

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí



Bakalářská práce

**Výskyt plže zrnovky žebernaté (*Pupilla sterrii*) v koněpruské části
CHKO Český kras a stav jejích biotopů**

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jitka Horáčková, Ph.D.

Bakalantka: Karolína Večeřová

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Karolína Večeřová

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Výskyt plže zrnovky žebnaté (*Pupilla sterrii*) v koněpruské části CHKO Český kras a stav jejích biotopů

Název anglicky

Occurrence of the land snail *Pupilla sterrii* in the Koněprusy area of the Bohemian Karst Protected Landscape Area and the state of its habitats

Cíle práce

Zrnovka žebnatá (*Pupilla sterrii*) má v Českém krasu centrum svého rozšíření v ČR. Je typicky stepním druhem, který však společně s dalšími stepními druhy plžů postupně začal během 20. století ze svých lokalit mizet. Stav jeho aktuálních populací a biotopů na historických lokalitách výskytu není znám.

Cílem BP bude:

- (1) Provést literární rešerši k biologii a ekologii druhu *Pupilla sterrii* – popsat její rozšíření v ČR i v okolních státech a status ochrany v Evropě i u nás.
- (2) Provést monitoring dosud nerevidovaných lokalit historického výskytu *P. sterrii* (minimálně na 10 lokalitách) v koněpruské oblasti CHKO Český kras.
- (3) Shrnout a vyhodnotit informace o stavu lokálních populací a biotopů *Pupilla sterrii* na zkoumaných lokalitách.

Metodika

Postup prací:

- 1) Provést literární rešerši k biologii a ekologii druhu *Pupilla sterrii* – její rozšíření v ČR i v okolních státech a status ochrany v Evropě i u nás.
- 2) Provést aktuální detailní monitoring min. deseti lokalit historického výskytu druhu *P. sterrii* v koněpruské oblasti CHKO Český kras a zhodnotit stav jeho populací na těchto lokalitách (hustota populace na 1m², celkové abundance na lokalitě apod.).
- 3) Zhodnotit stav biotopů druhu na zkoumaných lokalitách především z hlediska botanického (zarůstání dřevinami, šíření invazních nebo expanzních druhů, aktuální management lokalit, zapojení drnu, pokryvnost bylinného popř. stromového patra apod.).

Doporučený rozsah práce

dle Nařízení děkana č. 02/2020 – Metodické pokyny pro zpracování diplomové práce na FŽP

Klíčová slova

Czech Republic, molluscs, gastropod, habitat protection, species protection, faunistics

Doporučené zdroje informací

- HORÁČKOVÁ J., LOŽEK V. & JUŘIČKOVÁ L., 2018: Měkkýši CHKO České středohoří. – Příroda 37: 1–516.
- HORSÁK, Michal; JUŘIČKOVÁ, Lucie; PICKA, Jaroslav. *Měkkýši České a Slovenské republiky = Molluscs of the Czech and Slovak Republics*. Zlín: Kabourek, 2013. ISBN 978-80-86447-15-5.
- JUŘIČKOVÁ L., HORSÁK M., HORÁČKOVÁ J., ABRAHÁM V. & LOŽEK V., 2014: Patterns of land-snail succession in Central Europe over the last 15,000 years: main changes along environmental, spatial and temporal gradients. – Quaternary Science Reviews, 93: 155–166.
- Juříčková, L., M. Horsák, R. Cameron, K. Hylander, A. Míkovcová, J. Hlaváč & J. Rohovec. 2008. Land snail distribution patterns within a site: the role of different calcium sources. *Eur. J. Soil Biol.* 44: 172-179.
- KERNEY M.P., CAMERON R.A.D., JUNGBLUTH J.H., 1983: *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas*. – Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 384 pp.
- Martin, K. and M. Sommer. 2004a. Relationships between land snail assemblage patterns and soil properties in temperate-humid forest ecosystems. *J. Biogeogr.* 31: 531-545.
- Martin, K. and M. Sommer. 2004b. Effects of soil properties and land management on the structure of grassland snail assemblages in SW Germany. *Pedobiologia* 48: 193-203.
- Podroužková Š., Ložek V., Juříčková L., Horáčková J., Beran L., Hlaváč J. (2020): Měkkýši Českého krasu. – Příroda 40, AOPK ČR, Praha.
- WELTER-SCHULTES F. W., 2012: *European non-marine molluscs, a guide for species identification*. – Planet Poster Editions, Göttingen, pp. A1-A3, 1-679, Q1-Q78. ISBN 978-3-933922-75-5.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

RNDr. Jitka Horáčková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 09. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Výskyt plže zrnovky žebnaté (*Pupilla sterrii*) v koněpruské části CHKO Český kras a stav jejích biotopů vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní RNDr. Jitce Horáčkové, Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za podporu, důvěru, trpělivost a čas, který mi v průběhu psaní věnovala. Za cenné informace a rady, které mi poskytla, kdykoli jich bylo potřeba. Za její pozitivní energii, kterou mi po celou dobu dodávala. Děkuji také mé rodině za podporu a obětavost, bez které by práce nešla tak snadno. Zejména Tomáši Sotákovi za dlouholetou trpělivost, kterou se mnou měl, a za velkou podporu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá monitoringem výskytu zrnovky žebernaté (*Pupilla sterrii*) a stavem jejích biotopů ve vybrané koněpruské části CHKO Český kras. V rešeršní části práce je popsána ekologie a biologie *Pupilla sterrii*. Rozšíření v České republice a v Evropě. Současný a historický výskyt přímo v CHKO Český kras. V metodické části je práce zaměřena na uskutečněný detailní monitoring na vybraných 16 lokalitách historického výskytu druhu *P. sterrii* v koněpruské a částečně i kodské oblasti CHKO Český kras. Výskyt druhu byl potvrzen pouze na polovině lokalit, přičemž na žádné z nich sice nebyli nalezeni žádní živí jedinci, ale byly objeveny čerstvé schránky. Práce tak potvrdila, že skutečně dochází v posledních dekádách ke ztrátě vhodných biotopů druhu a k postupnému vymírání zrnovky žebernaté v jejím hlavním areálu výskytu v České republice.

Klíčová slova

Česká republika, měkkýši, plži, ochrana biotopů, druhová ochrana, fauna

Abstract

This bachelor thesis deals with the monitoring of the occurrence of *Pupilla sterrii* and the status of its habitats in the selected part of the Czech Karst Protected Landscape Area. The ecology and biology of *Pupilla sterrii* is described in the research part of the thesis. Distribution in the Czech Republic and Europe. Current and historical occurrence in the Bohemian Karst Protected Landscape Area. The methodological part of the thesis focuses on the detailed monitoring carried out at 16 selected localities of the historical occurrence of *P. sterrii* in the Koněprus and partly in the Koda area of the Bohemian Karst MPA. The occurrence of the species was confirmed at only half of the sites, and although no living individuals were found at any of them, fresh shells were discovered. The work thus confirmed that the loss of suitable habitats for the species and its gradual extinction in its main range in the Czech Republic has indeed been occurring in recent decades.

Keywords Czech Republic, molluscs, gastropods, habitat protection, species protection, faunistics

Obsah

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
 - 3.1. Charakteristika druhu zrnovky žebernaté (*Pupilla sterrii*)
 - 3.2. Biologie a ekologie druhu *Pupilla sterrii*
 - 3.3. Rozšíření *Pupilla sterrii* v Evropě
 - 3.4. Rozšíření *Pupilla sterrii* v České republice
 - 3.5. Současné a historické rozšíření *Pupilla sterrii* v Českém krasu
 - 3.6. Ohrožení a ochrana *Pupilla sterrii* v Evropě a v České republice
4. Metodika
 - 4.1. Popis a charakteristika území a zkoumaných lokalit
 - 4.2. Metodika sběru měkkýšů a souvisejících dat
 - 4.3. Metodika zpracování dat
5. Výsledky
 - 5.1. Malakofauna zkoumaných lokalit
 - 5.2. Stav populace *P. sterrii* ve zkoumané části Českého krasu
 - 5.3. Stav historických lokalit výskytu *P. sterrii*
 - 5.4. Stav lokalit – jejich management a ochrana
6. Diskuse
 - 6.1. Stav populace *Pupilla sterrii* jejího biotopu v koněpruské části Českého krasu
 - 6.2. Malakofauna lokalit s výskytem *Pupilla sterrii*
 - 6.3. Historický vývoj lokalit s výskytem *Pupilla sterrii* v Českém krasu
 - 6.4. Management lokalit a doporučení pro ochranu přírody

7. Závěr

8. Seznam použitých zdrojů

9. Přílohy

1. Úvod

Zrnovka žebernatá (*Pupilla sterrii*) má v Českém krasu centrum svého rozšíření v České republice. Je typickým stepním druhem plže, který však společně s mnohými dalšími stepními druhy měkkýšů začal postupně během 20. století ze svých lokalit mizet. Stav jeho aktuálních populací a biotopů na historických lokalitách výskytu v Čechách i v Českém krasu není dobře znám, nicméně negativní vliv na ně mají změny obhospodařování krajiny, zarůstání stepních biotopů náletem dřevin, nitrifikace a ruderalizace stanovišť, celkové změny doprovodné fauny, vyšší turistický zájem v některých lokalitách a v minulosti i acidifikace aj. Jelikož jde obecně o organismus striktně vázaný na určitý biotop a jen málo pohyblivý, který žije celý život jen na velmi malé ploše, jde o skvělý bioindikátor stavu současných stepních biotopů. Jde zároveň o reliktní druh, který se v minulosti v průběhu glaciálů vyskytoval běžně na sprašových stepích a po odeznění glaciálu se stáhnul na skalní a travinné stepi, kde dodnes u nás přežívá jako glaciální reliktní. Vzhledem k faktu, že druh je veden v Červeném seznamu ohrožených druhů (Beran et al. 2017) jako zranitelný a o stavu jeho populací a lokalit v Českém krasu máme většinou k dispozici jen historické údaje. Téma své bakalářské práce jsem zvolila se zájmem o prokázání výskytu zrnovky žebernaté (*Pupilla sterrii*) v koněpruské části CHKO Český kras a o prověření stavu jejích biotopů. Výsledky této práce povedou jednak k aktualizaci dat o současném stavu populací druhu v Českém krasu pro potřeby orgánů ochrany přírody, ale i k případnému nastavení či úpravě managementu problematických lokalit.

2. Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je zjistit, v jakém stavu jsou aktuální populace *Pupilla sterrii* a její biotopy resp. lokality v koněpruské části Českého krasu.

Dalšími cíli této bakalářské práce je:

- a) Provést literární rešerši k biologii a ekologii druhu *Pupilla sterrii* – popsat její rozšíření v České republice i v okolních státech a status ochrany v Evropě i u nás.
- b) Provést monitoring dosud nerevidovaných lokalit historického výskytu *Pupilla sterrii* (minimálně na 10 lokalitách) v koněpruské oblasti CHKO Český kras.
- c) Shrnout a vyhodnotit informace o stavu lokálních populací a biotopů *Pupilla sterrii* na zkoumaných lokalitách.

3. Literární rešerše

3.1. Charakteristika druhu zrnovky žebnaté (*Pupilla sterrii*)

Taxonomické zařazení druhu dle Horsák et al. 2023:

Kmen: měkkýši (Mollusca)

Třída: plži (Gastropoda)

Řád: stopkoocí (Stylommatophora)

Čeleď: zrnovkovití (Pupillidae)

Rod: zrnovka (*Pupilla*)

Druh: zrnovka žebnatá (*Pupilla sterrii*)

Popis druhu:

Zrnovka žebnatá (*Pupilla sterrii*), drobný plž s válcovitou ulitou (Obr. 1a), dosahuje výšky schránky 2,8–3,3 mm. Ulita má světle rohovitou nebo červeno-hnědou barvu, je tenkostěnná a křehká, mírně průsvitná, matná až hedvábně lesklá. Povrch ulity tohoto plže je pokryt nepravidelnými mázdřitými žebírky (Obr. 1b), která jsou důležitým determinačním znakem tohoto druhu, který se jinak velice podobá některým dalším stepním druhům našich zrnovek. Závitů má schránka 6–7, silně klenutých s ostře zařiznutým hlubokým švem. Ústí je krátce eliptické, obústí mírně rozšířené se slabším zahnědlým nebo narůžovělým pyskem a velmi slabým patrovým návalkem. Píštěl je velmi úzká, ale poměrně otevřená (Horsák et al. 2013).



Obr. 1a. Schránka zrnovky žebornatá a popis důležitých znaků ulity (převzato a upraveno z Horsák et al. 2013). 1b. Detail povrchu ulity s mázdřítými žebírky (převzato z Horsák et al. 2013).

3.2. Biologie a ekologie druhu *Pupilla sterrii*

Čeľad' *Pupillidae*, do které zrnovka patří, je druhově bohatě rozvinutá čeľad', v níž převládají malé a nejmenší formy plžů (Ložek 1956). Celý rod *Pupilla* zahrnuje drobné plže s pevnou ulitou, kteří jsou zpravidla vázáni na otevřená suchá travní či skalní stanoviště, podobně jako zrnovka žebornatá, nicméně zahrnuje i druhy vázané svým výskytem na mokřady a vlhká otevřená stanoviště, jako např. *Pupilla alpicola* aj. (Horsák et al. 2011, 2013, Hájek et al. 2019).

Zrnovka žebornatá žije v suchých trávnících a v různých skalních biotopech slunných skal, často mezi kameny, ve stařině a opadu stepních trav a bylin vždy na silně vápnitém podkladu. Na vápencovém podkladu může výskyt sahat vysoko do hor. Dokáže žít i na vyvěřelinách s vyšším zastoupením vápníku (Horáčková et al. 2018), nejen na vápencích, které však preferuje. Většinou suchozemských plžů se nejlépe daří na vápnatých půdách či vápnitém geologickém podloží, neboť vápník je pro stavbu jejich ulit nezbytný. Plži obecně konzumují rostlinnou i živočišnou potravu, některé druhy jsou dokonce dravé. Vápník mohou získávat okusováním hornin bohatých na tento prvek (ale i kostí obratlovců a ulit svých příbuzných), nebo absorbovat z vegetace, přičemž platí, že hlavní zdroj představují rostliny obsahující vápník ve fyziologicky dostupné citrátové formě (citrát vápenatý). Z dřevin jsou to tzv. ušlechtilé

listnáče (typicky jilm, lípa, javor, jasan), jejichž opad může způsobit zcela kontrastní chemismus substrátu oproti horninovému podloží, takto přijímá vápník z opadu dřevin většina lesních druhů plžů (Horsák a Horsáková 2015). Oproti tomu stepní druhy, mezi něž patří i zrnovka žebernatá, přijímají potřebný vápník okusem hornin a biofilmů či řas porůstajících horninový podklad (Obr. 2), z něhož do své biomasy váží právě vápník. Zajímavým případem je tzv. drolinový fenomén (Ložek 1972, Horáčková et al. 2018), kdy listový opad v okolí vzrostlých lip na osluněných balvanitých drolinách generuje podmínky vhodné pro silně vápnomilné druhy, jinak vázané výlučně na podmínky krasových oblastí, mezi něž patří příbuzná a velmi podobná zrnovka *Pupilla triplicata* (Horsák a Horsáková 2015, Horáčková et al. 2018).

P. sterrii je navíc reliktním druhem, který se v průběhu glaciálů vyskytoval na našem území mnohem častěji než v současnosti a byl druhem sprašových (tedy vápnných) stepí (Ložek, 1964). Po odeznění glaciálu se druh stáhnul do vápnných refugií, která dosud nabízejí bezlesé biotopy, a těmi jsou v Čechách právě Český kras, ojediněle skalní a stepní biotopy na vápnných vyvěřelinách v Českém středohoří, anebo roztroušeně i hradní zříceniny v Čechách, s udržovaným bezlesím a dostatkem vápníku doplňovaném do biotopů sekundárně ze zvětrávající malty zdí zřícenin a hradů (Juříčková 2005).

Experimentálně bylo zjištěno, že miniaturní druhy (velikosti 2–3 mm) výrazně lépe odolávají nízkým teplotám a jsou schopny přežít i déletrvající podchlazení. Vzhledem k jejich velikosti mají i mnohem menší nároky na vhodné úkryty pro přečkání nepříznivých podmínek (mj. i sucha) ve srovnání s velkými plži (Horsák, Horsáková 2015). Výše uvedená fakta o teplotní toleranci odpovídají naprosté převaze drobných druhů v glaciálních společenstvech. Malé, klimatickým extrémům lépe odolávající druhy, z řad vrkočů (*Vertigo*), údolníčků (*Vallonia*), ostroústek (*Columella*) a konečně i zrnovek (*Pupilla*) tak dominovaly malakofauně chladných sprašových stepí, které navíc představovaly silně bazické prostředí (Horsák a Horsáková 2015).

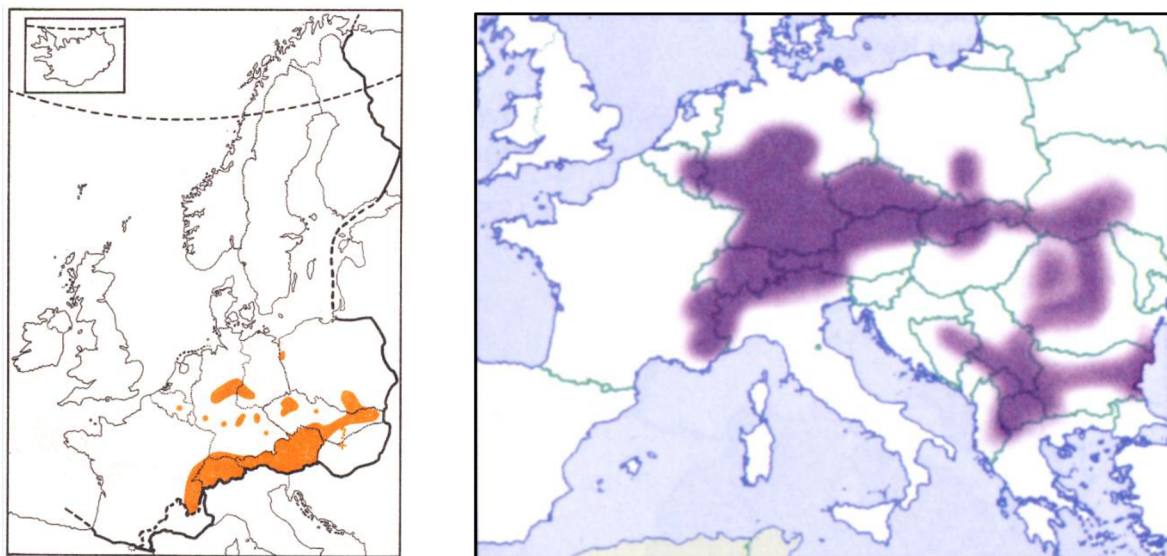


Obr. 2. Zrnovka žebernatá (*Pupilla sterrii*) na horninovém podkladu pokrytém lišejníky, mechorosty, řasami aj., kterými se mj. živí. Autor fotografie: Radovan Coufal.

Zajímavé je rozmnožování, zatímco žabernatí plži (většinou vodní), jsou odděleného pohlaví, tak plži dýchající plicním vakem – tedy většina suchozemských druhů jsou hermafroditi, každý má samčí i samičí pohlavní aparát. Samooplození je ale vzácné a obvykle si při páření oba jedinci vymění samčí pohlavní buňky. Oplozený jedinec snese na vhodném místě snůšku (snůšky) několika desítek drobných kulatých vajíček, ze kterých se pak vylíhnou mladí plži i se zárodečnou ulítkou (Beran 2013). Plži dospívají většinou za rok. Známkou dospělosti je zastavení růstu a vytvoření obústí nebo pysku v ústí ulity. Největší úmrtnost je v raném stadiu jejich života (Pfleger 1988). *Pupilla sterrii* se jako většina plžů musí při rozmnožování spářit, při tom si oba jedinci vymění spermie, kterými po určité době oplodní vlastní vajíčka (Horsák et al. 2013). Jedná se o vejčoživorodý druh (Naturabohemica 2023).

3.3. Rozšíření *Pupilla sterrii* v Evropě

Výskyt zrnovky žebnaté v Evropě a na Blízkém východě je zaznamenán, jak znázorňují (Obr. 3a a 3b) v oblasti Alp, v severní Itálii (až do 2800 m n. m.), jižní Francii, Švýcarsku, okrajově i v Německu a Rakousku (vápencové Alpy), kde je její výskyt v podstatě souvislý na všech vhodných biotopech. Dále se souvisleji vyskytuje v oblasti Západních Karpat na Slovensku a v Polsku, jinde v Evropě je její areál rozšíření disjunktní. Rozšíření *Pupilla sterrii* v severní Evropě není známo, nejseverněji se v Evropě vyskytuje na malém území v Belgii (Welter-Schultez 2012) v údolí řeky Máza, roztroušeně v německých nízkých horských pásmech až po Durynsko a v Rakousku. Výskyt v Polsku je znám v Tatrách a Pieninách, Krakowsko-Wieliczka (Kerney et al. 1983), severněji žije opět jen ojediněle. Mladší mapa jejího rozšíření z práce Welter-Schultez (2012) (Obr. 3b) situaci ve střední Evropě poněkud zkresluje, zato však ukazuje rozšíření druhu i dále na východ a na Balkáně, i když daleko méně přesně než Kerney et al. (1983), kteří vycházeli z přesněji lokalizovaných a analyzovaných dat.

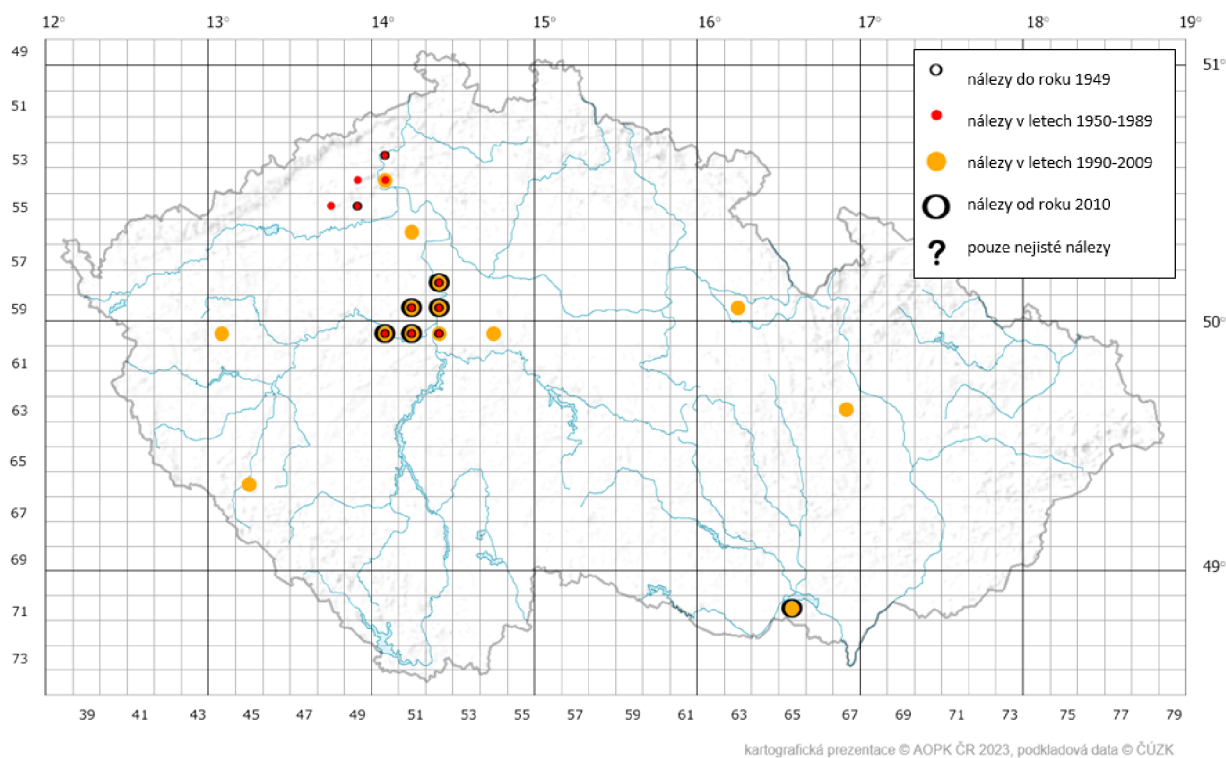


Obr. 3a – Rozšíření zrnovky žebnaté (*Pupilla sterrii*) v Evropě (převzato z Kerney et al. 1983) a 3b – v Evropě a na Blízkém východě (převzato z Welter-Schultez 2012).

3.4. Rozšíření *Pupilla sterrii* v České republice

V České republice se druh vyskytuje častěji jen v Českém krasu (Obr. 4) a na Pálavě a mimo tato území pouze vzácně a roztroušeně, např. v Českém středohoří, v údolí Sázavy, izolovaně i na hradních zříceninách jinde v Čechách či v PR Peliny u Chocně ve východních Čechách a na Zobanech v Moravském krasu (Horsák et al. 2013). V Českém krasu je výskyt zaznamenán v nadmořských výškách v rozpětí od 210 do 450 m n. m. v teplé klimatické oblasti s průměrným ročním úhrnem srážek v rozmezí 500–550 mm, což jsou podmínky alespoň částečně vyhovující zbytkovým populacím tohoto reliktního druhu u nás.

Z Obr. 4 je patrné, že aktuálnější údaje o výskytu po roce 2010 jsou známy pouze z oblastí Českého krasu a z Pálavy, chybějí zde ještě zcela aktuální data z Českého středohoří, kde byl druh potvrzen již jen na jediné lokalitě na Kuzově (Ježovica 2023, Horáčková et al. 2018).

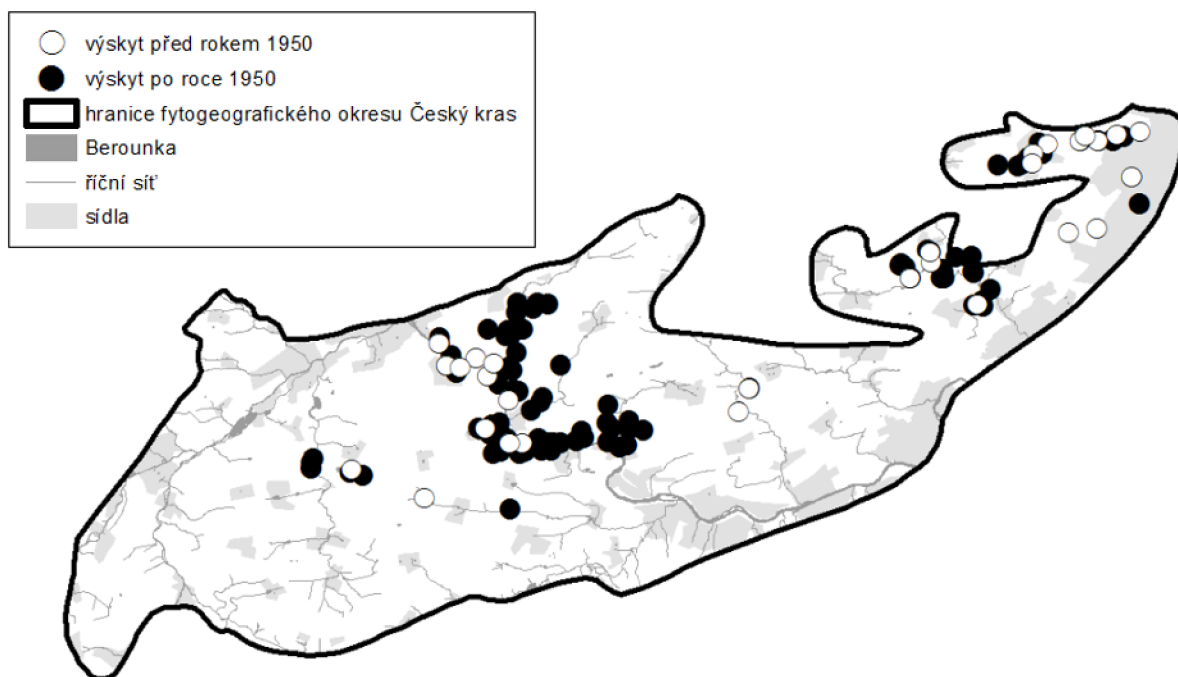


Obr. 4. Mapa výskytu *Pupilla sterrii* v České republice (zdroj: AOPK ČR 2023).

3.5. Současné a historické rozšíření *Pupilla sterrii* v Českém krasu

Zrnovce žebernaté (*Pupilla sterrii*) vyhovuje vápnlitý podklad na slunných stanovištích. Český kras je jejím centrem výskytu, a to převážně na skalních biotopech. Historická data o rozšíření

pocházejí odsud již z 19. století z morfologie Uličného (1892–1895), následují průzkumy Jaroslava Petrboka (Petrbok 1920, 1930, 1938, 1950), který se však věnoval především fosilním pozůstatkům. Od 40. let 20. století až doposud se v Českém krasu pohyboval Vojen Ložek, který zachytil výskyt druhu na mnoha lokalitách (Ložek 1946, Ložek 1950, Ložek 1956, Horáčková et al. 2014, Podružková et al. 2015a, Podružková et al. 2015b). V posledních desetiletích byli podrobněji malakologicky zpracovány některé oblasti Českého krasu – Koněpruská podoblast (Hlaváč 2004), PR Karlické údolí (Ložek 2007a), NPR Koda (Horáčková et al. 2014) a NPR Karlštejn (Podružková et al. 2015a). Nejen přirozená, ale také náhradní stanoviště, jakými jsou například opuštěné lomy, se staly objekty zájmu a všechna historická data i aktuální rozšíření druhů měkkýšů shrnuje novodobá monografie o měkkýších Českého krasu (Podružková et al. 2020), z níž vyplývá, že je z Českého krasu známo 122 lokalit s výskytem *Pupilla sterrii* (Obr. 5). Revidováno bylo recentně 54 lokalit. I tak tedy více jak polovina lokalit s výskytem druhu zůstává v současnosti nerevidována.



Obr. 5. Výskyt *Pupilla sterrii* na území Českého krasu (převzato z Podružková et al. 2020).

3.6. Ohrožení a ochrana *Pupilla sterrii* v Evropě a v České republice

Zrnovka žebernatá (*Pupilla sterrii*) není v České republice zákonem chráněna, tj. není součástí vyhlášky č. 395/1992 Sb. zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb., ale je uvedena

v Červeném seznamu ohrožených druhů bezobratlých České republiky jako zranitelný druh (VU) (Beran et al. 2017). Evropský červený seznam suchozemských měkkýšů IUCN poskytuje hodnocení pro 2 480 druhů suchozemských měkkýšů, o nichž je známo, že se vyskytují v evropské oblasti k začátku roku 2019. Celkově je v Evropě 21,8 % z 2 469 původních druhů suchozemských měkkýšů považováno za ohrožené (druhy hodnocené jako kriticky ohrožené, ohrožené nebo zranitelné), přičemž 92 % z nich je endemických v evropském regionu (IUCN ©2019). V tomto seznamu je *Pupilla sterrii* zaznamenána jako stabilní druh (LC), tedy bez ohrožení. Naposledy byla dle IUCN hodnocena v roce 2011.

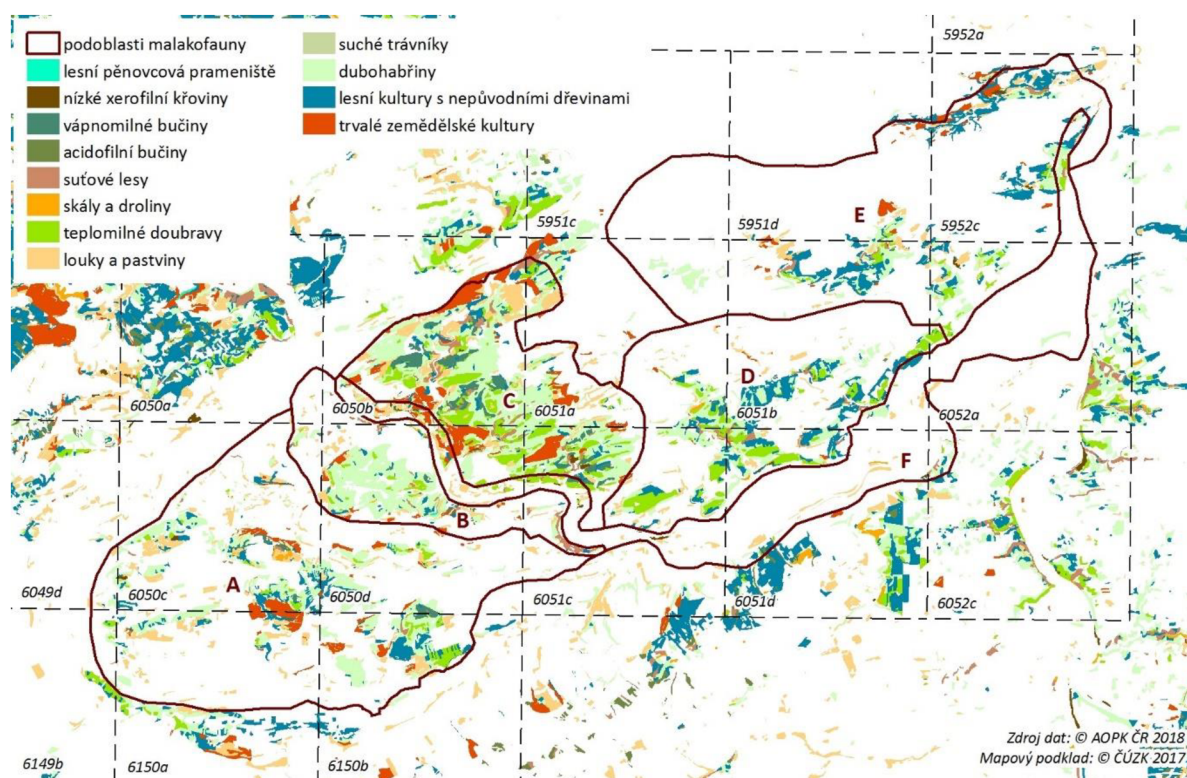
Druh *Pupilla sterrii* je uveden i v mnoha červených seznamech jiných evropských zemí. V Německu jako vysoce ohrožený druh (CR). Aktuální stav populací je uveden jako velmi vzácný s dlouhodobým trendem mírného poklesu (© Rote-Liste-Zentrum). V Polsku jako zranitelný druh (VU) (Głowaciński 2002). Ve Švýcarsku jej uvádí jako potenciálně ohrožený druh (NT).

Ohrožení druhu *Pupilla sterrii* je důsledkem zmenšení a dalšího omezování areálu rozšíření. Hlavními hrozbami jsou ztráta biotopů, těžba v lomech, změna hospodaření s půdou. V České republice žije *Pupilla sterrii* pouze na skalních nezalesněných stanovištích nebo na některých stepních lokalitách, na nichž trpí náletem dřevin a rychlejším zarůstáním, nitrifikací stanovišť či vlivem lidské činnosti s následkem kolonizace jinými druhy. V Německu je *Pupilla sterrii* druhem suchých trávníků s nepravidelně klesajícími výskyty a je typickým zástupcem silně ohrožených měkkýšů. Hrozbou pro tento druh je zde ničení biotopu těžbou, urbanizací, výstavbou silnic nebo z jiných důvodů. (Jungbluth et al. 2012) Ve Švýcarsku je geograficky rozšířená na menších izolovaných stanovištích. Pokles populace je ovlivněn v horských oblastech rozrůstáním turistiky, výstavbou nových sjezdovek a vleků, s nimiž je spojena výstavba horských středisek, příjezdových cest a infrastruktury. Stavby s využitím pro výrobu elektrické energie mají také určitý dopad na stavy horských bezlesých biotopů včetně těch s výskytem *P. sterrii* (Rote Liste Weichtiere, Schnecken und Muscheln 2012). Areál výskytu se změnil vzhledem k tomu, že je to druh žijící na stepních spraších doby ledové, s ústupem a zarůstáním areálu ztratila svá bezlesá stanoviště. *Pupilla sterrii* se omezuje na hornatou jižní Evropu, kde obývá hlavně vápencové skály (Ložek 2010).

4. Metodika

4.1. Popis a charakteristika území a zkoumaných lokalit

Zájmové území leží ve Středočeském kraji v CHKO Český kras, kde jsem si pro svoji práci vybrala z rozlehlého území ke zpracování pouze nejzápadnější koněpruskou část CHKO (Obr. 6, území A). Český kras je mozaikovitou krajinou, která je utvářena mimo hospodářsky využívané plochy především rozsáhlými plochami travinných a skalních stepí, lesostepí a různých typů listnatých lesů, jejichž zbytky jsou obvykle chráněny v rámci MZCHÚ. Převažujícím typem reliéfu je zvlněná pahorkatina s nadmořskými výškami 180 m v nivě Berounky až po 499 m na nejvyšším vrcholu Českého krasu – Bacíně. Podloží je budováno převážně zvrásněnými vápenci siluru a devonu, ale i dalšími sedimentárními horninami typu břidlic a prachovců, šterkopiskových teras Berounky a vulkanickými horninami různých typů diabasů, které roztroušeně doplňují převažující vápnité podloží.



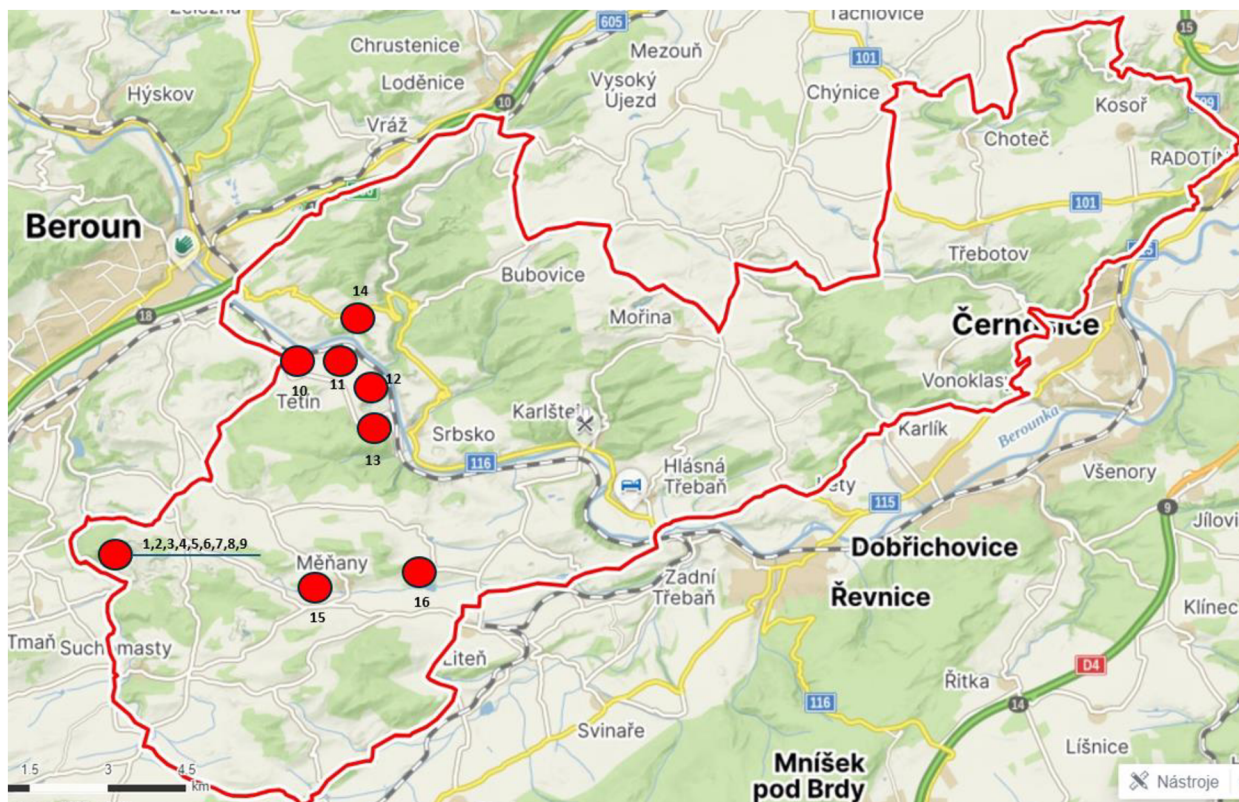
Obr. 6. Rozdělení území CHKO Český kras na jednotlivé podoblasti (převzato z Podroužková et al. 2020): A – Koněpruská podoblast a jižní pahorkatina, B – Kodská podoblast, C – Karlštejská podoblast, D – Karlické údolí a Švarcava, E – Podoblast Prahy (jihozápadní část Prahy), F – Niva a tok Berounky a Vltavy.

Koněpruská oblast se od ostatních oblastí CHKO Český kras poměrně dosti liší, je charakteristická vůbec nejintenzivnějším hospodářským využíváním. Jádrem oblasti představuje okolí Koněprus využívané v historii i v současnosti ve velké míře k těžbě vápenců. Po těžbě zůstala řada náhradních stanovišť v opuštěných lomech, představujících v současnosti důležitá refugia pro xerothermní plže skal a stepí i další organismy. V celé podoblasti převažují nelesní společenstva skalních stepí a xerothermních trávníků na mělčích i hlubších půdách (Podroužková et al. 2020), což vyplývá vyjma hospodaření v krajině i ze zdejšího poměrně teplého a suchého klimatu s roční průměrnou teplotou 8–9 °C a průměrnými ročními úhrny srážek 480–550 mm.

Vzhledem k tomu, že v koněpruské oblasti bylo jen málo lokalit s historickým výskytem *P. sterrii* a některé v současnosti zamokřené nebo zarostlé náletovými dřevinami, kde je vyloučena přítomnost druhu, navštívila jsem některé historické lokality i v kodske oblasti.

Kodská oblast je území členité a převážně zalesněné. Podél Berounky je oblast lemována skalními výchozy v PR Tetínské skály. Příkré severní svahy vrchů a roklí pokrývají suťové lesy. Jižní a západní svahy jsou mozaikou skalních výchozů se suchými trávníky a xerothermních křovin, což jsou typické biotopy zrnovky žebernaté. Dna údolí jsou velmi vlhká. Rezervace hostí plně rozvinutou lesní i stepní měkkýši faunu (Podroužková et al. 2020).

Ve studované koněpruské podoblasti zůstávalo dosud nerevidováno 8 lokalit historického výskytu *Pupilla sterrii* v oblasti NPP Zlatý kůň a NPP Kotýz. Vybráno k revizi v rámci této BP (viz Obr. 7, Tabulka 1), bylo ale 11 lokalit, neboť některé lokality byly ve stavu, který již nárokům druhu nemůže vyhovovat a žádný příhodný biotop zde nebyl nalezen (lokality č. 15 a 16), byly k lokalitám v koněpruské podoblasti ještě přidány nejbližší 4 lokality v kodske podoblasti CHKO z území PR Tetínské skály. Mezi lokality je také zahrnuta lokalita č. 14, která se nachází vysoko nad levým břehem Berounky v jiné podoblasti CHKO, neboť to byla první navštívená vzorová lokalita, kde jsem se učila, jak se dělá malakologický a botanický průzkum a kde byl vymyšlen celkový design prací a metodiky této BP. Sběry z této lokality jsou zde rovněž zahrnuty.



Obr. 7. Mapa šestnácti lokalit s historickým výskytem zrnovky žebertoné, navštívených za účelem monitoringu *P. sterrii* v CHKO Český kras v roce 2022.

Tabulka 1. Přehled ploch monitorovaných v roce 2022 na lokalitách historického výskytu *Pupilla sterrii* v koněpruské a částečně kodské podoblasti CHKO Český kras.

	lokality sběru	datum sběru	MCHZÚ	historické sběry
1	NPP Zlatý kůň, jeskyně Děravá a okolí	8.6.2022	NPP Zlatý kůň	1999
2	NPP Zlatý kůň, skály naproti jeskyni Děravá	14.6.2022	NPP Zlatý kůň	1999
3	NPP Kotýz, Hradiště Kotýz	14.6.2022	NPP Kotýz	1948-1989
4	NPP Kotýz, Sloní hlava	15.6.2022	NPP Kotýz	1948-1989
5	NPP Kotýz, Sloní hlava, pravá strana	22.6.2022	NPP Kotýz	1948-1989
6	NPP Kotýz, Sloní hlava, levá strana	22.6.2022	NPP Kotýz	1948-1989
7	NPP Kotýz, skály u silnice blíže k jeskyním	31.7.2022	NPP Kotýz	1948-1989
8	NPP Zlatý kůň, východní část, opuštěný lom	24.9.,5.10.2022	NPP zlatý kůň	1999
9	NPP Zlatý kůň, vrcholová oblast a soutěska na hřebeni	24.9.,4.10.2022	NPP Zlatý kůň	1941-1943
10	PR Tetínské skály	8.10.2022	PR Tetínské skály	1941-1943
11	PR Tetínské skály	9.10.2022	PR Tetínské skály	1941-1943
12	PR Tetínské skály	9.10.2022	PR Tetínské skály	1941-1943
13	PR Tetínské skály	12.10.2022	PR Tetínské skály	1941-1943
14	Beroun, Lištické skály, Merhautova skála	11.5.,13.5.2022	mimo MZCHÚ	2004
15	Měňany, údolí nad Měňany v oblasti Měňanského potoka	9.8.2022	mimo MZCHÚ	1948-1989
16	Liteň, rybník Obota na Měňanském potoce	9.8.2022	mimo MZCHÚ	1948-1989

4.2. Metodika sběru měkkýšů a souvisejících dat

Sběry měkkýšů byly prováděny celkem na 16 lokalitách v období od května do října 2022. Jelikož většina sběrů probíhala v maloplošných zvláště chráněných územích, byl mi na základě žádosti povolen vstup a sběr měkkýšů v těchto MZCHÚ (SR/0929/SC/2022-5). Na všech lokalitách byl prováděn pouze ruční sběr, neboť suché trávníky a skalní stepi neumožňují odebrání hrabankových vzorků, jak je to běžné při monitoringu měkkýšů v lesních biotopech (Ložek, 1956) nebo v případě mokřých výplavů u mokřadů (Horsák 2003). Sběr byl zaměřen především na zrnovku *Pupilla sterrii*, avšak pro porovnání a zjištění jaké prostředí danému druhu vyhovuje a jaké druhy jej doprovázejí, byly sbírány i všechny ostatní druhy měkkýšů přítomné na lokalitách. Po příchodu na zvolenou lokalitu, byl vybrán dle stavu vegetace a půdního pokryvu příhodný biotop, kde by se mohla *P. sterrii* vyskytovat. Proběhl zde orientační sběr malakofauny, a pokud bylo nalezeno tři či více schránek *P. sterrii*, dané místo bylo označeno jako vhodné pro další průzkum a byla zde vytyčena plocha 1 m². Byla pořízena fotodokumentace lokality i vyznačené plochy a následně proběhl detailní malakologický průzkum, kdy byla sbírána po dobu 30 minut veškerá malakofauna ve čtverci a celkem 60 minut zde byla sbírána pouze *Pupilla sterrii*, aby bylo možné vyhodnotit, jaké abundance zrnovek se vyskytují na ploše 1 m². Na vybrané lokalitě proběhl plošný průzkum, která místa jsou vhodná k podrobnějšímu průzkumu malakofauny. Průzkum probíhal na každé lokalitě individuálně dle prvotního vizuálního zhodnocení celé lokality. Po vybrání vhodných biotopů proběhl náhodný sběr, který většinou trval 1–2 hodiny. Pokud po sběrech a revizi nalezených schránek byl úspěšný, mohl se uskutečnit detailnější sběr malakofauny a případné vytyčení 1m². Na této ploše byli sbíráni všichni plži po dobu 30 minut, a dále selektivně po dobu 60 minut sbírána a dohledávána jen zrnovka *P. sterrii*, aby bylo možné určit abundanci druhu na 1 m². Jedinci plžů nalezení ručním sběrem byli v místě nálezů uloženi do sběrné nádoby, popsané datem sběru a číslem lokality. Po dokončení sběru bylo rozlišováno, zdali jsou jedinci živí či mrtví a obě kategorie byly spočteny. Živí jedinci determinovaní bezpečně v terénu byli v terénu rovnou navraceni na lokalitu, druhy a jedinci, které nebylo možné determinovat na místě (a prázdné schránky), byli odneseni do laboratoře k determinaci pod binokulární lupou. U mrtvých jedinců bylo ještě rozlišováno, zda se jedná o čerstvé schránky se zachovalým periostrakem a bez větších poškození a schránky staré bez periostraka nebo silně poškozené, které mohou ležet na lokalitách delší dobu, u vápencových suchých lokalit i mnoho let (Horáčková et al. 2018, Podroužková et al. 2020, Říhová et al. 2018), zatímco druh už na lokalitě mnoho let nemusí mít živé populace. Všechny získaný materiál byl určován dle publikace Měkkýši České a Slovenské

republiky (Horsák et al. 2013), ale i dle staršího klíče (Ložek 1956). Veškeré sběry a jejich determinace následně revidovala školitelka Jitka Horáčková. Nejprve byly ulity roztrženy podle druhu. U druhů s nejasnými znaky byla využívána k determinaci binokulární lupa, aby bylo možné vidět dobře i textury a drobné znaky na schránkách plžů. Dále byly zkoumány determinační znaky jednotlivých skupin, jako jsou levotočivost a pravotočivost ulity, zoubky v ústí, a hlavně povrch ulity. Hlavními posuzovanými znaky při determinaci byly: barva, lesk, rýhování nebo chloupky a další výše jmenované.

Druhy nalezených plžů byly dle svých ekologických nároků na prostředí přiřazeny do deseti základních ekologických skupin (podle Ložek 1964, Lisický 1991, Juříčková et al. 2014): 1 – striktně lesní druh, 2 – převážně lesní druh, 3 – vlhkomilný lesní druh, 4 – druh stepí a suchých skal, 5 – druh otevřených stanovišť, 6 – druh teplomilný nebo suchomilný, 7 – euryvalentní druh, 8 – vlhkomilný druh, 9 – silně hydrofilní druh, 10 – vodní druh. Dle přítomnosti jednotlivých ekoskupin malakofauny na jednotlivých plochách bylo možné posléze vyhodnotit celkové složení malakofauny a celé doprovodné společenstvo zájmového druhu.

Na každé detailně zkoumané ploše a lokalitě byla zaznamenávána i další data: autor sběru, datum sběru, geografické souřadnice v systému WGS-84, nadmořská výška, sklon svahu a jeho expozice ke světovým stranám, % odkrytého skalního povrchu na ploše, % odkrytého půdního povrchu na ploše bez vegetace, zástin lokality mající vliv na složení malakofauny, počet nor na ploše mající vliv na promíchávání půdy i vegetaci potažmo složení malakofauny, geologické podloží a další poznámky týkající se stavu lokality tj. její vegetace, pokryvnosti jednotlivých botanických pater, managementu lokality, zarůstání invazními či expanzními druhy, zapojení travního drnu aj. Všechny údaje byly zapisovány v terénu do terénního protokolu, jehož příklad uvádí Obr. 8.

autor monitoringu	VEČERKOVÁ	nalezení měkkýši	živi	mrtví	
datum monitoringu	8. 6. 2022			čerstvá	stará
lokality	NPP Zlatý kůň skalý okoli' jaskyně Děravá	<i>Pupilla stertii</i>	—	—	9
GPS	49,5455N 14,0256E	<i>Pupilla triplicata</i>	—	4	31
nadmořská výška	365 m. n. m.	<i>Truncatellina cylindrica</i>	—	3	1
sklon	8°	<i>Vallonia costata</i>	—	1	1
skalní povrch (v %)	50%	<i>Bulgarica mitidasa</i>	—	—	2
půdní povrch (v %)	35%	<i>Xerolenta obiva</i>	—	1	1
zástin lokality	plně otevřená, osluncená	<i>Cochlicopa lubricella</i>	—	5	15
počet nor na lokalitě	pouze hmyzí	<i>Granaria frumentum</i>	—	15	69
geologický podklad	kotýžský vápenc	<i>Cassidoceras acicula</i>	—	—	4
management CHKO	členská pastva koza ovcí	<i>Chondrina avonacea</i>	—	1	20
stav lokality	na lokalitě probíhá členská pastva koza ovcí, umístěny keře s kontrolními body pro monitoring, lokality procházejí turistická trasa, a nachází se stáje, zarostlé trávinami dále od stáje a před stálami. Na lokalitě převládá mech, trávin. květena omezená. E0 mechové patro 55% E1 bylinné patro 40%	<i>Pupilla stertii</i>	—	4	14
		<i>Pupilla triplicata</i>	—	3	14
		<i>Xerolenta obiva</i>	—	4	13
		<i>Granaria frumentum</i>	—	12	93
		<i>Cochlicopa lubricella</i>	—	1	7
		<i>Bulgarica mitidasa</i>	—	—	2
		<i>Vallonia costata</i>	—	—	8
		<i>Vallonia pulchella</i>	—	—	1
pozn:	na lokalitě bylo možné udělat fotoc. soubor vzhledem k počtu nálezů měli schránky <i>Pupilla stertii</i> .				

Obr. 8. Příklad terénního protokolu z lokality č. 1 – Děravá jeskyně v NPP Zlatý kůň.

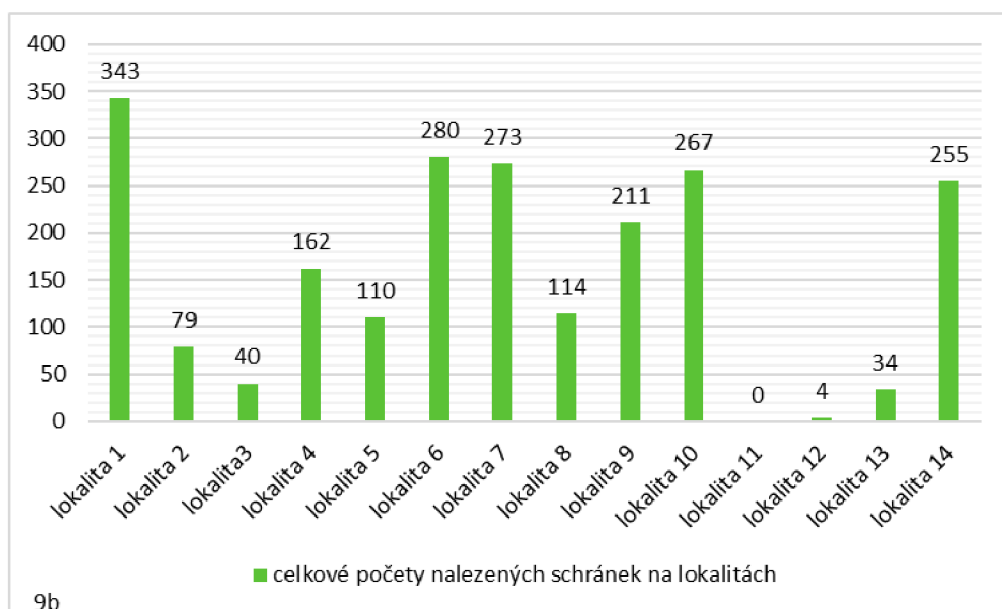
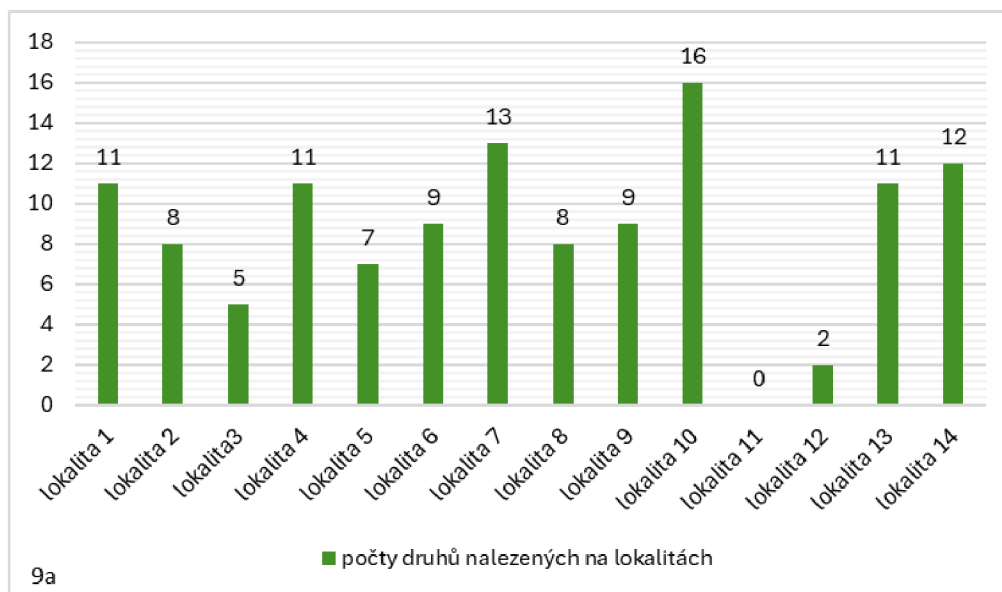
4.3. Metodika zpracování dat

Prvotní vyhodnocení sběrů proběhlo rozříděním nalezených schránek dle druhu. Druhy byly zaznamenány do tabulky v programu MS Excel. Všechny záznamy byly ještě rozříděny do dalších tabulek. Prezentační doprovodnou malakofaunu, procento zastoupení, celkovou abundanci jedinců nalezených na 1m², pouze čerstvě mrtvé jedince či porovnání s historickými daty. Na základě vytvořených tabulek byly vypracovány grafy pomocí MS Excel k vizualizaci zastoupení jednotlivých ekologických skupin na zkoumaných lokalitách, zastoupení druhů a počtu jedinců na lokalitách. Mapy byly vytvořeny s pomocí zdrojů z www.mapy.cz a převzaté mapy byly upraveny v programu ArcGIS Pro. Veškerá zpracovaná nálezová data byla zpracována v MS Excel a připravena jako import do Nálezové databáze ochrany přírody AOPK ČR.

5. Výsledky

5.1. Malakofauna zkoumaných lokalit

Monitoring malakofauny proběhl na všech 11 historických lokalitách s výskytem *P. sterrii* (podle publikace Podroužková et al. 2020) v koněpruské podoblasti Českého krasu. Na dvou lokalitách (lokality č. 15 a 16) byly v současnosti biotopy v takovém stavu, který neumožňuje výskyt stepní *P. sterrii*, proto zde nebyla malakofauna vůbec zkoumána (jedna lokalita zamokřená a druhá zarostlá lesem). Z toho důvodu byly zkoumány další 4 lokality v PR Tetínské skály, rovněž s historickým výskytem druhu, které již leží v kodské podpoblasti CHKO. Jedna lokalita mimo zájmové území byla zkoumána ještě na Lištických skalách jako vzorová, sloužící k zaškolení. Navštíveno tedy bylo 16 lokalit, malakofauna byla detailně zkoumána jen na 14 z nich.



Obr. 9. a – Počet nalezených druhů na jednotlivých lokalitách; b – celkové počty nalezených jedinců plžů resp. schránek na jednotlivých lokalitách.

Na studovaných lokalitách bylo nalezeno celkem 28 druhů měkkýšů resp. suchozemských plžů, jejichž seznam i s celkovými počty nalezených jedinců (tj. živých i mrtvých celkem) na jednotlivých lokalitách uvádí Tabulka 2 a Obr. 9. Druhově nejbohatší byla lokalita č. 10, kde bylo nalezeno 16 druhů plžů (PR Tetínské skály, Tetínská rokle), kde proběhl poslední historický malakologický průzkum v letech 1941–1943. Druhově nejchudší byla naopak lokalita č 12, kde byly nalezeny pouze 4 druhy plžů (PR Tetínské skály, při železniční trati od ústí T. potoka). Počet nalezených druhů na všech lokalitách kolísal od 2 do 16. Průměrný počet

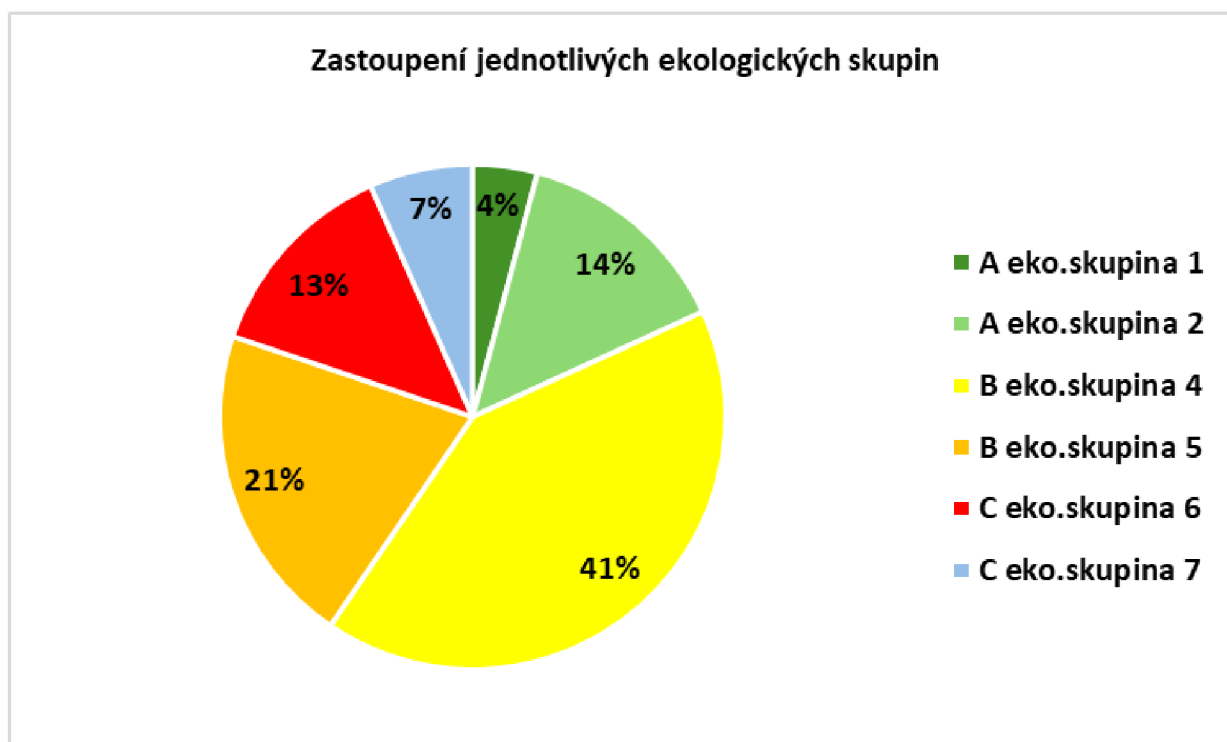
nalezených druhů na lokalitách byl 8 druhů. Nejhojnějšími druhy, vyskytujícími se na více jak 50 % lokalit (více viz Tabulka 2) byly (se vzestupnou frekvencí): *Alinda biplicata bohemica* a *Bulgarica nitidosa* (50 %), *Pupilla sterrii*, *Truncatellina cylindrica* a *Vallonia pulchella* (57 %), *Cecilioides acicula*, *Cochlicopa lubricella* a *Xerolenta obvia* (64 %), *Granaria frumentum* (79 %); ve všech případech jde o typické xerothermní druhy suchých travnatých a skalních stepí. Naopak jen vzácně se vyskytujícími druhy s jedinou lokalitou (7 %) byly tyto: *Merdigera obscura*, *Oxychilus depressus*, *Discus rotundatus*, *Caucasotachea vindobonensis*, *Helicopsis striata*, *Pupilla muscorum*, *Oxychilus draparnaudi* a *Vitrina pellucida* (7 %); v případě *M. obscura*, *O. depressus*, *D. rotundatus*, *O. draparnaudi* jde o druhy, které se vyskytovaly na lokalitách jen v jednotkách jedinců, často pouze jako mrtvé schránky, které se mohly skutálet na plochu z vyšších partií skal, které zarůstají křovinami a mají jiný charakter. Suchorypka *Helicopsis striata* byla také nalezena jen v podobě 3 mrtvých již značně starých schránek, které patrně na lokalitě ležely desítky let od posledního výskytu. Druhy *V. pellucida* a *P. muscorum* na stepích žijí, i když zrnovka *P. muscorum* je v současnosti na většině svých historických lokalit rovněž na ústupu.

Tabulka 2. Přehled měkkýšů a celkový počet jedinců (živých i čerstvých mrtvých) nalezených během monitoringu historických lokalit výskytu *P. sterrii* v roce 2022 v západní části CHKO Český kras. Druhy jsou rozděleny do deseti ekologických skupin dle Ložek (1964) a Juříčková et al. (2014): 1 – přísně lesní druhy, 2 – převážně lesní druhy, 4 – druhy stepí a suchých skal, 5 – druhy otevřených stanovišť, 6 – druhy teplomilné nebo suchomilné, 7 – euryvalentní druhy. F = frekvence výskytu daného druhu v rámci všech lokalit, v procentech.

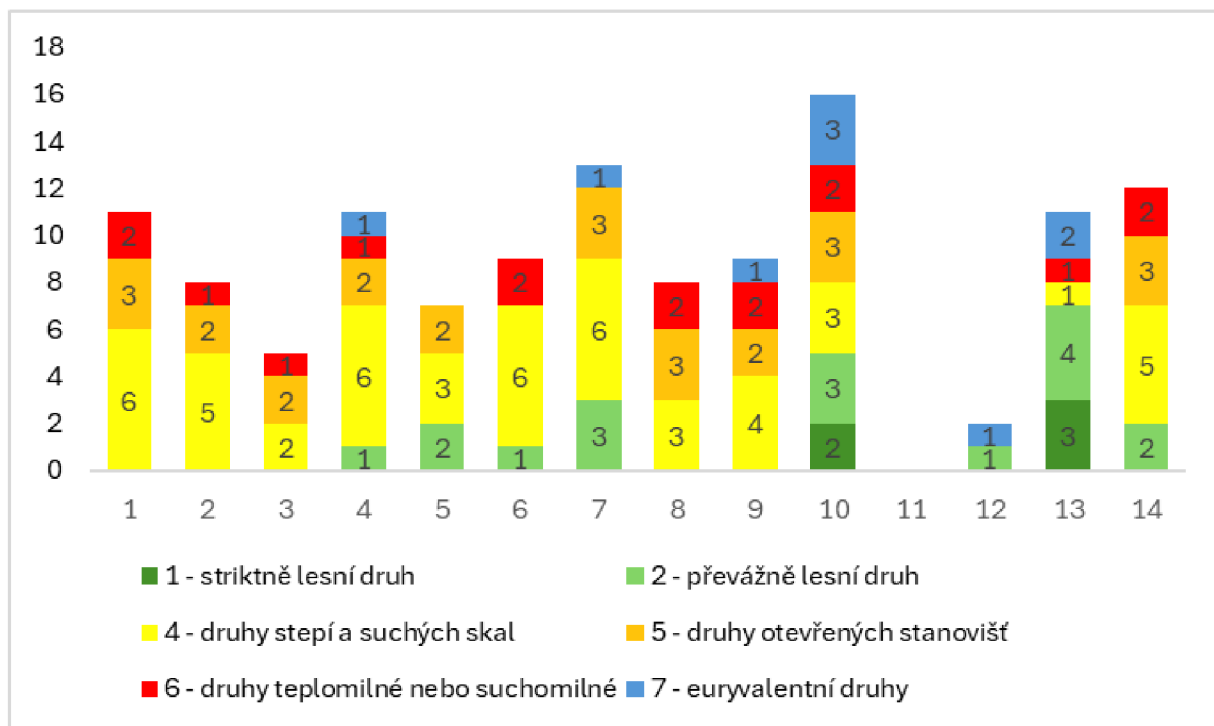
Ekol. skupina	Název druhu/ lokalita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	F (%)		
A	1	<i>Cochlodina laminata</i>											3	4		14,3		
		<i>Merdigera obscura</i>												2		7,1		
		<i>Monachoides incarnatus</i>										2			1		14,3	
		<i>Oxychilus depressus</i>										1					7,1	
	2	<i>Aegopinella minor</i>							1			8			1	1	28,6	
		<i>Alinda biblicata bohémica</i>				22	47	38	65			88		1	13		50,0	
		<i>Discus rotundatus</i>													1		7,1	
		<i>Helix pomatia</i>					1		3			1			1	2	35,7	
B	4	<i>Caucasotachea vindobonensis</i>													1	7,1		
		<i>Cecilioides acicula</i>	4	2		3		9	8	6	6	8				31	64,3	
		<i>Granaria frumentum</i>	189	21	24	50	36	102	72	73	130	96				38	78,6	
		<i>Helicopsis striata</i>		3													7,1	
		<i>Chondrina avenacea</i>	3			2		35	20		4						35,7	
		<i>Pupilla sterrii</i>	27	5		60		31	58			4				1	2	57,1
		<i>Pupilla triplicata</i>	52	26		13	8	47	17									42,9
		<i>Xerolenta obiva</i>	19		11	3	9	3	15	8	17						99	64,3
	5	<i>Euomphalia strigella</i>							1							15	14,3	
		<i>Pupilla muscorum</i>								1							7,1	
		<i>Truncatellina cylindrica</i>	6	3	1		1			2	2	14				35	57,1	
		<i>Vallonia costata</i>	10			3			6			1					28,6	
		<i>Vallonia pulchella</i>	1			2	8		6	6	13	23				17	57,1	
		<i>Vertigo pygmaea</i>		3	3												14,3	
	C	6	<i>Bulgarica nitidosa</i>	4					13		2	1	7		4	11	50,0	
			<i>Cochlicopa lubricella</i>	28	16	1	3		2		16	37	3			3	64,3	
7		<i>Clausilia dubia</i>				1						4			4		21,4	
		<i>Helicigona lapicida</i>							1		1				2		21,4	
		<i>Oxychilus draparnaudi</i>										4					7,1	
		<i>Vitrina pellucida</i>										3					7,1	
Celkem jedinců		343	79	40	162	110	280	273	114	211	267	0	4	34	255	-		
Celkem druhů		11	8	5	11	7	9	13	8	9	16	0	2	11	12	-		

Na Červeném seznamu bezobratlých ČR (Beran et al. 2017) figuruje celkem 6 z nalezených druhů, a to 3 druhy – ovsenka *Chondrina avenacea*, zrnovky *P. sterrii* a *P. triplicata* v kategorii zranitelný (VU), a dva druhy – *Granaria frumentum* a vřetenovka *Bulgarica nitidosa* v kategorii téměř ohrožený (NT). Kriticky ohrožená *Helicopsis striata*, jak již bylo zmíněno, byla nalezena pouze v podobě mrtvých dlouhou dobu ležících schránek; na lokalitě již tedy patrně dávno vymřela. Vzhledem k tomu, že mezi zvláště chráněné druhy podle vyhlášky č. 395 zákona č. 114/1992 Sb. nepatří žádní suchozemští plži, nejsou zde uváděny, přestože celé společenstvo skalních a suchých stepí s výše zmíněnými ohroženými druhy by mělo být

vzhledem k ojedinělosti na seznamu zvláště chráněných druhů v České republice. Mezi evropsky významné druhy z přílohy II Směrnice o stanovištích 92/43/EEC patří hlemýžď *Helix pomatia*, jenž se však obecně v Čechách i v Českém krasu, vyskytuje poměrně běžně na většině vhodných biotopů a není zde vzácností. Jak je vidět na Obr. 10 a 11, z hlediska zastoupení jednotlivých ekologických skupin je druhově nejzastoupenější hlavní ekologická skupina B (tj. ekoskupina 4 a 5; 50 %), tedy druhy stepí a suchých skal a otevřených často xerothermních stanovišť, k nimž patří celé společenstvo doprovázející i zájmový druh *P. sterrii*, tedy druhy: *Chondrina avenacea*, *P. triplicata*, *Xerolenta obvia*, *Granaria frumentum*, *Cecilioides acicula*, *Alinda biplicata bohemica* a méně často i dva druhy *Truncatellina cylindrica* a *Cochlicopa lubricella*, které vyžadují spíše travnatější a v rámci otevřených suchých lokalit přeci jen o trochu vlhčí stanoviště.



Obr. 10. Zastoupení jednotlivých ekologických skupin plžů na zkoumaných lokalitách.



Obr. 11. Zastoupení druhů dle jejich nároků na prostředí (dle ekoskupin) na jednotlivých lokalitách.

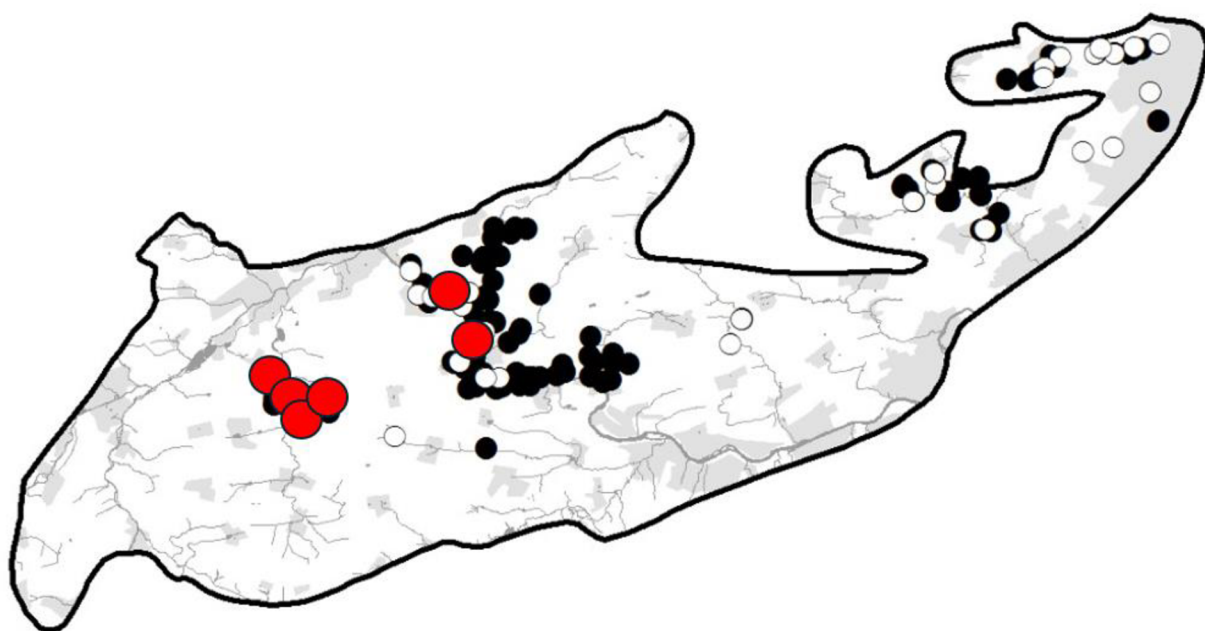
Méně často až ojediněle byly na podobných stanovištích ještě nalézány druhy *Caucasotachea vindobonensis*, *Euomphalia strigella*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*, *V. pulchella* a *Vertigo pygmaea*, z nichž většina preferuje v rámci xerothermních lokalit spíše ty s hustším zapojením drnu nebo křoviny, kde se drží více vlhkosti. Drobné druhy, vyjma prvních dvou jmenovaných, jsou obvykle nalézány ve stařině trav stepních trávníků, než-li na skalních stepích, které preferuje *P. sterrii*. Nečekaně je zde zastoupena i ekologická skupina plžů vázaných na lesní prostředí – A (tj. ekoskupiny 1–3; 29 %), nicméně jejich nálezy byly velmi sporadické tvořené často jen jednotkami prázdných schránek, které pravděpodobně ve většině případů mohly spadnout na zkoumané plochy z vyšších partií skal a svahů a nejsou ve skutečnosti na lokalitě přítomny. Jedinou výjimkou je závornatka *Alinda biplicata* f. *bohemica*, jejíž forma *bohemica* žije na skalních stepích a xerothermních lokalitách, přestože její běžné formy preferují spíše vlhké lesní lokality. Tato forma druhu *A. biplicata bohemica* by tedy měla být správně řazena do ekologické skupiny 4. Zbytek společenstev tvoří druhy hlavní ekologické skupiny C (tj. ekoskupiny 6 a 7; 21 %), kde se opět objevovaly spíše sporadicky druhy s širokou ekologickou valencí obývající běžně mnoho typů biotopů a doprovázejících tak druhy na různých stanovištích, přičemž faunisticky zajímavá je závornatka *Bulgarica nitidosa*, která byla

nalezena na sedmi lokalitách, přičemž jde o neoendemit povodí Berounky, který se zde objevil na počátku holocenního lesního klimatického optima (Podroužková et al. 2020). Právě v Českém krasu má svůj nepravidelný ostrůvkovitý izolovaný výskyt (Ložek 1953). Nečekaným nálezem byl *O. draparnaudi*, nicméně byl nalezen v PR Tetínské skály v blízkosti železnice v prostředí s jasným antropogenním vlivem, tudíž je zde nález tohoto synantropního druhu vcelku pochopitelný.

Vyjma tohoto synantropního nepůvodního druhu pocházejícího ze západní Evropy, nebyly na lokalitách nalezeny žádné další nepůvodní ani invazní druhy plžů.

5.2. Stav populace *P. sterrii* ve zkoumané části Českého krasu

Hledaný druh *P. sterrii* byl nalezen jen na 57 % detailně zkoumaných lokalit, tj. na 8 lokalitách ze 14. Na dalších dvou lokalitách nebyl nalezen ani vhodný biotop a průzkum vůbec neproběhl. Dá se tedy říci, že z historických prozkoumaných 16 lokalit zbývá oproti 20. století v současnosti už jen polovina s výskytem *P. sterrii*. Na šesti resp. osmi lokalitách nebyl druh vůbec nalezen, ani jeho prázdné schránky. Na osmi lokalitách byly nalezeny velmi rozdílné počty mrtvých jedinců resp. schránek *P. sterrii* od 1–5 (lokality č. 2 – NPP Zlatý kůň u jeskyně Děravá, 10, 13 – PR Tetínské skály, 14 – Lištické skály) až po 60 schránek na lokalitě č. 4 (Sloní hlava v NPP Kotýz). Na žádné z lokalit nebyli nalezeni žádní živí jedinci druhu. Všude byly nalézány jen prázdné schránky, nicméně i ty s čerstvým periostrakem, jako na lokalitách č. 1, 4, 6, 7, 10 a 13. Jak je zaznamenáno na Obr. 12 červenými body, což tedy označuje jediné lokality, kde patrně stále *P. sterrii* žije.



Obr. 12. Mapa s nálezy čerstvě mrtvých schránek *Pupilla sterrii* na území CHKO Český kras (převzato z Podroužková et al. 2020; doplněno Večeřová).

Jak ukazuje Tabulka 3, zrnovku *P. sterrii* doprovázejí nejčastěji následující druhy (se sestupnou frekvencí): *Granaria frumentum* a *Cecilioides acicula* (87,5 %), *Cochlicopa lubricella* (75 %), *P. triplicata*, *A. biplicata bohemica*, *X. obvia*, *V. pulchella*, *B. nitidosa* (62,5 %), na polovině lokalit (50 %) se společně s ní vyskytují ještě: *Aegopinella minor*, *Truncatellina cylindrica*, *Helix pomatia*, *Chondrina avenacea* a *Vallonia costata*.

Tabulka 3. Doprovodná malakofauna lokalit s výskytem *P. sterrii*. F – frekvence zastoupení druhu na osmi lokalitách v procentech. Druhy jsou řazeny sestupně dle frekvence (v %) s jakou se vyskytují společně s *P. sterrii* na lokalitách: tmavě šedě – hlavní společenstvo doprovázející druh, světle šedě – ostatní frekventované druhy objevující se na více jak polovině lokalit společně se zrnovkou.

Ekol. skupina	Název druhu/ lokalita	1	2	4	6	7	10	13	14	F (%)
B 4	<i>Pupilla sterrii</i>	27	5	60	31	58	4	1	2	100,0
B 4	<i>Granario frumentum</i>	189	21	50	102	72	96		38	87,5
B 4	<i>Cecilioides acicula</i>	4	2	3	9	8	8		31	87,5
C 6	<i>Cochlicopa lubricella</i>	28	16	3	2		3		3	75,0
B 4	<i>Pupilla triplicata</i>	52	26	13	47	17				62,5
A 2	<i>Alinda biblicata bohémica</i>			22	38	65	88	13		62,5
B 4	<i>Xerolenta obiva</i>	19		3	3	15			99	62,5
B 5	<i>Vallonia pulchella</i>	1		2		6	23		17	62,5
C 6	<i>Bulgarica nitidosa</i>	4			13		7	4	11	62,5
B 5	<i>Truncatellina cylindrica</i>	6	3				14		35	50,0
A 2	<i>Aegopinella minor</i>					1	8	1	1	50,0
A 2	<i>Helix pomatia</i>					3	1	1	2	50,0
B 4	<i>Chondrina avenacea</i>	3		2	35	20				50,0
B 5	<i>Vallonia costata</i>	10		3		6	1			50,0
C 7	<i>Clausilia dubia</i>			1			4	4		37,5
A 1	<i>Monachoides incarnatus</i>						2	1		25,0
B 5	<i>Euomphalia strigella</i>					1			15	25,0
C 7	<i>Helicigona lapicida</i>					1		2		25,0
B 4	<i>Helicopsis striata</i>		3							12,5
B 5	<i>Vertigo pygmaea</i>		3							12,5
A 1	<i>Cochlodina laminata</i>							4		12,5
A 1	<i>Merdigera obscura</i>							2		12,5
A 1	<i>Oxychilus depressus</i>						1			12,5
A 2	<i>Discus rotundatus</i>							1		12,5
B 4	<i>Caucasatachea vindobonensis</i>								1	12,5
C 7	<i>Oxychilus draparnaudi</i>						4			12,5
C 7	<i>Vitrina pellucida</i>						3			12,5
Celkem jedinců		343	79	162	280	273	267	34	255	-
Celkem druhů		11	8	11	9	13	16	11	12	-

Jak ukazuje Tabulka 4, na žádné z detailně zkoumaných lokalit nebyli nalezeni bohužel žádní živí jedinci *P. sterrii*. Na dvou plochách o rozměru 1x1 m, se podařilo nalézt jen 3 resp. 4

jedince (lokality č. 1 a 6), kteří byli čerstvě mrtví s nepoškozeným periostrakem. Abundance zrnovky žebnaté na lokalitách, kde bylo vůbec možné nalézt více jejích jedinců a založit plochu 1x1 m pro získání představy o celkových abundancích na 1 m², nakonec ukázaly, jak žalostný je stav zdejších metapopulací. Vážnost situace ukazují i počty čerstvých mrtvých schránek nalezených celkově na velkých plochách mnoha stovek metrů čtverečních prozkoumaných během monitoringu na celých velkých lokalitách (viz Tabulka 5). V podstatě nikde se nepodařilo najít více jak 3 schránky *P. sterrii* na jedné malé ploše, což bylo mé kritérium pro založení plochy 1x1 m a detailního spočtení zdejších abundancí plů pro posouzení hustoty metapopulací *P. sterrii*.

Tabulka 4. Celkové abundance jedinců nalezených druhů na 1 metru čtvereční plochy na třech lokalitách v západní části CHKO Český kras. Ž – počet živých jedinců na ploše, ČM – počet čerstvých mrtvých schránek na ploše, DM – počet dlouho ležících mrtvých schránek na ploše.

Ekol. skupina	Lokalita	1			6			14		
		Ž	ČM	DM	Ž	ČM	DM	Ž	ČM	DM
B 4	<i>Pupilla sterrii</i>	0	3	14	0	4	27	0	0	2
B 4	<i>Granaria frumentum</i>	0	12	93	0	14	88	0	7	27
B 4	<i>Xerolenta obiva</i>	0	4	13	0	3	0	0	4	0
C 6	<i>Bulgarica nitidosa</i>	0	0	2	0	8	5	0	6	4
C 6	<i>Cochlicopa lubricella</i>	0	1	7	0	0	2	0	0	3
B 4	<i>Cecilioides acicula</i>				0	0	9	0	0	15
B 4	<i>Pupilla triplicata</i>	0	3	14	0	6	41			
B 5	<i>Truncatellina cylindrica</i>	0	0	1				0	0	3
B 5	<i>Vallonia pulchella</i>	0	0	1				0	0	6
A 2	<i>Alinda biblicata bohémica</i>				0	4	34			
B 4	<i>Chondrina avenacea</i>				0	27	8			
B 5	<i>Euomphalia strigella</i>							0	0	7
B 5	<i>Vallonia costata</i>	0	0	8						
Počet jedinců na lokalitě		0	23	153	0	66	214	0	17	67
Počet druhů na lokalitě		0	5	9	0	7	8	0	3	8

Tabulka 5. Celkový počet čerstvě mrtvých schránek jednotlivých druhů na lokalitách nalezených během monitoringu historických lokalit výskytu *P. sterrii* v roce 2022 v západní části CHKO Český kras.

Ekol. skupina	Název druhu/ lokalita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
		čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm	čm		
A	1	<i>Cochlodina laminata</i>											3	2				
		<i>Merdigera obscura</i>													1			
		<i>Monachoides incarnatus</i>														1		
		<i>Oxychilus depressus</i>																
	2	<i>Aegopinella minor</i>																
		<i>Alinda biblicata bohemica</i>				4	6	4	12			26		1	3			
		<i>Discus rotundatus</i>														1		
		<i>Helix pomatia</i>																
B	4	<i>Caucasotachea vindobonensis</i>																
		<i>Cecilioides acicula</i>									3	8						
		<i>Granaria frumentum</i>	27	2	1	10	7	14	5	18	13	15						9
		<i>Helicopsis striata</i>																
		<i>Chondrina avenacea</i>	1			2		27	8		3							
		<i>Pupilla sterrii</i>	4			6		4	6			1				1		
		<i>Pupilla triplicata</i>	3	3			4	6										
		<i>Xerolenta obiva</i>	5		4	1	5	3	5	3	5							18
	5	<i>Euomphalia strigella</i>							1									7
		<i>Pupilla muscorum</i>																
		<i>Truncatellina cylindrica</i>	4				1				1	4						
		<i>Vallonia costata</i>	1															
		<i>Vallonia pulchella</i>	x								1	4						
		<i>Vertigo pygmaea</i>																
C	6	<i>Bulgarica nitidosa</i>					8				4			2	6			
		<i>Cochlicopa lubricella</i>	6	2		1					6	2						
	7	<i>Clausilia dubia</i>										2			4			
		<i>Helicigona lapicida</i>																
		<i>Oxychilus draparnaudi</i>										2						
		<i>Vitrina pellucida</i>																
	celkem jedinců		51	7	5	24	23	66	37	21	32	72	0	4	15	40		
celkem druhů		8	3	2	6	5	7	6	2	7	11	0	2	8	4			

5. 3. Stav historických lokalit výskytu *P. sterrii*

Na historických lokalitách s nálezy čerstvých schránek *P. sterrii* (celkem 8 lokalit) je biotop oproti ostatním lokalitám příznivější. Jedná se o otevřená a suchá stanoviště stepí, suchých skal

a otevřených často xerothermních stanovišť, které nejsou zarostlé náletovými dřevinami, jak je vidět na Obr. 13.



Obr. 13 Stanoviště/lokality s nálezy čerstvých schránek, vyhovující zrnovce *P. sterrii*.

Jak lze vidět níže na Obr. 14. a 15, stav některých biotopů již není vhodný k výskytu *Pupilla sterrii*, dle charakteru lokalit a vegetace lze lokality vyhodnotit jako zcela nevhodné. A to údolí nad Měňany v oblasti Měňanského jezera. Tato lokalita je velmi zamokřená a z velké části zemědělsky využívána. A dále lokalita Liteň, rybník Obora na Měňanském potoce, zde převládá lesní porost.



Obr. 14. Lokalita č. 15 - údolí nad Měňany v oblasti Měňanského jezera.



Obr. 15. Lokalita č. 16 - Liteň, rybník Obora na Měňanském potoce.

Na některých lokalitách probíhá aktivní management péče o území, a to cílenou pastvou smíšených stád koz a ovcí, probíhá i kosení a vyřezávání křovin. Některá místa však nejsou zpřístupněna kvůli ochraně vůči sešlapávání. Takový management probíhá hlavně na lokalitách v blízkosti Koněpruských jeskyň, a to v NPP Zlatý kůň, a to od roku 2004 nebo v PR Tetínské skály.

Jak ukazuje Tabulka 6 s doplňující charakteristikou a daty zapsanými na 16 lokalitách. Pouze 3 lokality jsou otevřené a osvětlené (1,2,3) tyto lokality jsou v těsné blízkosti aktivního Lomu Čertovy schody a Koněpruských jeskyň. Na zbývajících lokalitách je zástín z náletových dřevin, a to na různých místech oblasti, jedná z velké části o místa po skalami, nejvíce na lokalitách 12, 13, 14 (PR Tetínské skály). Souběžně s lokalitami vede 3. tranzitní koridor (TŽK) Praha-Beroun-Plzeň-Cheb. Lokality jsou obtížně přístupné, vlhké, zastíněné náletovými dřevinami. Ve spodní části skal jsou stanoviště zarostlá mechem, slunce na lokality dopadá až v druhé polovině dne.

Lokality s nejvyšším procentem skalního povrchu nad 50 % jsou lokality 2, 5, 6, 7 u lokalit 10, 11 a 14 je to v procentní škále 20–80 %. Lokality s nejnižším procentem skalního povrchu kolem 5 % jsou lokality 15 a 16. Jak je již zmíněno a vidět na Obr. 15 a 16, jsou lokality zarostlé a zemědělsky obhospodařované. Lokality s nálezy *P. sterrii* mají obnažený skalní povrch zastoupen mezi 40 % až 80 %, naopak lokality s nízkým zastoupením obnaženého půdního nebo skalního povrchu obvykle nejsou vhodnými stanovišti pro *P. sterrii*. Největší počet nor byl zaznamenán na lokalitě č. 13, konkrétně 6 nor, na lokalitách 1415 a 8 v počtu 1–2 nory. Na zbývajících lokalitách nory nebyly vůbec nalezeny, i když na všech lokalitách byly objeveny vždy hmyzí ukryty či hnízda. Nepotvrdilo se, že by vyšší přítomnost nor nějak podporovala výskyt zrnovky žebernaté na zkoumaných lokalitách. Ty s nejvyšším počtem nor buď vůbec zrnovka neobývá, nebo na nich byla nalezena jediná schránka.

P. sterrii vyhovuje vápnlitý podklad a slunná stanoviště, jak ukazuje Tabulka 6. Na všech 16 lokalitách je geologické podloží vápencové, i když na lokalitách s nálezy druhu se uplatňují v podloží i břidlice, silicity a místy i vulkanogenní příměs.

Tabulka 6. Doplňující charakteristiky a data zaznamenaná na navštívených lokalitách.

lokality	datum sběru	geografické souřadnice	nadmořská výška	sklon (v °)	skalní povrch (v %)	půdní povrch (v %)	geologické podloží	zástin	počet nor
1.	08.06.2022	49,5455N	355	8	50	35	vápenec	osvícená	hmyzí
	14.06.2022	14,0256E					břidlice	otevřená	
2.	14.06.2022	49,5455N	361	9	70	25	vápenec	otevřená	hmyzí
		14,0257E					břidlice	osvícená	
3.	14.06.2022	49,5459N	384	14	15	80	vápenec	otevřená	hmyzí
		14,0249E						osvícená	
4.	15.06.2022	49,5452N	383	20	40	45	vápenec	osvícená	hmyzí
	22.06.2022	14,0309E					břidlice	místy zástin	
5.	22.06.2022	49,5459N	354	20	80	45	vápenec	osvícená	hmyzí
		14,0249E					břidlice	místy zástin	
6.	22.06.2022	49,5459N	355	20	80	45	vápenec	osvícená	hmyzí
		14,0249E					břidlice	místy zástin	
7.	31.07.2022	49,5444N	325	30	60	40	vápenec	osvícená	hmyzí
		14,0303E					břidlice	místy zástin	
8.	24.09.2022	49,5453N	372	12	20	70	vápenec	osvícená	1 nora
	05.10.2022	14,0416E					břidlice	místy zástin	hmyzí
9.	24.09.2022	49,5527N	408	10	40	65	vápenec	osvícená	hmyzí
		14,0319E					břidlice	místy zástin	
10.	04.10.2022	49,5440N	341-	8-12	20-60	10-75	vápenec	osvícená	hmyzí
		12,0226E	400					místy zástin	
11.	08.10.2022	49,5655N	229-	8-12	40-70	20-60	vápenec	osvícená	hmyzí
		14,0642E	317					místy zástin	ježek
12.	09.10.2022	49,5788N	216	8	80	20	vápenec	zastíněná	x
		14,0607E					zarostlá		
13.	09.10.2022	49,5701N	218	4-10	20-80	10	vápenec	zastíněná	6 nor
		14,0630E					osvícená		
14.	12.10.2022	49,5655N	222-	12	40-80	20-45	vápenec	osvícená	2 nory
		14,0723E	230					místy zástin	hmyzí
15.	11.05.2022	49,5727N	362	22	5	65	vulkanity	otevřená	2 nory
	13.05.2022	14,0557E					vápence	osvícená	hmyzí
16.	11.08.2022	49,5439N	278-	6	5	80	písky a štěrky	otevřená	x
		14,0602E	341				rašelina, pískovce	místy zástin	

6. Diskuse

6.1. Stav populace *Pupilla sterrii* a jejích biotopů v koněpruské části Českého krasu

Stav populace *P. sterrii* v koněpruské a z části i v kodske oblasti Českého krasu není dobrý. Druh nebyl nalezen na polovině zkoumaných lokalit, některé lokality ani nemají v současnosti charakter původního biotopu a není vůbec možné, aby tam druh mohl žít. Na druhé polovině lokalit, kde byl druh nalezen, byl však nalezen jen v podobě čerstvých mrtvých schránek, nikde nebyli nalezeni živí jedinci, což svědčí o tom, že je druh na ústupu a vyskytuje se na lokalitách už jen ve velmi nízkých abundancích. Druh pravděpodobně v současnosti pomalu a nenápadně vymírá, tak jako tomu bylo v minulém století se suchorypkou (*Helicopsis striata*) (Korábek et al. 2015). Příčiny je možné hledat především v zarůstání lokalit náletovými dřevinami, jak bude diskutováno níže, tudíž jde o opuštění tradičních metod obhospodařování krajiny, které zde fungovaly tisíce let stále podobně až do druhé světové války. Od té doby se způsob obhospodařování krajiny změnil, dochází k jejímu zarůstání téměř všude v celé ČR, nejen v krasu a výsledkem je vymírání a mizení druhů vázaných na bezlesá obhospodařovaná stanoviště. Kromě zarůstání dřevinami dochází i k expanzi konkurenčně silnějších druhů rostlin, často nitrofilních nebo jinak zvýhodněných oproti méně konkurenceschopným druhům stepí, neboť v posledním století docházelo k nárůstu spadu dusíku a dalších živin vlivem průmyslu a pozměnilo to tak biotopy přítomností nadměrného množství některých látek. Mění se tak struktura vegetace a celkový charakter biotopu, na který byla dosud zrnovka vázána. Podle mých sledování se zdá, že je vázána spíše na stepní a skalní stanoviště s vyšším podílem obnaženého půdního nebo skalního povrchu a že jí vyhovují krátkostébelné stepní trávníky, které jsou řídké s nízkým zapojením drnu. Ty jsou však již dnes i v krasu poměrně vzácností, neboť přerůstají a zapojují se v důsledku již zmiňovaných změn.

Stav biotopu zrnovky žebernaté v Českém krasu není dobrý. Ke stavu biotopů zkoumaných lokalit lze říci, že jedním z hlavních problémů je zarůstání náletovými dřevinami, ale problémem mohou být i invazní druhy, kterými rozumíme geograficky nepůvodní taxony, které se samovolně a nekontrolovaně šíří. Expanzivní druhy jsou druhy domácí, které se masivně šíří na nová stanoviště. Invazní i expanzivní rostliny mohou negativně ovlivňovat rozsáhlé plochy biotopů a zcela změnit jejich druhové složení kompeticí o živiny, vodu nebo světlo, nebo obohacováním stanoviště o produkované látky (dusíkaté sloučeniny, růstové inhibitory). Nejohroženější jsou společenstva skalních a suchých trávníků, která mohou být invazí či expanzí naprosto zničena. Rizikový je především ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*),

trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*) (AOPK ČR), což jsou druhy patrné na hůře přístupných místech lokalit spodních částí skal. Různá sukcesní stadia vegetace přímo ovlivňují výskyt mnoha druhů plžů. S rostoucí dobou od opuštění činnosti v lomech prokazatelně klesá početnost druhů otevřené krajiny (Kocurková et al. 2012), a to se projevuje i v případě zarůstajících skalních výchozů a stepí s historickým výskytem zrnovky žebertonaté. Na vápencovém podloží se uchovávají měkkýši delší dobu v dobrém stavu než na kyselejších substrátech. Koněpruská podoblast je charakteristická nejintenzivnějším hospodářským využíváním. Která zde probíhá až v moderní době. (Podroužková et al. 2020) Český kras je budován převážně zvrásněnými vápenci siluru a devonu s pestrým vývojem od čistých vápenců až vápnitých břidlic. Geologické podloží na lokalitách je převážně vápenec, tedy *P. sterrii* plně vyhovují vápnitá stanoviště, lokality jsou bezlesé, otevřené a obvykle plně osvětlené, jak dokumentuje Obr. 13, na němž je vidět příznivý biotop pro výskyt druhu. Ačkoliv na polovině lokalit již biotop *P. sterrii* pravděpodobně plně zanikl, na lokalitách, kde byly nalezeny čerstvé schránky s nízkými abundancemi druhu by bylo dobré zavést management, při kterém budou trvale lokality udržovány jako bezlesé. Jakmile dojde byť i na pár let k zárůstu lokality, dojde i ke ztrátě druhu na lokalitě, což je posléze nevratné, neboť se nemá populace odkud vrátit a znovu plochy osídlit.

6.2. Malakofauna lokalit s výskytem *Pupilla sterrii*

Díky úsilí řady českých malakozoologů bylo shromážděno více než 11000 záznamů o výskytu 142 měkkýšů druhů na 791 lokalitách (Podroužková et al. 2020). V Českém krasu se vykytuje 125 druhů plžů a 17 druhů mlžů, z nichž v průběhu mého výzkumu bylo nalezeno celkem 28 druhů plžů včetně *P. sterrii*. Monitoring malakofauny proběhl na všech 11 historických lokalitách s výskytem *P. sterrii* v koněpruské podoblasti (podle publikace Podroužková et al. 2020). S ohledem na stav lokalit č. 15 a 16, kde biotop není vhodný pro výskyt *P. sterrii*, byly ještě k těmto lokalitám přidány některé historické lokality z kodske podoblasti. Zmíněné nevhodné lokality byly zamokřené a zarostlé, z části zemědělsky obhospodařované či využívané pro chov vysoké zvěře (dančí obora) a tedy z větší části v soukromém vlastnictví. Veřejně přístupná místa jsou již v současnosti překryta vzrostlým lesem a nejedná se o otevřená slunná stepní stanoviště, i když v minulosti tomu tak mohlo být. Byly proto přidány 3 lokality z kodske podoblasti (PR Tetínské skály) a jedna lokalita jako vzorová pro zaučení (Lištické skály). Jak ukazuje Tabulka 3 zrnovku *P. sterrii* doprovázejí na jejich stanovištích nejčastěji *Granaria frumentum*, *Ceciloides acicula*, *Cochlicopa lubricella*, *P. triplicata*, *A. biplicata*

bohemica, *X. obvia*, *V. pulchella*, *B. nitidosa*. Jsou to typické xerothermní druhy suchých travnatých a skalních stepí. Jak znázorňuje Obr. 10 a 11 nejzastoupenější ekologickou skupinou na monitorovaných lokalitách je hlavní ekologická skupina B (tj. ekoskupiny 4-5), což jsou druhy stepí a skal a xerothermních bezlesých biotopů, jak také ukazuje Tabulka 2.

Historická nálezová data sahají až do 19. století. Intenzivnější sběry v Českém krasu probíhaly v letech 1920–1956. V posledních desetiletích (1999–2015) byly podrobně malakologicky zpracovány některé oblasti (viz Podroužková et al. 2020). Jak ukazuje Tabulka 7, kde jsou porovnávány historické sběry na lokalitách se sběry v roce 2022. Ze záznamů historických sběrů na lokalitách v koněpruské podoblasti, které z větší části prováděl V. Ložek na navštívených lokalitách v letech 1941–1989, jsou v porovnání se současností vidět značné rozdíly v počtu nalezených druhů na jednotlivých lokalitách. Větší rozdíly jsou patrné u lokalit 1, 7, 10, 14, kdy v roce 2022 bylo nalezeno více druhů. V opačném případě byly vyšší nálezy historické, a to u lokalit 2, 3, 8, 11 a 12. Domnívám se, že u lokalit 11 a 12 je to zapříčiněno změnou provozu na železniční trati, která vede souběžně s lokalitami. Lokalita 11 se nachází přímo u kolejí, místo je v současnosti vlhké a zastíněné. Nález by byl možný spíše výše na skalách. Lokalita 12 je přístupnější, ale z 80 % zcela zarostlá. To se týká i většiny ostatních lokalit, které byly oproti minulosti druhově daleko chudší, jejich největším problémem je většinou zarůstání náletovými dřevinami, kde se nemohou stepní druhy jako je zrnovka udržet.

Tabulka 7. Porovnání historických sběrů s monitoringem sběrů na historických lokalitách výskytu *Pupilla sterri* v roce 2022 v západní části CHKO Český kras

Ekol. skupina	Název druhu/ lokalita	4	6	Ložek (1945)	7	Ložek (1999)	10	13	Ložek (1941-1943)	14	1	Hlabač (1999)	2	3	Ložek (1942,1978) Hlabač (1951)	5	Ložek (1945)	8	Hlabač (1999,2002)	9	Ložek (1941)	11	Ložek (1943)	12	Ložek (1944)
B 4	<i>Pupilla sterri</i>	60	31	x	58	x	4	1	x	2	27	x	5		x		x		x		x		x		x
B 4	<i>Granaria frumentum</i>	50	102	x	72		96			38	189	x		24	x	36	x	73	x	130	x				x
B 4	<i>Cecilioides acicula</i>	3	9		8		8			31	4		2					6	x	6					x
C 6	<i>Cochlicopa lubricella</i>	3	2			x	3		x	3	28		16	1				16	x	37					x
B 4	<i>Pupilla triplicata</i>	13	47	x	17				x		52		21			8	x				x		x		x
A 2	<i>Alinda biclicata bohémica</i>	22	38	x	65		88	13	x							47	x		x		x		x	1	x
B 4	<i>Xerolenta obiva</i>	3	3		15					99	19	x		11	x	9		8	x	17	x				
B 5	<i>Vallonia pulchella</i>	2			6	x	23			17	1	x				8		6	x	13	x		x		
C 6	<i>Bulgaria nitidosa</i>		13			x	7	4	x	11	4				x			2	x	1					x
B 5	<i>Truncatellina cylindrica</i>						14		x	35	6	x	3	1		1		2	x	2	x				x
A 2	<i>Aegopinella minor</i>			x	1		8	1		1							x		x						
A 2	<i>Helix pomatia</i>			x	3		1	1		2						x	1	x		x					
B 4	<i>Chondrina avenacea</i>	2	35	x	20	x					3						x		x		4	x			x
B 5	<i>Vallonia costata</i>	3		x	6	x	1		x		10							x		x				x	
C 7	<i>Clausilia dubia</i>	1		x		x	4	4	x									x					x		x
A 1	<i>Monachoides incamatus</i>						2	1	x										x						
B 5	<i>Euomphalia strigella</i>				1				x	15									x				x		
C 7	<i>Helicigona lapicida</i>				1	x		2												1	x				
B 4	<i>Helicopsis striata</i>												3												
B 5	<i>Vertigo pygmaea</i>			x									3	3	x		x				x				x
A 1	<i>Cochlodina laminata</i>			x				4									x		x					3	
A 1	<i>Merdigera obscura</i>							2												x					
A 1	<i>Oxychilus depressus</i>						1																		x
A 2	<i>Discus rotundatus</i>							1												x					
B 4	<i>Caucasotachea vindobonensis</i>									1										x					
C 7	<i>Oxychilus draparnaudi</i>						4																		
C 7	<i>Vitrina pelucida</i>						3																		
B 5	<i>Pupilla muscorum</i>																			x					x
Celkem jedinců		162	280	-	273	-	267	34	-	255	343	-	53	40	-	118	-	114	-	211	-	0	-	4	-
Celkem druhů		11	9	11	13	8	16	11	10	12	11	5	7	5	12	7	11	8	18	9	10	0	7	2	13

6.3. Historický vývoj lokalit s výskytem *Pupilla sterri* v Českém krasu

Plži společenstva představují cenný doplněk k poznání xerothermní drobné fauny Českého krasu (Ložek 1974). *Pupilla sterri* je reliktní druh, který se vyskytoval na našem území v průběhu glaciálů mnohem častěji, než v současnosti a byl druhem sprašových (vápničných) stepí (Ložek 1964). V Českém krasu se jedná o velmi svébytný typ skalních stepí, jak z hlediska chemismu jejich půd, tak fyzikálních vlastností. Z hlediska živé přírody jsou fragmenty bezlesí tím nejčastějším. Členitá krajina krasu s propustnými vápenci a k jihu otočenými svahy byla vždy jako stvořená pro přežití suchomilných a světlomilných druhů a jejich společenstev včetně *P.*

sterrii. V České republice se druh *P. sterrii* vyskytuje častěji právě jen v Českém krasu a na Pálavě. Mimo tato území je výskyt pouze vzácný a roztroušený. Koněpruská část CHKO stejně tak jako celá krasová oblast byla po době ledové udržována až do současnosti více či méně odlesněná, neboť jde o oblast starosídelní, kde člověk působil jako zemědělec dlouhá tisíciletí již od neolitu a krajinu aktivně odlesňoval. Díky tomu se zde mohl druh udržet jako jakýsi relikv doby ledové až doposud. Zlom přišel po druhé světové válce, kdy se přestalo v krajině hospodařit tradičními způsoby a zemědělská činnost již přestala být provozována jednotlivci, ale velkoplošně a intenzivně. Tím že se přestalo v krajině pást, hrabat stelivo, kosit atd., začala tato krajina udržovaná po tisíciletí jako bezlesá zarůstat a v důsledku toho v současnosti vymizela až polovina historických lokalit *P. sterrii* a ani na lokalitách, kde byla potvrzena přítomnost čerstvých schránek (Tabulka 4) druhu není jisté, že zde druh do budoucna přežije, protože jeho abundance jsou jen velmi slabé.

6.4. Management lokalit a doporučení pro ochranu přírody

Na vybraných lokalitách CHKO Český kras probíhá aktivní pastevní management suchých trávníků pro zachování a obnovy druhově bohatých společenstev. Pastva přispívá ke zlepšování stavu stepních lokalit a udržení celkové druhové bohatosti. S lidským osídlením byla vždy spojena pastva domácích zvířat, která patří mezi významné krajinotvorné vlivy. Kombinace koz a ovcí je nejvýhodnější při pastvě trávníků zarůstající dřevinami. V současnosti je v Českém krasu vypásáno každý rok pravidelně přes 70 ha stepních trávníků (Prach et al. 2022). Mnoho míst však i přesto zarůstá dřevinami a příroda má volnou ruku, a to zejména v opuštěných lomech a na nepřístupných skalních terénech, což bývají právě lokality výskytu zrnovky žebernaté. Stav lokalit je z velké části ovlivněn i turistikou, CHKO Český kras je hojně navštěvována, a i to může mít zrovna na tento druh pozitivní efekt, neboť sešlapem se některá místa udržují bezlesá. Hůře přístupná místa u skal jsou velmi oblíbená horolezci, kteří možná mohou rovněž menším dílem přispívat k udržování bezlesí na stanovištích druhu. Management jednotlivých lokalit je vázán na plán péče o CHKO Český kras na období 2020–2029 nebo i na plány péči jednotlivých MZCHÚ, v nichž se lokality nacházejí. Jejich dlouhodobým cílem je obvykle přirozená rozmanitost biotopů a pestrost území.

Do budoucna lze ochraně přírody doporučit dokončit monitoring všech historických lokalit výskytu druhu, vyhodnotit lokality, které ještě hostí bohatší populace druhu a zavést zde

intenzivní management, který udrží lokality bezlesé a nezarůstající. Jedině tak bude schopen druh v území přežít i v budoucnu.

7. Závěr

Měkkýši jsou jednou z nejvyužívanějších modelových skupin organismů. Díky relativně malé pohyblivosti a úzké vazbě na určitý typ stanoviště jej velmi dobře charakterizují. Omezená migrační schopnost má za následek, že rozšíření jednotlivých druhů odráží i dávné události v krajině - měkkýši jsou jakési paměťové buňky krajiny (Horsák et al. 2013). Práce byla zaměřena na monitoring reliktního stepního plže zrnovky žebernaté (*P. sterrii*) a zabývala se i stavem jejích biotopů ve vybrané koněpruské a zčásti i kodske oblasti CHKO Český kras. Hlavním cílem práce byl monitoring nerevidovaných lokalit historického výskytu *P. sterrii*, který prokázal výskyt druhu už jen na polovině jejích původních lokalit, neboť v současnosti na velké části lokalit její biotop postupně zaniká především zarůstáním dřevinami. CHKO Český kras je v podstatě jedinou rozsáhlejší oblastí výskytu zrnovky žebernaté (*Pupilla sterrii*) v Čechách, neboť v krasu až dosud mívala příznivé podmínky skalních stepí na vápencovém podkladu. Nicméně tyto stepi, na nichž se druh udržel patrně od poslední doby ledové, v současnosti degradují ať už zarůstáním dřevinami nebo i expanzími rostlinami a jsou tak na ústupu včetně zájmového druhu. Populace zrnovky je zapotřebí i nadále monitorovat, doplnit monitoring koněpruské oblasti o ostatní oblasti s historickým výskytem *P. sterrii* v Českém krasu a co nejdříve vyhodnotit celkový stav krasové populace, stavu jejích biotopů i návrhů vhodného managementu, který by mohl na stěžejních lokalitách s nejhustšími populacemi předejít jejich zániku. Tím bych se chtěla zabývat v navazující diplomové práci.

8. Seznam použitých zdrojů

- Banaszak J., Bernad R., Blazsak C., 2002: Czerwona Lista zwierząt ginących i zagrożonych wyginięciem. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Krakow, 74 s.
- Beran L., 2013: Měkkýši (Mollusca). Příroda Pobečví. Lapáček J., Český svaz ochránců přírody ZO 74/03. Lipník nad Bečvou. 98 s.
- Beran L., Juříčková L., Horsák M., 2017: Mollusca (měkkýši) - In: Hejda R., Farkač J., Chobot K., [eds.]: Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí – Příroda 36. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha 611 s.
- Farkač J., Král D., Škorpík M., 2005: Červený seznam ohrožených druhů České republiky Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 s.
- Hájek M., Horsáková V., Hájková P., Coufal R., Dítě D., Němec T. & Horsák M., 2019: Habitat extremity and conservation management stabilise endangered calcareous fens in a changing world. – *Science of the Total Environment*, 719(1),
- Horáčková J., Ložek V., Juříčková L., [eds.], 2018: Měkkýši Chráněné krajiny oblasti České středohoří – Příroda 37. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha 516 s.
- Horsák M., (2003): How to sample mollusc communities in mires easily. – *Malacologica Bohemoslovaca* 2: 11–14.
- Horsák M., Škodová J. & Cernohorsky N., 2011: Ecological and historical determinants of Western Carpathian populations of *Pupilla alpicola* (Charpentier, 1837) in relation to its present range and conservation. – *Journal of Molluscan Studies*, 77(3), 248–254.
- Horsák M., Juříčková L., Picka J., 2013: Měkkýši České republiky. Nakladatelství Kabourek, Zlín, 264 s.
- Horsák M., Horsáková V., 2015: Malakozoologův průvodce (makro)ekologii. *Živa* 5: 245-248 s.
- Horsák M., Čejka T., Juříčková L., Beran L., Horáčková J., Dvořák L., Coufal R., Maňas M., Horsáková V., 2023: Kontrolní seznam a mapy rozšíření měkkýšů České a Slovenské republiky (online) [cit.2024.01.26.], dostupné z <https://mollusca.sav.sk/malacology/checklist.htm>

Ježovica, J., 2023: Výskyt plže zrnovky žebnaté (*Pupilla sterri*) v CHKO České středohoří a stav jejích biotopů. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Katedra plánování krajiny a sídel, Praha. 94 s. (diplomová práce). “nepublikováno”. Dep. SIC ČZU v Praze

Jungbluth, Jürgen & Knorre, Dietrich & Bößneck, U. & Klaus, Groh & Hackenberg, E. & Kobialka, H. & Körnig, G. & Niederhöfer, H.-J & Petrick, S. & Schniebs, Katrin & Wiese, Vollrath & Wimmer, W. & Zettler, Michael., 2012: Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland. 6. revidierte und erweiterte Fassung. Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft. 56. 1-28.

Juříčková L., 2005: Měkkýši (Mollusca) hradů jako ekologického fenoménu. – Malacologica Bohemoslovaca 3, 100-148.

Kerney M.P., Cameron, R.A.D., Jungbluth J.H., 1983: Die landschnecken Nord – und Mitteleuropas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 384 s.

Kocurková A., Juříčková L., 2012: Měkkýši lomů v Českém krasu. Živa3, 129-131 s.

KORÁBEK O., JUŘIČKOVÁ L. & LOŽEK V. 2015: History of two critically endangered grassland snails (Pulmonata:Helicellinae) in the Czech Republic with first molecular data in extinct populations. – Biologie 70(8): 1102–1107.

Lisický M., 1991: Mollusca Slovenska. Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava 344 s.

Ložek V., 1949: Studie českých stepí na základě recentních i fosilních měkkýšů. Česká akademie věd a umění, Praha, 90 s.

Ložek V. (1953): O systematickém postavení plže *Laciniaria nitidosa* (Uličný) n. emend. – Rozpravy Československé akademie věd a umění, LXII, 5: 18 stran.

Ložek V., 1956: Klíč Československých měkkýšů. Vydavatelství Slovenská akademie věd, Bratislava, 359 s.

Ložek V., 1964: Quartärmollusken der Tschechoslovakei. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 374 s.

Ložek V., 1972: Droliny Českého Středohoří. Lidé a Země 21, 2: 70-72 s

Ložek V., 1974: Příroda Českého krasu v nejmladší geologické minulosti. *Bohemia centralis* 3, 175-194 s.

Ložek V., 2010: Spraš a sprašová step-přehlížený biom ledových dob II. Sprašová step-významný prvek glaciální krajiny. *Živa* 58, 146-149s.

Martin K., Sommer M., 2004: Effects of soil properties and land management on the structure of grassland snail assemblages in SW Germany. *Pedobiologia*, Německo, 48: 193-203 s.

Pfleger V., 1988: Měkkýši. Nakladatelství Artia, Praha, 191 s.

Podroužková Š., Ložek V., Juříčková L., Horáčková J., Beran L., Hlaváč J., 2020: Měkkýši Českého krasu – Příroda 40. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha 296 s.

Prach J., Mottl J., Ložek V., Hružová L., Veselý J., Urban T., Pojer F., 2022: Český kras - půl století pod ochranou CHKO. *Ochrana přírody* 2: 2-6s.

Říhová D., Janovský Z, Horsák M., Juříčková L. (2018): Shell decomposition rates in relation to shell size and habitat conditions in contrasting types of Central European forests. – *Journal of Molluscan Studies* 84(1): 54-61.

Rote Liste Weichtiere (Schnecken und Muscheln) CHE, 2012, Bundesamt für Umwelt BAFU, Schweizerisches Zentrum für die Kartographie der Fauna (SZKF/CSCF), Neuenburg, 148 s.

WELTER-SCHULTES, F. W., 2012: European non-marine molluscs, a guide for species identification: Bestimmungsbuch für europäische Land – und Süßwassermollusken. Planet Poster Editions, Göttingen, 760 s.

Internetové zdroje:

AOPK ČR, ©2023: Správa CHKO Český kras (online) [cit.], dostupné z <https://ceskykras.nature.cz/>

Česká geologická služba, ©2023: Geovědní mapy 1: 50 000 (online) [cit.], dostupné z <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

IUCN, ©2024: Červený seznam ohrožených druhů IUCN (online) [cit.2024.01.26], dostupné z <https://www.iucnredlist.org/resources/neubertetal2019>

Naturabohemica, ©2023: *Pupilla sterri*-zrnovka žebertatá (online) [cit.2024.29.2] dostupné z <http://www.naturabohemica.cz/pupilla-sterrii/>

RLZ, ©2024: Rote –Liste-Zentrum DE (online) [cit.2024.01.26], dostupné z https://www.rote-liste-zentrum.de/de/Detailseite.html?species_uuid=2e64ea7f-5ce1-4c6b-aa49-cb168fff9b62&species_organismGroup=Binnenmollusken&q=pupilla%20sterrii

Správa jeskyní České republiky, ©2023: Český kras (online) [cit.], dostupné z <https://www.caves.cz/>

Přílohy

Příloha č.1 NDOP měkkýši tabulka, data z lokalit

