



Vlastimil Růžička, Miloslav Zacharda

Kamenité sutě a skalní stěny – biotopy významné pro biodiverzitu

O mikroklimatických podmínkách v kamenitých sutích a na skalních stěnách i o bezobratlých živočiších, kteří tato stanoviště osidlují, máme stále nedostačující informace, hlavně kvůli technickým obtížím při sběru dat – výzkum v kamenitých sutích nemá daleko do práce v kamenolomu, při výzkumu skalních stěn je zase třeba používat horolezeckou nebo jeskyňářskou techniku. Přestože jsou tyto biotopy zařazeny např. v „habitatové direktivě“ (Směrnice Rady č. 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť), v mnohých soupisech biotopů jsou uvažovány pouze horské skály a sutě, skály a sutě nižších poloh jsou přehlíženy. A přece přinesl výzkum kamenitých sutí u nás mnoho nových poznatků: o klimaticky diametrálně odlišných mikrobiotopech existujících v těsné blízkosti, o mnoha druhích bezobratlých živočichů nových pro území České republiky i o druhích nových pro vědu (Živa 1990, 5: 217–220). Výzkum pak přinesl zjištění, že se mnohé druhy považované za vzácné obyvatele skalních stěn ve skutečnosti docela hojně vyskytují právě na skalních stěnách. Pukliny stěn se sporou vegetací hostí např. druhy dravých roztočů, které jinde nena-

Přírodní rezervace Klíč

Klíč (760 m n. m.) je z dálky viditelná nápadná hora vzhledu pyramidy (obr. 1). Je dominantou jižního cípu Lužických hor. Vypíná se nad obcí Svor nedaleko Nového Boru a Cvikova. Území je budováno svrchnokřídovými pískovci, ovšem nápadné krajinné dominanty tvoří třetihorní vulkanity. Průměrná celoroční teplota území se

pohybuje mezi 6 a 7 °C, průměrná červencová teplota mezi 15 a 16 °C. Na úpatí znelcového Klíče roste květnatá bučina, pod vrcholem nalezneme jednu z našich nejvyšše položených teplomilných doubrav. Na skalách rostou vzácné druhy rostlin – hvězdnice alpská (*Aster alpinus*) a kapradinka skalní (*Woodsia ilvensis*). Klíč je přírodní rezervací.



Celý jihozápadní kvadrant hory obepíná nad vrstevnicí ve výšce 600 m n. m. mrazový srub – téměř svislá skalní stěna vysoká až 60 m. Pod ní se rozkládá suťové pole o svahovém úhlu asi 35°, vytvořené z kamenů o velikosti 40–80 cm. Kamenitá suť je zcela holá, pouze na dolním okraji, v nejspodnějším cípu ve výšce 540 m n. m., jsou porosty mechů a lišejníků. Ve spodní části suťového pole byl v červnu 2001 proveden geofyzikální průzkum. Hloubka nezazemněné vrstvy kamenů byla určena asi na 10 m a v hloubce byly detekovány okrsky zaplněné pravděpodobně ledem.

V průběhu let 1989–2001 jsme postupně získávali materiál pavoukoců sběrem v suťovém poli a na skalní stěně. Od r. 1999 sledujeme na Klíči chod teploty v suti asi v půlmetrové hloubce na spodním okraji a v některých letech i ve střední části suťového pole. Na kontrolním stanovišti zaznamenáváme průběh vnější atmosférické teploty.

Rozmanitost mikroklimatu – vyhráté skály, nezamrzající suť a „permafrost“

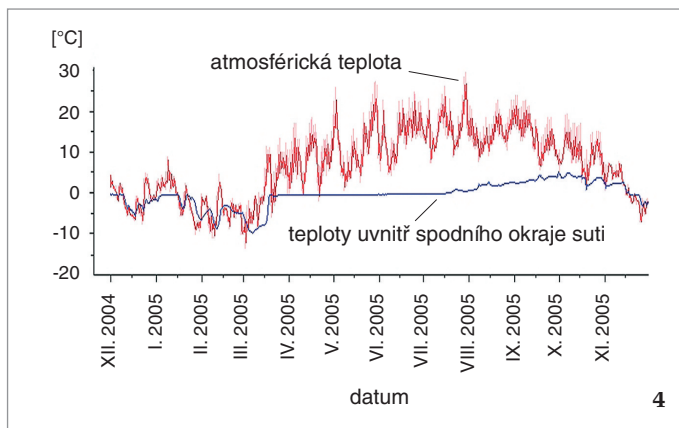
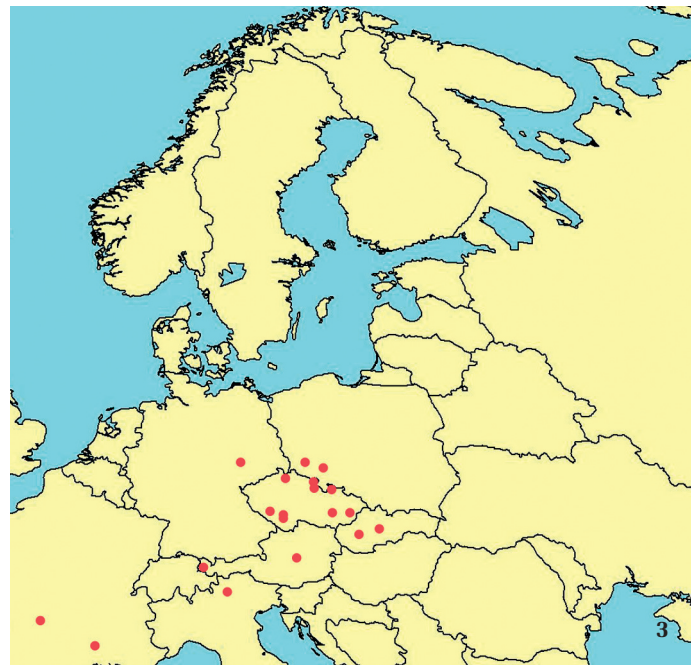
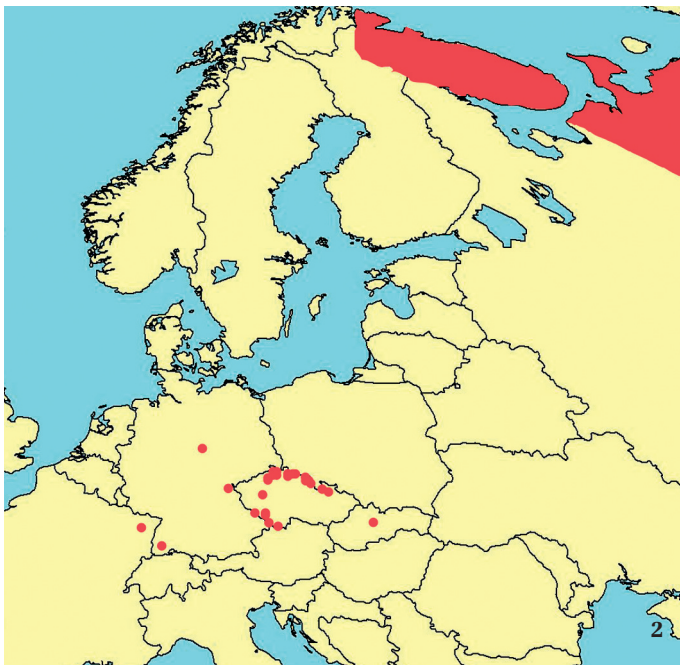
Na horních okrajích skal jsme sice teplotní měření neprováděli, ale můžeme předpokládat, že průběh teploty zde přibližně kopíruje změny teploty na kontrolním stanovišti. Znělec má ovšem tendenci se za slunečního svitu přehřívat, řadíme jej k tzv. výhřevným horninám. Za slunečných letních dnů teplota povrchu znelcových balvanů běžně vystupuje k 45 °C, průměrná celoroční teplota na horních okrajích skal tedy bude jistě vyšší než průměrná celoroční teplota okolí.

Teplota uvnitř suti ve střední části suťového pole sleduje přibližně chod vnější atmosférické teploty, ovšem v menším rozsahu hodnot. Kamenitá suť je porézní médium, funguje jako výborný izolant, ale i tepelný výměník. V zimním období roku, zejména za ledových dnů, kdy do hloubi suti stéká prochlazený vzduch zvnějšku, stoupá relativně teplý vzduch z vnitřních mezíprostor suti vzhůru. V té době můžeme na tenké sněhové pokrývce ve středních a horních partiích suti pozorovat okrsky tajícího sněhu a ze suti viditelně stoupá pára. Tyto partie kamenitých sutí tak prakticky nezamrzají (tab. 1). Např. v r. 2000 jsme naměřili na Klíči průměrnou lednovou atmosférickou teplotu -3,3 °C, zatímco ve středu suťového pole jen -0,1 °C. A když lednová atmosférická teplota poklesla na -13 °C, dosahovaly exhalace vzduchu mezi balvany ve středu suťového pole teploty -0,1 °C. Průměrná celoroční teplota těchto vnitřních prostor suti bude tedy vyšší než v jejím okolí.

Naprostou autonomní mikroklima panuje na dolním okraji suti (obr. 4). Do tohoto prostoru stéká jako do trychtýře chladný vzduch, který se shromažďuje (a mezi kameny, kam nezasahuje vítr, je prakticky uzavřen) v celé suti nad tímto místem.

1 Přírodní rezervace Klíč je vrch s výrazným mrazovým srubem a rozsáhlým suťovým polem. V těchto biotopech se vytváří specifické mikroklima umožňující výskyt specifických druhů bezobratlých živočichů. Foto M. Zacharda





Tab. 1 Průměrná, maximální a minimální teplota vnějšího prostředí a teplota vnitřní atmosféry ve střední části a na dolním okraji suťového pole na lokalitě Klíč v období astronomické zimy let 1999–2000 a v průběhu let 2004–05 a 2005–06

Období	Teplota ovzduší			Střed suti			Dolní okraj suti		
	Průměr	Max.	Min.	Průměr	Max.	Min.	Průměr	Max.	Min.
21. 12. 1999– 21. 3. 2000	-1,4	8,4	-12,9	0,3	5,8	-2,7	-2,1	-0,1	-8,2
30. 11. 2004– 29. 11. 2005	6,8	29,4	-13,9	–	–	–	0,1	5,1	-9,9
30. 11. 2005– 29. 11. 2006	7,2	30,6	-20,7	–	–	–	0,5	8	-14,8

2 Evropské rozšíření plachetnatky *Bathypantes eumenis* (areál zasahuje až k východnímu pobřeží Sibíře). Tento pavouk, vyskytující se v boreální zóně na nejrůznějších vlhkých stanovištích, obývá ve střední Evropě výhradně kamenité sutě či pískovcová skalní města.

3 Areál rozšíření mysmeny *Trogloneta granulum*. Tento pavouk žije v hlubších, stále vlhkých vrstvách kamenitých sutí, občas byl nalezen v jeskyních.

Obě mapy orig. V. Růžičky

4 Celoroční průběh atmosférické teploty (červená) a teploty uvnitř spodního okraje suti (modrá) v období od 30. 11. 2004 do 30. 11. 2005 na lokalitě Klíč

5 Samička mysmeny *T. granulum* se svým kokonem

6 Skálavka *Gnaphosa bicolor* má na Klíči jeden z nejvýše položených výskytů v ČR.

Při každé mrazové epizodě se hlubší vnitřní prostory suti téměř ihned zalijí ledovým vzduchem, který prochlazuje balvany matečné horniny pod bod mrazu a voda mrzne v led. Tak během všech mrazových epizod v zimě vnitřní prostředí suti promrzá a na jaře se při tání povrchového sněhu a deštích plní ledem ze zatékající vody. Během jara a léta, zcela bez ohledu na momentální změny vnějšího klimatu, se v hloubce suti udržuje teplota blízko bodu tání. Spotřebované skupenské teplo tání při přechodu ledu ve vodu nedovoluje vzestup teploty nad 0 °C a jejímu vzestupu brání i ohromná masa horniny podchlazené v zimním období pod 0 °C. Za této situace, trvajících téměř po celou vegetační sezonu, prochlazený vzduch zvolna stéká suti dolů a na dolním okraji, ve velmi omezeném prostoru, vyvěrá mezi

kameny. Nehluboko pod povrchem v těchto místech teplota po celý rok nevystoupí nad 5–7 °C. Průměrná celoroční teplota je zde o 6–7 °C nižší než v okolí, průměrná teplota v červenci je zde o 12–13 °C nižší než v okolí. Pouze na podzim teplota ve spodní části suti stoupne nad 0 °C, ale nepřesáhne 5–8 °C a tento stav trvá nejvýše jen několik týdnů do nového příchodu mrazu. Tak se na dolním okraji suti formuje úzký pruh kamenitého povrchu pokrytého pouze mechy a lišejníky, kde panují zcela mimořádné poměry této teplotní anomálie (tab. 1). Teplota povrchu mechových polštářů nepřesahuje ani v horším letním období 5–8 °C.

Teplotu měříme v hloubce asi půl metru na úpatí suťového pole, nevíme tedy, jaké jsou podmínky v hloubce 5–10 m. O poměrech v takové hloubce pod blokovou



sutí však máme informace z jiné lokality, z ledové jeskyně Naděje, která se nachází na znělcovém Suchém vrchu pouhých 6 km od Klíče směrem na severovýchod. Jeskyně je puklinou v masivu překrytou blokovou sutí; chladný vzduch shromažďující se v suťovém poli do pukliny zatéká. Koncová část jeskyně byla po desetiletí trvale zaledněna. Přestože v současnosti podlahový led odtál, udržuje se teplota půdy v některých místech trvale pod nulou. Při rozloze suťového pole na Klíči tak můžeme předpokládat, že v hloubce sutí jsou rovněž místa s trvale zmrzlým prostředím – tedy permafrost, nebo alespoň tzv. intergelisol či pereletok, tj. substrát, který přinejmenším několik let po sobě vůbec nerozmrzá.

Rozmanitost bezobratlých – teplomilné druhy a glaciální relikty

Nemysleme na jakékoli indexy rozmanitosti (diverzity), to jsou pouhá čísla. K jejich spočtení bychom mohli druhy organismů (pokud je rozeznáme) pouze očíslovat, nemuseli bychom je vůbec znát jmény. Založme raději hodnocení lokality na našich znalostech druhů, hledějme rozmanitost jejich ekologických nároků a geografického původu.

Pro osluněné okraje skal, kde jsme zjistili výskyt 30 druhů pavouků z 10 čeledí, jsou charakteristické druhy, které mají těžiště svého výskytu na velmi suchých a suchých stanovištích termofytika a mezofytika (viz též Živa 2000, 4: 177–179). Skálovku *Drassodes lapidosus* najdeme pod kameny skoro na všech xerothermních stanovištích. Početnější nálezy skálovky *Gnaphosa bicolor* (obr. 6) však známe pouze z Křivoklátska a Českého středohoří. Výskyt skálovky *Zelotes puritanus* u nás byl prvně zjištěn r. 1966 v NPR Koda v Českém krasu a druh byl dokonce podle místa nálezu popsán jako *Z. kodaensis* (dnes je toto jméno mladším synonymem). I po nálezech na Křivoklátsku byl považován za typického obyvatele skalních stepů a dalších xerothermních stanovišť středních Čech. Až objevy na skalách, včetně znělcových skal na Klíči a dokonce i pískovcových skal Českého Švýcarska, ozřejmily, že se tento druh přednostně vyskytuje právě na skalních stěnách. Pro 6 druhů pavouků je Klíč jedním ze tří míst s nejnižší položeným výskytem v České republice. Např. naprostá většina nálezů skákavky člunkové (*Evarcha laetabunda*, obr. 7) pochází ze středních Čech a jižní Moravy.

Pro střední a horní část suťového pole, kde jsme našli 18 druhů pavouků z 9 čeledí, je charakteristický výskyt druhů, které převážně pobývají na středně vlhkých stanovištích mezofytika. Třetina druhů jsou výhradní obyvatelé kamenitých sutí či suťových lesů. Pozoruhodná je skupina tří druhů, které mají centrum svého rozšíření v alpské oblasti a směrem k severu se vyskytují pouze na ojedinělých lokalitách. Ve středoevropské literatuře označujeme tento typ rozšíření jako dealpinský. Snovačka *Rugathodes bellicosus* zasahuje svým rozšířením až do Skandinávie, ale plachetnatka dýkovitá (*Lepthyphantes notabilis*) a mysmena *Trogioneta granulatum* (obr. 3 a 5) byly nejdále směrem k se-



veru nalezeny ve středním Německu.

Na spodním okraji sutí jsme zjistili 10 druhů pavouků z jediné čeledi plachetnatkovitých (*Linyphiidae*) s preferencí vlhkých stanovišť oreofytika. Čeď plachetnatkovitých je sice rozšířena po celém světě, ale jako jediná z více než sta pavoučích čeledí má centrum druhového bohatství v temperátní a boreální zóně severní polokoule. V polárních oblastech, např. v Zemi Františka Josefa, již z pavouků žijí pouze zástupci této čeledi. Dva z nalezených druhů řadíme ke glaciálním reliktnům – druhům, které mají hlavní areál svého rozšíření v boreální zóně a v temperátní zóně se vyskytují pouze ostrůvkovitě. Pavučenka *Diplocentria bidentata* osidluje ve svém hlavním areálu v severských lesích mechové porosty. Na našem území se vyskytuje v mechových porostech v nejvyšších polohách či v inverzních údolích Krkonoš a Šumavy, v inverzních roklích pískovcových skalních měst severovýchodních Čech a na dolních okrajích podmrzajících kamenitých sutí, kde se po celý rok udržuje mimořádně chladné mikroklima. Plachetnatka *Bathyphantes eumenis* patří na Sibiři k eurytopním druhům – osidluje široké spektrum vlhkých stanovišť v detritu a pod kameny, od přeplavovaných luk přes březové a vrbové lesíky po suťové svahy a horskou tundru. Ve střední Evropě však vyhledává výhradně vlhký povrch kamenů a skal; v nominátní pigmentované formě se vyskytuje v omezené oblasti pískovcových skalních měst na pomezí Čech a Polska, v depigmentované formě pak v kamenitých sutích přibližně v oblasti mezi pohorími Vogézy, Harz a Nízké Tatry (obr. 2). Na Klíči jsme zaznamenali výskyt tohoto druhu na dolním okraji sutí nehluboko pod povrchem, ve střední části suťového pole pak v hloubce alespoň 1 m pod povrchem.

V nejchladnějším místě na dolním okraji suťového pole jsme zjistili populaci dravého severského roztoče *Rhagidia gelida*, náležejícího rovněž mezi glaciální relikty. Tento roztoč je znám z oblastí nad severním polárním kruhem (Špicberky, Medvědí ostrovy, ústí řeky Jeniseje, Aljaš-

7 Skákavka člunková (*Evarcha laetabunda*) má na Klíči jeden ze svých nejnižší položených výskytů v České republice. Snímky R. Macka, pokud není uvedeno jinak

ka). Ve střední Evropě byl zaznamenán pouze na hřebenech Krkonoš a Králického Sněžníku, v pískovcových skalách Broumovska a na dolních okrajích podmrzajících kamenitých sutí.

Výše zmíněné tři chladnomilné druhy jsou jak zde na Klíči, tak na dalších podmrzajících kamenitých sutích i v chladných prostorách pískovcových skalních měst doprovázeny středoevropskou horskou plachetnatkou *Anguliphantes tripartitus*.

Závěr

Současný výskyt druhů charakteristických pro různé geografické oblasti a s tak diametrálně protichůdnými ekologickými nároky na jediné lokalitě je pozoruhodným jevem a dokládá jak velký význam lokality samé, tak v – širším kontextu – i velký význam zkoumaných biotopů pro ochranu biodiverzity. Skály a hlavně kamenité sutě mohou hostit druhy bezobratlých, které se v jiných biotopech téměř nevyskytují. V kamenitých sutích se může v teplotním gradientu mezi povrchem a hloubkou a horním a dolním okrajem sutí vytvářet pestrá mozaika míst s nejrůznějšími mikroklimatickými poměry. Podmrzající kamenité sutě v relativně nízkých nadmořských výškách, na jejichž dolním okraji existuje pás studeného periglaciálního mikroklimatu, představují refugia, kde přežívají izolované populace chladnomilných druhů z období přelomu posledního glaciálu a časného postglaciálu i horské chladnomilné druhy. Napak skalní stěny představují v krajině velmi teplá stanoviště a hostí teplomilné druhy bezobratlých živočichů ve vyšších nadmořských výškách. Oba tyto biotopy jsou proto významné pro celkovou rozmanitost krajiny.

Výzkum byl financován z grantu GA ČR

