

# Drobní obyvatelé Šumavy

## aneb proč paleontologa zajímají živí tvorové

Katarína Holcová

Delší dobu jsem trávila se svým manželem mykologem několik týdnů v roce na Šumavě. Marně jsem přemýšlela, co bych mohla jako paleontoložka dělat v království metamorfních a magmatických hornin, které zaručeně neobsahují zkameněliny. Na svých potulkách Šumavou jsem míjela jezera i jezírka, prameniště, potoky a rašelinná jezírka, až mi takhle zajímavá a jedinečná krajina vnukla myšlenku: hydrologická pestrost Šumavy by byla ideální pro aktuoeologický průzkum sladkých vod.

### Aktuoeekologie — co nám dnešní příroda řekne o geologické minulosti

Jedním z hlavních cílů paleontologického výzkumu je určit, v jakém prostředí vznikaly horniny. Paleontolog to zjišťuje na základě fosilních organismů, které v hornině nachází. Sleduje, v jakém prostředí nalezené organismy nebo jejich nejbližší příbuzní žijí dnes, přičemž předpokládá, že v podobném prostředí žily i v geologické minulosti (tzv. princip aktualismu). Z toho usuzuje, že v takovém prostředí vznikla i studovaná hornina. Pomozme si příkladem: mřížovci (*Radiolaria*) dnes žijí jako plankton v hlubokých mořích a oceánech se salinitou kolem 35 promile. Proto když najdeme horninu, která obsahuje mřížovce, předpokládáme, že vznikla na dně hlubokého, podobně slaného moře. Z toho lze odvodit, že se v geologické minulosti na studovaném území právě takovéto moře nacházelo. Informace o způsobu života a ekologických nárocích jednotlivých organismů, které jsou nutné k aktuoeologické interpretaci, by paleontologové nejraději vyčetli z biologické literatury. Ovšem ne

vždy je v literatuře dostatek vhodných a potřebných informací.

Paleontologové si tedy musí pomoci sami. Studují organismy, které se mohou jednou stát zkamenělinami v různých typech prostředí a hledají zákonitosti mezi složením jejich společenstev a faktory prostředí. Zjednodušeně lze říci, že aktuoeolog je šťastný, když zjistí, že s přibývajícím hloubkou moře ubývá forem s kulovitou schránkou a přibývají druhy se schránkami zploštělými. K čemu takové zjištění slouží, je patrné z následujícího příkladu: na geologickém profilu se ověří, že směrem od podloží k nadloží přibývá kulovitých schránek. Znamená to, že moře v průběhu usazování hornin tvořících studovaný profil snižovalo svou hloubku. Tento poznatek je možné využít k rekonstrukci historie zaniklých mořských bazénů.

### Krytenky — málo známí kandidáti na přeměnu ve zkamenělinu

V šumavských vodách žijí tři skupiny mikroorganismů s pevnou schránkou (tedy schopné zkamenění — fosilizace): rozsivky (*Diatomae*), skořepatci (*Ostracoda*) a krytenky (*Testacea*). Pro svůj výzkum jsem si vybrala málo známou, ale nejhojnější skupinu — krytenky. Učebnice příliš údajů o této skupině prvků řazených mezi kořenožce (*Rhizopoda*) neprozrazují. Paleontologové je často nazývají *Thecamoeba* (což bychom mohli volně přeložit jako měňavky se schránkou).

Jde o polyfyletickou skupinu charakterizovanou panožkami různých tvarů (prstovíty, síťovitými a mřížovitými) a jednoduchou jednodomou schránkou. Ta

může mít kloubkovitý (viz obr. 9–12 na fototabuli) nebo vakovitý tvar (obr. 1–8). S okolím komunikují prostřednictvím otvoru — ústí. Schránka je tvořena buď organickou hmotou (obr. 9), nebo může být aglutinovaná, tj. složená z cizorodých zrníček nebo schránek rozsivek spojených tmelem, který vylučuje živočich (např. obr. 1–4), nebo sekreční: vápnitá nebo častěji křemitá (obr. 14).

Krytenky vyžadují k životu vlhkost a žijí v půdě, rašeliníštích, všech typech sladkých a brakických vodních nádrží a toků. Nepohrdnou ani takovými typy prostředí, jako jsou mechy na střešních taškách, vlhká místa pod kůrou stromů nebo vlhké zdi domů. Ve vodních tocích a nádržích žijí jako bentos na dně. Živí se bakteriemi, mikroskopickými řasami a houbami, větší formy i jinými měňavkami. Rozmnožují se nepohlavně: v laboratorních kulturách jednou za dva až čtyři dny, v přírodě jednou za 6–11 dní. Přžít v proměnlivém prostředí jim umožňuje schopnost encystace. V této době uzavřou ústí schránky organickou membránou, která může být u druhů s aglutinovanou schránkou pokryta minerálními zrny. Tak překonají sucho, nedostatek potravy nebo pokles teploty. Takové „spící“ krytenky se hojně našly např. v Černém jezeře na Šumavě.

Krytenky jsou starobylé organismy. Vůbec nejstarší krytenky byly popsány z Ostravska z karbonu a jejich stáří se odhaduje na více než 300 milionů let.

### První seznámení se šumavskými krytenkami

V centru mého zájmu byly krytenky z vodního prostředí Šumavy. Studovala jsem je na horním toku Vltavy a v jejích přítocích, v rašeliníštích Prášilka a Kvidlska, na Boubíně, v šumavských jezerech, v Lipně a v podhůří Šumavy — na Javornicku.

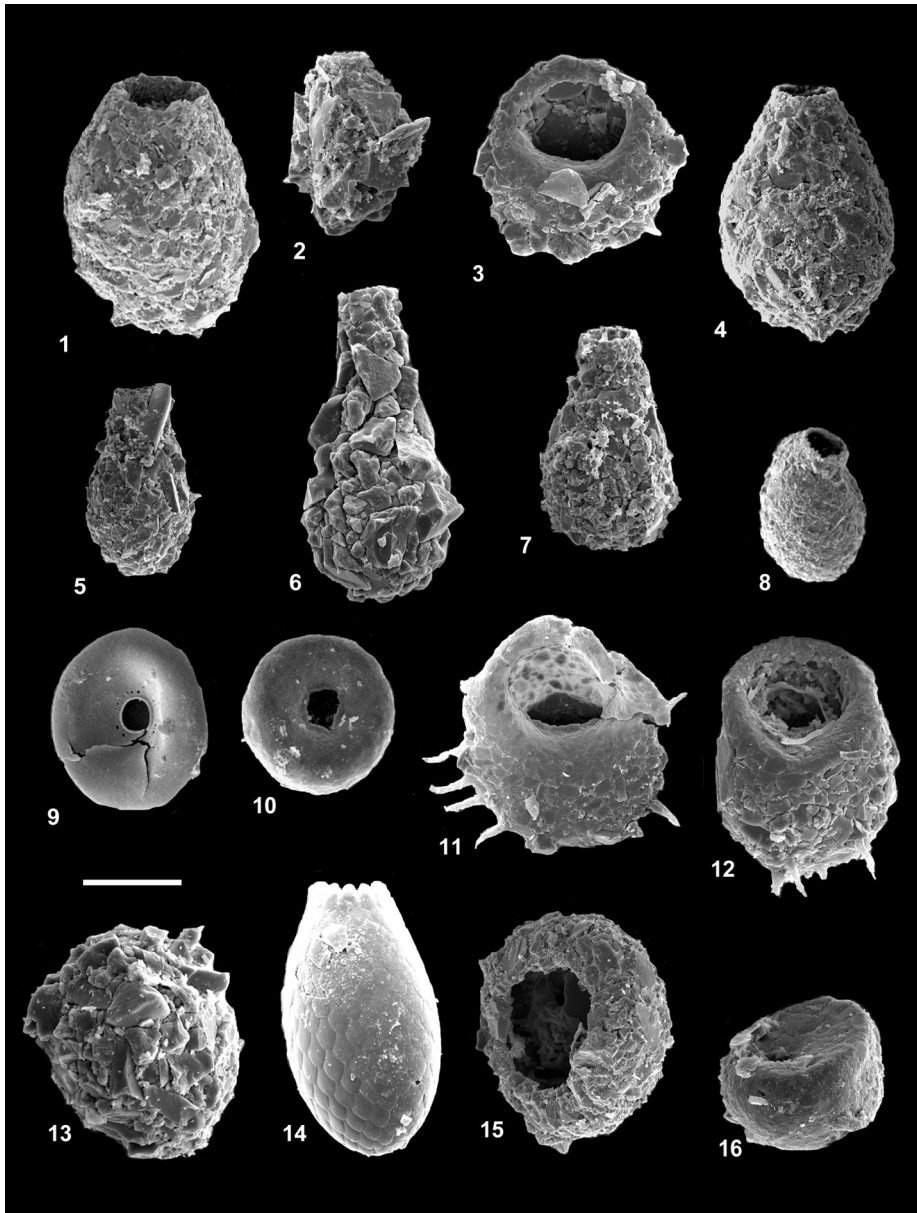
Odebíraný vzorek představuje 100 ml sedimentu dna vodních toků a nádrží, to znamená bahna, písku až jemného šterku. U každého odebraného vzorku jsem zaznamenávala typ vodního toku nebo nádrže (velikost, tekoucí/stojatá voda), hloubku odběru, přítomnost mečů, řas, sinic nebo vodních rostlin, charakter substrátu (bahno, písek, šterk), množství jemného organického detritu v substrátu a pH. V laboratorii se vzorek plaví na jemném síte o velikosti ok 36 µm, protože krytenky jsou velice drobní tvorové. „Písek“, který zůstane po plavení vzorku na síte, se pak pod mikroskopem prohlíží (při asi 50násobném zvětšení) a vybírají se a určují krytenky.

Vůbec prvním krokem výzkumu bylo zjištění proměnlivosti společenstev na malé ploše (viz obr.). K čemu je dobré odebírat vzorky v desetimetrových vzdálenostech z jedné tišiny v potoce nebo z jedné louže u cesty? Přece by tak blízko u sebe měla být stejná společenstva. Ale tento předpoklad platí jen u stojatých vod. V tekoucích vodách se odlišují společenstva žijící i nedaleko od sebe. Proto výsledkem detailního studia proměnlivosti společenstev krytenek na malé ploše byl závěr pro další vzorkování: z tekoucích vod je nutné z jednoho místa odebírat alespoň dva či tři vzorky.

*Nízká hladina Lipna v r. 2003 umožnila kopání sond, jedna z nich je v popředí obrázku. Foto K. Holcová*



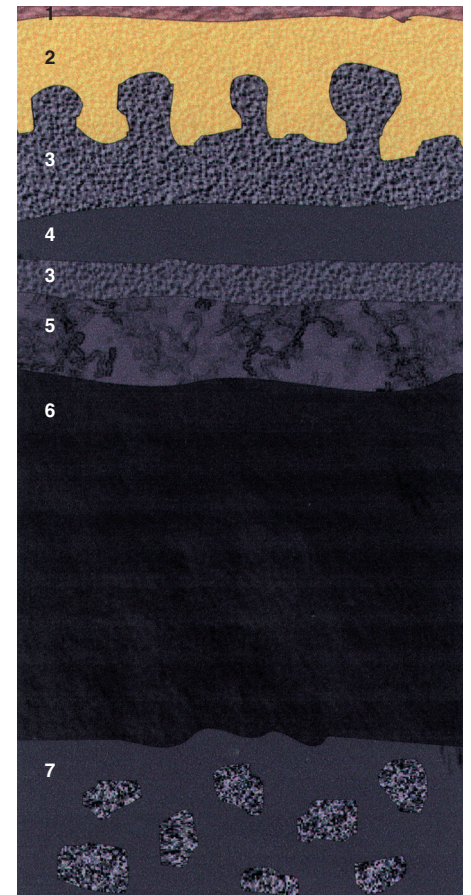




druhy r. *Bulinaria*. Jejich schránky jsou drobnější ve srovnání s r. 2003, což svědčí o nepříznivých podmínkách pro jejich život v r. 2002.

Průkvapení přinesla další vrstva uložená pod vrstvou z povodní. Její přesné datování bude možné, když se zjistí průběh srážek na Šumavě před r. 2002. Nachází se v ní pestré společenstvo jak kloboukovitých forem rodů *Bulinaria*, *Centropyxis* a *Trigonopyxis*, tak vakovitých druhů rodů

Vlevo příklady schránek krytenek ze Šumavy. 1 — *Diffflugia viscidula*, bezejmenný potůček nad Lukenskou cestou, Boubínský prales; 2 — *Pseudodiffflugia fulva*, Vltava nad Novou Pečí; 3 — *Diffflugia globulosa*, Vltava, Soumarský Most; 4 — *Diffflugia avellana*, Račí potok, nad ústím do Vltavy; 5 — *Pontigulasia elisa*, Vltava, asi 2 km nad Novou Pečí; 6 — *Diffflugia oblonga*, Vltava, pod mostem u Dobré; 7 — *Pontigulasia elisa*, Vltava u Černého Kříže; 8 — *Lesquereusia modesta*, Vltava, Soumarský most; 9 — *Arcella catinus*, Tříjezerní slat, největší jezírko; 10 — *Trigonopyxis arcuata*, pramen Vltavy, nádržka; 11 — *Centropyxis aculeata*, Lipno u Černé v Pošumaví; 12 — *Centropyxis casis*, Lipno u Horní Planě; 13 — *Diffflugia globulosa*, cysta, Černé jezero; 14 — *Euglyphis* sp., rašelinářské Houska u Nové Pece; 15 — *Phryganella nidulus*, bezejmenný přítok Vltavy u Nové Pece; 16 — *Bulinaria indica*, Boubínské jezírko. Snímky Z. Korbelové ♦ Dole profil nejmladších sedimentů Lipna u Černé v Pošumaví. 1 — hnědý písek, r. 2003, suchý rok (bohatá společenstva s r. *Bulinaria*); 2 — okrový písek, r. 2002, povodeň (velice chudá společenstva s r. *Bulinaria*); 3 — sivý písek; 4 — pestrá společenstva; 5 — jíl s rostlinnou drtí (chudá společenstva s r. *Bulinaria*); 6 — jíl (společenstva s rody *Centropyxis* a *Bulinaria*); 7 — vrstva s úlomky granitoidních hornin (bez krytenek). Bližší vysvětlení v textu. Orig. K. Holcová



Další výzkum směřoval na horní tok Vltavy. Asi u sta vzorků byly zaznamenány podmínky na místě jejich odběru. Když se porovnálo složení společenstev krytenek s podmínkami na místě jejich odběru, zjistila jsem, že ve stojatých vodách převládají kloboukaté formy rodů *Bulinaria* a *Trigonopyxis* (obr. 10 a 16), kdežto pro tekoucí vody jsou typická pestrá společenstva jak kloboukatých forem, tak vakovitých druhů rodů *Diffflugia* a *Pontigulasia* (obr. 1–8). A to už je dobrý závěr, který může být využit při luštění historie starších sedimentů, jak si vzápětí ukážeme.

#### Za nedávnou historií Lipna

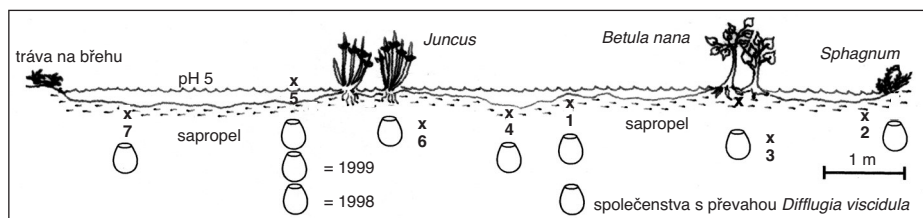
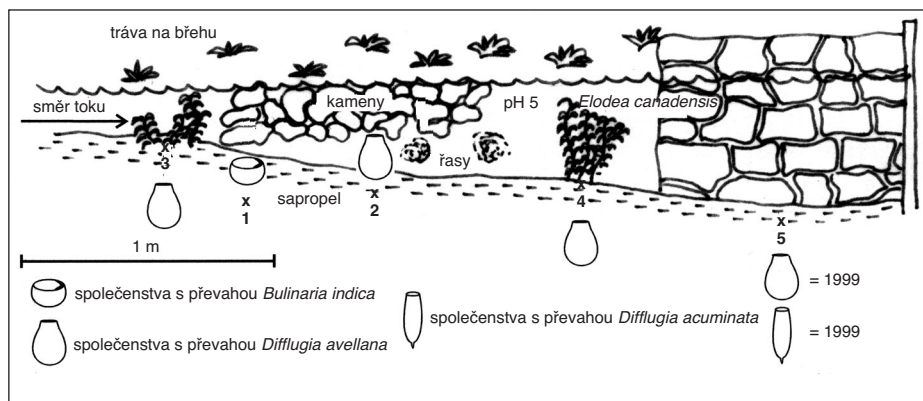
V průběhu výzkumu příroda připravila dva alespoň pro nás přínosné experimenty: v r. 2002 extrémní množství srážek, které vedly ke katastrofálním povodním, a v r. 2003 sucho, které zase způsobilo vysoušení mnohých nádrží a velký pokles hladiny vodní nádrže Lipno. Proto bylo v r. 2003 možné kopat sondy v sedimentech Lipna a studovat, jak se měnila společenstva krytenek v posledních letech existence této přehrady. (K luštění historie takto mladých sedimentů může pomoci, když se v sondách najde např. obal z potra-

vin. Na něm bývá uvedeno datum výroby, které umožní datování vrstvy, ve které se nachází. Takové štěstí jsme při kopání neměli, a tak se budeme muset dopátrat historie Lipna podle záznamů z jednotlivých let o výšce hladiny, množství srážek a jiných dostupných dat.)

Pod tenkou vrstvičkou bahna ze suchého r. 2003 se nachází mocná vrstva písku až štěrku, kterou do Lipna nanesly povodně v r. 2002. Vrstvička z r. 2003 je velice bohatá na krytenky. V suchém roce se do jezer (nebo i do moře) naplaví minimální množství bahna, písku a štěrku z potoků a říček, jež by „zředilo“ množství zde žijících organismů. Schránek uhynulých organismů je proto v sedimentu relativně hojně. Ve vrstvičce z r. 2003 převažují kloboukaté formy r. *Bulinaria*. Taková společenstva jsou z jiných míst Šumavy nalezena ve stojatých vodách. Jejich život přerušil pokles hladiny Lipna a vynoření místa, kde byla vykopána sonda.

V povodňové vrstvě z r. 2002 se krytenky naopak vyskytují ojediněle. Je to dané tím, že se při povodních dostalo do přehrad rozvodněnými přítoky velké množství písku a štěrku, ve kterém se schránky krytenek ztratily. Druhové složení společenstva je ale identické se společenstvem z r. 2003 a převažují taky kloboukaté





*Diffflugia* a *Pontigulasia*. Když se podíváme blíž na známé ekologické nároky jednotlivých druhů, zjistíme, že jde o různorodou směs, protože např. druh *Centropyxis aculeata* vyžaduje nízký obsah organického bahna v sedimentu, zatímco druh *Diffflugia oblonga* zase prostředí s hojným organickým bahnem. Taková pestrá společenost se vyskytuje v tekoucích vodách, kde vzniká druhotně smíšením schránek z více původních společenstev. Z předcházejícího výzkumu už víme, že proměnlivost prostředí v tekoucích vodách způsobuje, že rozdílná společenstva mohou žít v potoce velice blízko u sebe.

A jak se tyto druhy ocitly v Lipně? Podívá-

me se na místo výkopu sondy. Dnes teče několik metrů od sondy malý potůček — přítok Lipna. Před několika lety, kdy vznikla studovaná vrstva, byla jeho intenzita právě vhodná na to, aby přinesl s sebou krytenky typické pro tekoucí vody. Ty se pak v sedimentu smísily s místními krytenkami, které žily v Lipně. Potřebná intenzita přitékajícího potůčku nebyla tak silná jako za povodní v r. 2002, kdy velká voda vymlela písek a štěrky i mimo původní koryta potoků a nemohla tedy schránky krytenek přinést. Na druhé straně nebyla ani tak slabá jako v r. 2003, kdy nebyly naplaveny žádné schránky krytenek z horních částí toku. Rok, ve kterém se usadila tato vrstva, byl tedy

*Proměnlivost společenstva krytenek na malé ploše. Naboře Kvildský potok (1 056 m n. m.), dole jezírko u cesty na Bučinu (1 154 m n. m.). Číslo 1-7 značí místa odběrů vzorků. Bližší vysvětlení v textu. Orig. K. Holcové*

srážkově průměrný a srážky byly v jeho průběhu rovnoměrné. Následuje vrstva hrubého písku až štěrku, která připomíná vrstvu z povodní, ale je méně mocná. Podobně jako ve vrstvě z r. 2002 jsou krytenky i zde velice vzácné. Tato vrstva tedy odpovídá období silných srážek a velkého přínosu písku až štěrku přítokem Lipna. Třetinová mocnost polohy oproti vrstvě z r. 2002 však ukazuje, že srážky byly menší než ty v r. 2002. Nejspodnější studovaná vrstva obsahuje krytenky poměrně hojně. Patří k rodům *Bulinaria* a *Trigonopyxis* typickým pro stojaté vody. Znamená to zase sušší období, kdy se do Lipna nedostaly krytenky tekoucích vod z přítoku, ani donesený materiál příliš „nezředil“ jejich původní množství.

Popsaná cesta do nedávné minulosti Lipna prostřednictvím jedné ze sond vykopaných nedaleko obce Černá v Pošumaví ukazuje, jak je možné poznatky získané aktuálně ekologickým výzkumem využít. Zatím byly na jejich základě zrekonstruovány jen události z doby před několika lety. Podobně to však funguje i v sedimentech o hodně starších. Jenom poznání změn, které profil zachycuje, bývá komplikovanější. Avšak i cesta do minulosti bývá spojená s větší námahou a nejistotou, čím víc se vzdalujeme od dobře známých míst. Ale o to je dobrodružnější a zajímavější.

*Tento výzkum se realizuje s finančním příspěvkem Grantové agentury Akademie věd ČR (Grantový projekt č. A6111201 Aktuální ekologické sladkovodních krytenek Šumavy).*

## O symetrii sítí križiakov

**Pavol Prokop**

Siete pavúkov križiakov (*Araneae: Araneidae*) sú všeobecne známe dvojrozmerné útvary utkané z jemných, ale pevných vláken. Ich stavba závisí predovšetkým od fyzického stavu pavúka, energetických potrieb súvisiacich s prežitím, vývinom a reprodukciou. Z vonkajších podmienok ovplyvňujúcich tvar sietí sú to napr. svetlo, vietor, prítomnosť a typ koristi a vnútro-druhová kompetícia. Pre život sieťových pavúkov zohrávajú siete významnú úlohu pri získavaní koristi alebo pri rozmnožovaní (Živa 1992, 6: 265–269; 2001, 5: 220–223; 2003, 4: 175–176). Tvar sietí je pre mnohých súčasných autorov odborných aj populárnych publikácií symbolom symetrie. Množstvo najnovších výskumov v odboroch etológia a behaviorálna ekológia však prináša trochu odlišný pohľad na pavúčie siete. Sú skutočne symetrické?

Naše vedomosti o správaní pavúkov pri stavbe sietí prekonalí niekoľko paradigiem: predpokladalo sa, že stavba sietí je výlučne geneticky podmienená a variácie v podobe sietí sa vyskytujú iba na úrovni druhov. Nasledovalo pripustenie vnútro-druhových variácií a ich vplyvu na lov hmyzu. Napr. sklon, veľkosť siete a ok významne vplyva na množstvo i veľkosť koristi. Množstvo súčasných prác vysvetľuje individuálne variácie v stavbe sietí na základe mechanistického prístupu založeného na algoritmickej zákonoch, t.j. vplyve gravitácie, dĺžky končatín pavúkov, vplyve regenerovaných končatín, atď. Iné moderné prístupy akceptujú zistenia predchádzajúcich, ale hlavným rozdielom je skúmanie vplyvu niektorých foriem adaptívneho učenia vznikajúceho zo skúseností pavúkov.

Nervová sústava mnohých preskúmaných bezstavovcov (česky bezobratlí) má prítomné štruktúry umožňujúce asociálne učenie. Navyše aj nové poznatky v molekulovej biológii učenia a pamäte naznačujú, že učenie je základným neurálnym procesom, ktorý nevyžaduje výlučne vysoko vyvinutý nervový systém. Pokusy jasne dokazujú jeho prítomnosť u včiel, lariev drozofíl a fytofágneho hmyzu. Ako je vyvinuté u pavúkov, odhaľujú niektoré novšie štúdie.

Sieťoví pavúci sú obyčajne usadlí samotársky predátori a na rozdiel od aktívne loviacich druhov (napr. *Lycosidae*, *Salticidae*) investujú menej energie do hľadania koristi. Na rozdiel od mobilných druhov, používajúcich pri love iba tzv. istiace vlákno, investujú energiu do syntézy väčšieho množstva vláken a stavby sietí. Vo všeobecnosti ich orientujú križiaky vertikálne, pričom však nie sú úplne kolmé, aby mali možnosť v prípade nebezpečenstva odskočiť zo stredu siete na poistnom vlákne na zem. Siete pozostávajú z niekoľkých lúčovitých vláken zbiehajúcich sa v nelepkaťom strede, ďalej z lepkavých špirál, na ktoré sa chytá hmyz a z obvodových nosných vláken. Schopnosť siete chytat hmyz je okrem iného podmienená množstvom vláken a ich rozmiestnením.

Typickou ústou sietí križiakov je ich symetria u mladých pavúkov a asymetria u starších jedincov (napr. Heiling a Her-