

Sledování populační dynamiky endemické kruhatky Matthioliho moravské a mikroklima v Macoše

Lucie Zejdová, Zdeněk Musil, Zdeněk Patočka, Martin Klimánek, Karin Hustáková, Bohuslav Koutecký, Jaroslav Rožnovský, Tomáš Litschmann

Kruhatka Matthioliho moravská (*Cortusa matthioli* subsp. *moravica*) je glaciální reliktní druh, který se na území České republiky vyskytuje pouze na jediném místě, a to na severovýchodní stěně propasti Macocha v CHKO Moravský kras v NPR Vývěry Punkvy. Dlouhodobou existenci tohoto horského druhu zde umožňuje chladné a vlhké

mikroklima propasti napojené na jeskynní systém na říčce Punkvě. Vlastní lokalita je přístupná pouze pomocí horolezecké techniky v extrémně obtížném terénu, proto po dlouhou dobu nebyla k dispozici přesná data, která by umožnila opakovaný monitoring a sledování populační dynamiky tohoto druhu.



Kruhatka z horní úrovně v roce 2013. Foto Zdeněk Musil



Drhon a jeho ovládací konzole. Foto Zdeněk Patočka

Dosavadní monitoring

První monitoring kruhatky probíhal v letech 1992–1994, kdy byl odečet prováděn pomocí silně zvětšujícího dalekohledu ze dna Macochy. Velikost populace byla autory stanovena na 120 jedinců $\pm$ 10 %. V roce 2013 proběhl pokus o monitoring pracovníky AOPK ČR (Regionální pracoviště Jižní Morava). Na severozápadní stěnu byly instalovány lezecké fixační prvky umožňující sestup skalní stěnou bez poškození rostlin podél populace kruhatky. Pozorování dalekohledem tak bylo zpřesňováno pracovníkem v terénu na laně. Bylo zjištěno, že došlo k významnému úbytku rostlin oproti stavu zaznamenanému v roce 1994 a bylo napočítáno pouze 63 trsů. Další monitoring podobnou metodou proběhl v roce 2017, bylo zaznamenáno celkem 42 rostlin, z toho 5 kvetoucích, na žádné z nich však nedozrála semena. Blíže situaci popisuje článek v OP č. 5/2019. Následující pozorování bylo součástí studie POPFK 046a/73/20 Mikroklima propasti Macocha a sledování populační dynamiky endemické kruhatky *Matthioliho moravské* (*Cortusa matthioli* subsp. *moravica*) ve spolupráci AOPK ČR s MENDELU a AMET.

Snímkování pomocí dronů

V letech 2020–2023 se uskutečnilo další pozorování a sčítání jedinců kruhatky metodou

z lana a zároveň proběhlo testování monitoringu pomocí UAV (Unmanned Aerial Vehicle, dron) a vyhodnocení jím zachycených fotografií. Jednalo se o ambiciózní plán z několika důvodů. V propasti není signál globálních navigačních systémů (GNSS), kterého tak nebylo možno využít k navigaci dronu ani k zachycení vlíčovacích bodů, které slouží k umístění výsledného ortofota do prostoru. Bylo tedy třeba vytvořit vlastní souřadný systém a vlíčovací body zaměřit geodeticky totální stanicí. Dalším faktem znesnadňujícím snímání je, že na stěnu propasti, kde se kruhatka vyskytuje, nikdy nedopadá přímé sluneční záření. Světelné podmínky k fotografování jsou tedy náročné.

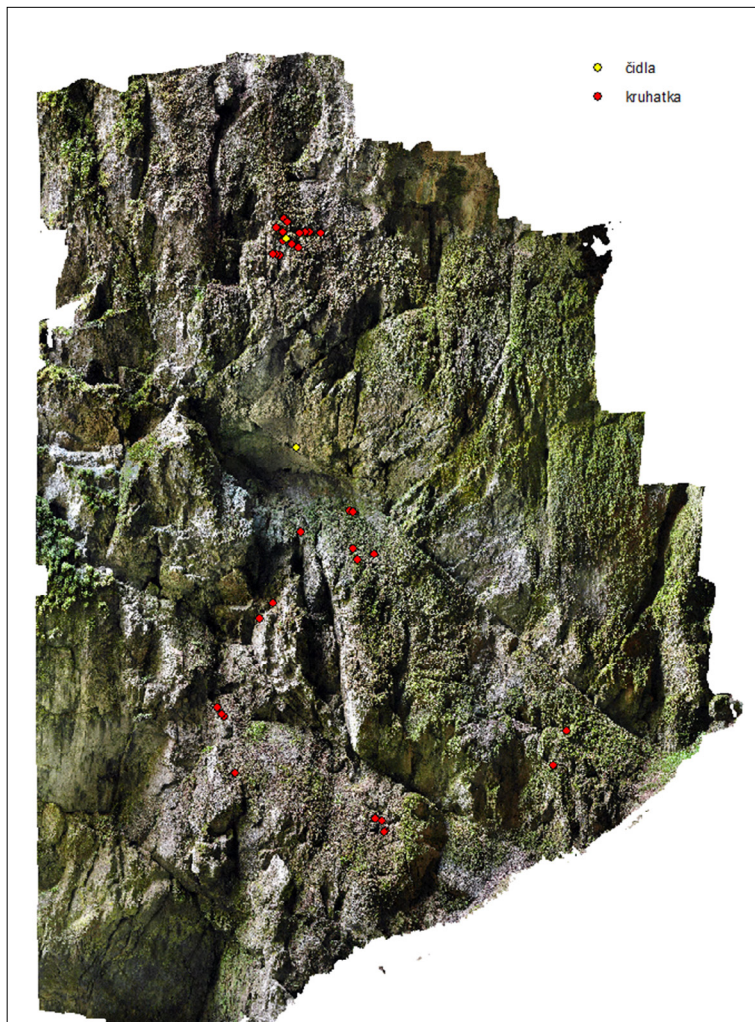
Snímání probíhalo vždy na přelomu června a července, kdy je obvyklé období květu kruhatky, a potom v září. Během projektu bylo vyzkoušeno několik typů UAV s různými vlastnostmi, ať už jde o velikost senzoru, prostorové rozlišení nebo výdrž baterie, s postupujícím projektem se jednalo vždy o změny k lepšímu vybavení. Ručně řízený dron v podmínkách propasti vyžaduje zkušeného pilota, který se nemůže zcela spolehnout na ochranné systémy vyhýbání se překážkám. Čistý letový čas pro záznam celé stěny činí asi 2,5 hodiny. Když započítáme výměnu baterií a další přípravné práce, je to ještě o hodinu déle. Průměrně bylo za jedno snímání zachyceno 800–1200 snímků. UAV bylo

vždy zastabilizováno na konkrétním místě a po automatickém zaostření byl zhotoven snímek. Následně se dron mohl posunout dále v horizontálním směru tak, aby bylo dosaženo překryvu mezi snímky alespoň 60 %. Z jednotlivých snímků byl pak v softwaru Agisoft Metashape vytvořen 3D model a ortofoto snímek. K vyhodnocení ortofota byl využit software ESRI ArcGIS. Výsledkem je bodová vektorová vrstva zachycující výskyt hledaných rostlin. Trojrozměrný model umožňuje nahlížet i za skalní výchozy, kde se kruhatka také vyskytuje a tito jedinci nejsou na kolmé projekci ortofota zachytitelní. Snímání těchto míst pro tvorbu 3D modelu je však také technicky složitější. Pro mapování za skalními výchozy se nabízí využití tzv. FPV dronů (First Person View), kdy má operátor nasazený brýle a let dronu sleduje ze svého vlastního pohledu. Nevýhodou těchto typů dronů je však velmi nízká doba letu (10–20 minut). Celkově je úspěšnost snímání silně ovlivněna světelnými podmínkami uvnitř Macochy, které ovlivňuje počasí konkrétního dne. Zachycení kvalitních snímků, kde budou kruhatky jasně pozorovatelné, je tedy závislé na flexibilitě pilota, který může provést snímání v případě ideálních světelných podmínek.

Klimatická měření

V roce 2011 byly do třech výškových úrovní výskytu kruhatky správou CHKO Moravský kras instalována klimatická čidla monitorující teplotní a vlhkostní poměry. Jednotlivé výškové úrovně skalní stěny se od sebe z hlediska mikroklimatu výrazně liší, což ovlivňuje jednotlivé rostliny, jejich fenologii a fertilitu. Čidla měření teploty a vlhkosti jsou umístěna i na stěně kruhatce protilehlé. Tím je dáno, že uvedené hodnocení nelze brát jako komplexní popis mikroklimatu propasti, protože nejsou údaje minimálně z dalších dvou stěn. Vyhodnocení posledního pozorovacího období od 1. 1. 2020 do 31. 8. 2023 ukázalo, že přes dílčí rozdíly v hodnotách teploty a vlhkosti vzduchu je rozložení a dynamika obou meteorologických prvků v jednotlivých letech na obou stěnách obdobná. Významné jsou však rozdíly mezi horními úrovněmi obou stěn. Nejnížší potom v dolních úrovních.

Průběhy teploty a vlhkosti vzduchu jsou jednoznačně dány ozářením dopadajícího slunečního záření na protější stěnu, na rozdíl od stěny s kruhatkou, kde přímé sluneční záření nedopadá. Zde je nutné zdůraznit, že mikroklima jednotlivých částí propasti je závislé na orientaci stěn ke světovým stranám a hloubce propasti. V budoucnu by se ke stávajícím klimatickým



Mapování kruhatky ze snímků (kruhatková stěna). Vypracovali Zdeněk Patočka a Lucie Zejdová



Zaměřování vlíčovacích bodů. Foto Martin Klimánek

čidlům mohla přidat také nová na zbývajících stěnách propasti pro komplexnější přehled mikroklimatu. Pro výskyt kruhatky je důležitý nejen stav vzduchu v blízkosti stěny, ale také její vlhkostní podmínky. Tedy bylo by vhodné měřit i vlhkost kořenové zóny.

Výhled není příznivý

Při srovnání dat ze sčítání trsů kruhatky je vidět obecný trend snižování celkového počtu rostlin. Při posledním monitoringu z lana v roce 2024 bylo nalezeno pouze 48 rostlin kruhatky. Ta se na stěně propasti vyskytuje v různých výškových úrovních. Z dosavadních pozorování bylo zjištěno, že populace kruhatky je stabilní pouze v optimálních podmínkách horní úrovně a jedné skupiny ze střední úrovně, kde je případný úbytek trsů kompenzovaný vegetativním rozmnožováním, velmi vzácně zde dochází také k reprodukci

semeny. V dolní úrovni je patrný setrvalý mírně klesající trend. Rostliny zde přežívají na hranici svých možností, což se projevuje sníženou vitalitou, malým vzrůstem a nízkou frekvencí kvetení, některé jsou napadány houbovými patogeny. Limitující faktory stanoviště v nižších úrovních jsou zejména množství světla, nedostatek vhodných terásek s hlubší vrstvou půdy a sucho, které v tomto případě pravděpodobně souvisí spíše se zvyšující se průměrnou teplotou a snižující se vzdušnou vlhkostí než s množstvím srážek. Vápencový masív nadměrně prosychá a nestíhá se dostatečně prosytit ve spárách, kde kruhatka koření. Z hlediska další perspektivy populace je znepokojivý také fakt, že na stanovišti nedochází ke vzházení semen a ujímání semenáčků ani po roce 2024, ve kterém několik rostlin uspokojivě zaplodilo a některá semena byla na vhodné terásky přemístěna. Ochranu populace bude třeba dále zajistit vypracováním regionálního akčního

plánu, zajištěním dotačních možností vypsáním výzkumného a záchraného projektu a aktivní ochranou, v začátcích ideálně přemístěním vybraných jedinců na jiná vhodná místa v prostoru propasti, kam dopadá více vertikálních srážek. To však po diskuzích a třibení názorů na dotknutelnost populace. Dále též zajistit studium genomu a vyhodnocování následných dat z monitoringu početnosti populace a mikroklimatických dat. Z pohledu monitoringu pomocí dronů je třeba ještě aplikace vyspělejších technologií, aby mohl tento způsob více kompenzovat některé úkony při monitoringu z lana. Zatím se obě metody vhodně doplňují. Zejména je k dispozici podkladová vrstva stěny a 3D model, kam je možné případné dronem špatně detekovatelné trsy kruhatky ručně dokreslovat dle fotozákresů monitorovatele z lana. Správa CHKO Moravský kras děkuje za spolupráci všem subjektům, které se na studii podílely. ■