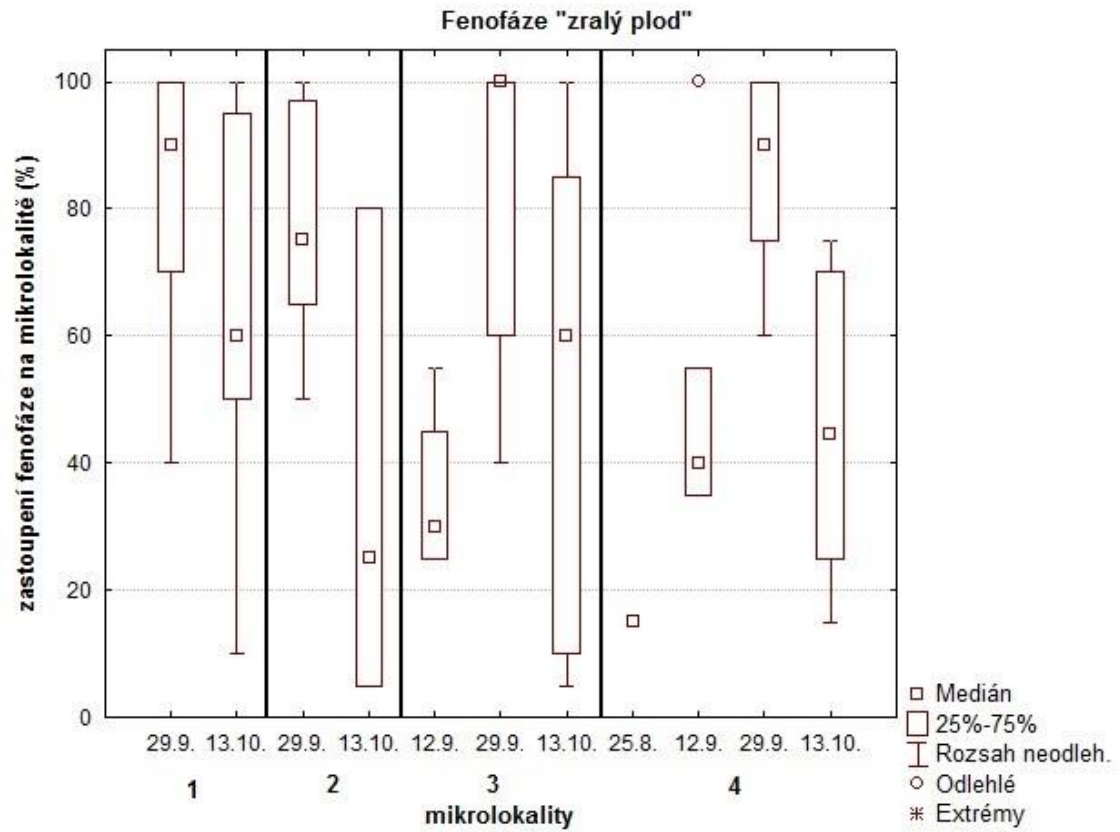
Obr. 65: Fenofáze „odkvět“



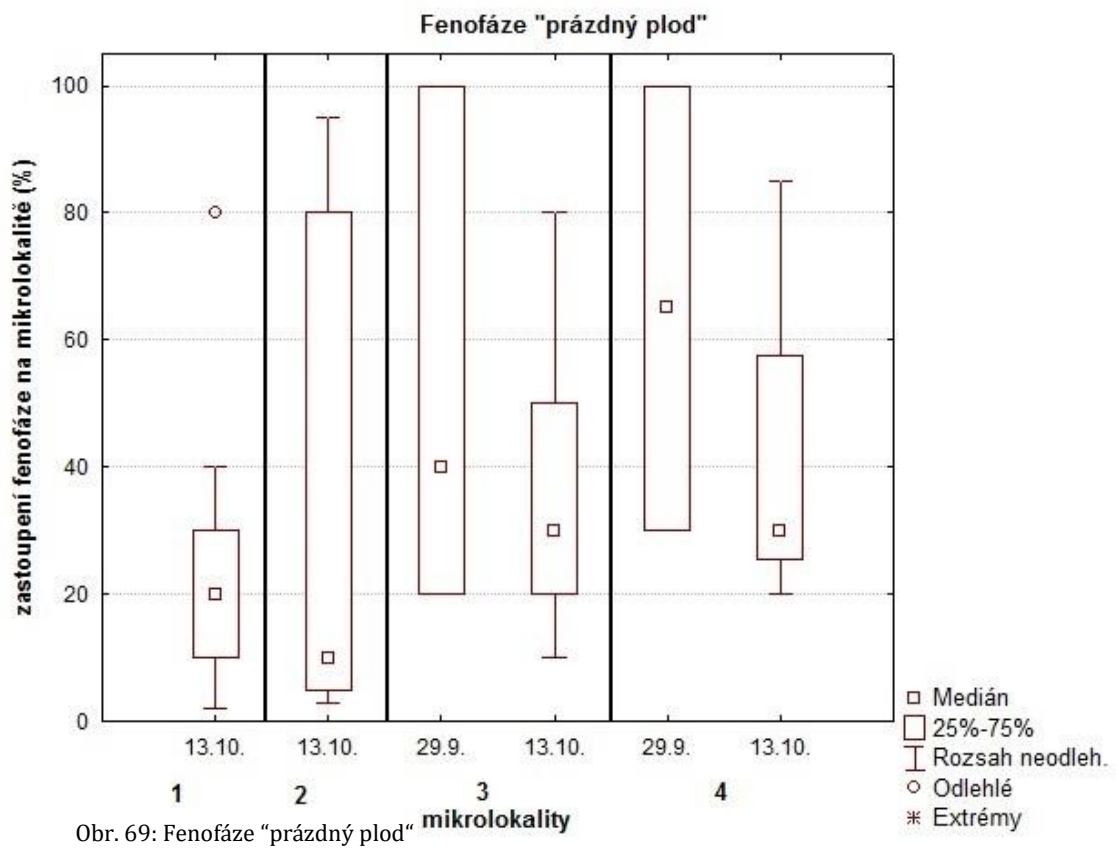
Obr. 66: Fenofáze „tvorba plodu“



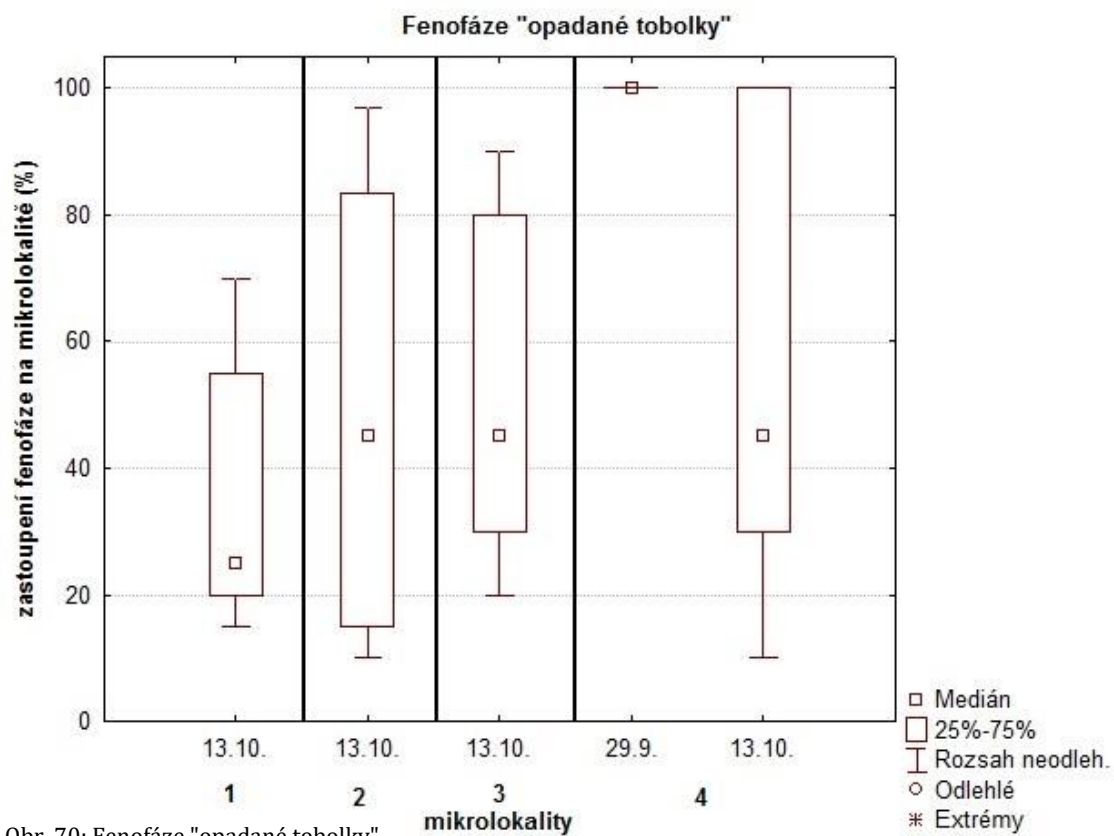
Obr. 67: Fenofáze "nezralý plod"



Obr. 68: Fenofáze "zralý plod"



Obr. 69: Fenofáze "prázdný plod"



Obr. 70: Fenofáze "opadané tobolky"

Tab. 5: Zápis fenologického pozorování na mikrolokalitě 3

		mikrolokalita 3										
počet trsů		17										
počet lodyh v trsu		39										
průměrný počet lodyh		2,29										
poměr fertálních a sterilních lodyh		33/6										
fenologie		25.4.	18.5.	15.6.	7.7.	21.7.	7.8.	25.8.	12.9.	29.9.	13.10.	
	mladý list (%)	99,2308	5,6923									
	zelený list (%)		94,3077	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	99,2308	98,0769	96,9231	96,9231	
	začínající poupata (%)		29,5455	31,2500	35,0000							
	poupě (%)			85,3636	77,6923	31,2500	42,5000	20,0000				
	květ (%)				20,5000	76,8333	21,0000	25,6667				
	odkvět (%)					21,3333	47,5000	11,6667	38,0000			
	tvorba plodu (%)						72,0000	20,0000	22,0000	20,0000		
	nezralý plod (%)							87,3333	86,6667	60,0000		
	zralý plod (%)								35,0000	84,0000	50,0000	
	prázdný plod (%)									53,3333	35,5556	
	opadané tobolky (%)										53,0000	

Tab. 6: Zápis fenologického pozorování na mikrolokalitě 4

		mikrolokalita 4										
počet trsů		27										
počet lodyh v trsu		89										
průměrný počet lodyh		3,30										
poměr fertálních a sterilních lodyh		62/24										
fenologie		25.4.	18.5.	15.6.	7.7.	21.7.	7.8.	25.8.	12.9.	29.9.	13.10.	
	mladý list (%)	96,5385	7,6923									
	zelený list (%)		92,3077	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	98,8462	
	začínající poupata (%)		35,0000	39,0000	40,8333	5,0000						
	poupě (%)			30,8333	50,1000	33,1111	16,6000					
	květ (%)				27,7142	34,3333	31,7500	26,6667				
	odkvět (%)					78,7500	30,8333	14,8333	52,5000			
	tvorba plodu (%)						89,2857	80,0000				
	nezralý plod (%)						80,0000	92,8889	81,1111	26,6667		
	zralý plod (%)							15,0000	53,0000	86,2500	45,6667	
	prázdný plod (%)									65,0000	41,3750	
	opadané tobolky (%)									100,0000	56,4286	

Příloha IV. Fotodokumentace



Obr. 71: Zvonovec liliolistý - sterilní stav (autor, 18.5.2017)



Obr. 72: Květ a poupě zvonovce (autor, 2017)



Obr. 73: Nezralý a zralý plod (autor, 2017)



Obr. 74: Regenerující rostlina (autor, 2017)



Obr. 75: Mikrolokalita 1 – individuální oplocenky na nejvíce osluněné lokalitě 1 po odtěžení suchých smrků napadených kůrovcem (autor, 2017)



Obr. 76: Mikrolokalita 2 - oplocení proti okusu spárkatou zvěří (autor, 2017)



Obr. 77: Pád stromu na mikrolokalitě 2



Obr. 78: Mikrolokality 3- ochrana pomocí velké oplocenky (autor, 2017)



Obr. 79: Mikrolokality 4 - ochrana velkou oplocenkou (autor, 2017)