

# Výskyt pesticidních látek ve vybraných lokalitách CHKO Moravský kras s dopadem na skapové vody

Tatána Halešová, Marie Kotyzová

**Ve skapových vodách Harbešské a Amatérské jeskyně v CHKO Moravský kras byly opakovaně zjištěny obsahy především triazinových, chloracetanilidových a azolových pesticidů. Tyto skupiny pesticidů mohou představovat potenciální nebezpečí pro necílové**

organismy, ale také pro zdraví člověka. Pesticidní látky jsou zde sledovány od roku 2015 a podrobnější výsledky přinesla studie financovaná z Programu péče o krajинu. Jejím účelem bylo zjistit, zda a v jaké míře dochází k transportu pesticidů z povrchu do jeskynních systémů.

Závrt Společnák na Harbešské plošině. Foto Marie Kotyzová



## Charakteristika území

Pro studii byly zvoleny 3 lokality (Amatérská jeskyně, Harbešská jeskyně a Holštejnská jeskyně) nacházející se v severní části CHKO Moravský kras. Článek je zaměřen pouze na lokality s významnými pozitivními nálezy pesticidních látek, kterými jsou Amatérská a Harbešská jeskyně.

**Amatérská jeskyně** zahrnuje podzemní vázané na ponorné toky Bílé vody a Sloupského potoka. V nitru Amatérské jeskyně vzniká říčka Punkva. Podzemní Punkva byla v roce 2004 zapsána na Seznam mokřadů mezinárodního významu. Amatérská jeskyně z velké části probíhá pod zemědělsky obhospodařovanými pozemky na Ostrovské plošině. Větší část povrchu nad Amatérskou jeskyní je chráněna v I. a II. zóně CHKO Moravský kras. Část se stále nachází ve III. zóně CHKO Moravský kras, kde dochází k intenzivnímu zemědělskému hospodaření včetně aplikace průmyslových hnojiv a pesticidů.

**Harbešská jeskyně** se nachází pod zemědělsky obhospodařovanými pozemky na Harbešské plošině, jejímž charakteristickým krajinným rysem je množství závrtů. Závrtysou povrchové krasové jevy, které vznikají v místech, kde na povrch vyúsťují trhliny a pukliny. Srážková voda se zde rychle dostane do podzemí a tím je okolí trhlin a puklin erodováno a částečně se také propadá. Vstup do Harbešské jeskyně se nachází v závrtu Společnák. Část plošiny kolem závrtu Společnák je chráněna I. zónou CHKO Moravský kras. Zbývající části se nachází ve II. a III. zóně CHKO Moravský kras.

## Pesticidy

Pesticidy jsou chemické látky určené k likvidaci škodlivých činidel. S růstem světové poptávky po zemědělských produktech roste potřeba zvyšování výnosů a s tím spojená spotřeba pesticidních látek. K hlavním zdrojům znečištění životního prostředí (ŽP) patří používání pesticidů v zemědělství. Vedle přímých cest kontaminace ŽP nesmíme opomenout také nepřímé zdroje kontaminace, a to erozivní činnost větru, splachování a splavování půdy. Často se setkáváme s pozitivními nálezy pesticidních látek tam, kde bychom jejich výskyt vůbec nečekali. Jak se pesticidní látky v ŽP šíří, závisí na fyzikálně-chemických vlastnostech dané látky, povětrnostních a pří-



Odběr skapových vod v Amatérské jeskyni. Foto Marie Kotyzová

rodních podmínkách a typu půdy. Pesticidy se nejlépe sorbují na jílovité půdy s vysokým obsahem organického materiálu, nejhůře pak do půd písčitých či vápencových.

Důležitým ukazatelem pro výskyt pesticidů v ŽP je poločas rozpadu, udávající dobu, za kterou obsah látky v prostředí klesne na polovinu. To, že se účinná látka rozkládá, neznamená eliminaci nebezpečí, jejich degradacní produkty mohou být stejně nebo více toxicke a navíc jsou často mobilnější v půdě

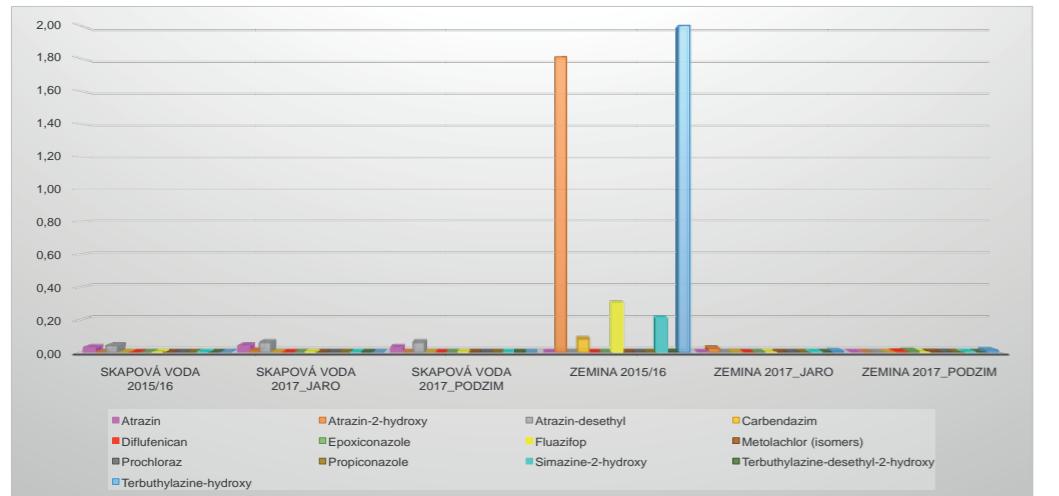
a zvyšuje se tak pravděpodobnost jejich přechodu do podzemních vod. Proto je nezbytné sledovat nejen výchozí látky v přípravcích na ochranu rostlin, ale také jejich rozkladné produkty.

Celosvětová roční spotřeba pesticidů je v rozmezí 2–2,5 milionu tun. V České republice se každoročně spotřebuje přibližně 5 000 tun účinných látek pesticidů. Celosvětově je registrováno více než 800 účinných látek pesticidů, v České republice se jich

Tabulka č. 1: Nejvyšší spotřeby pesticidních látek v zemědělství v okrese Blansko v letech 2013–2016.  
Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZS)

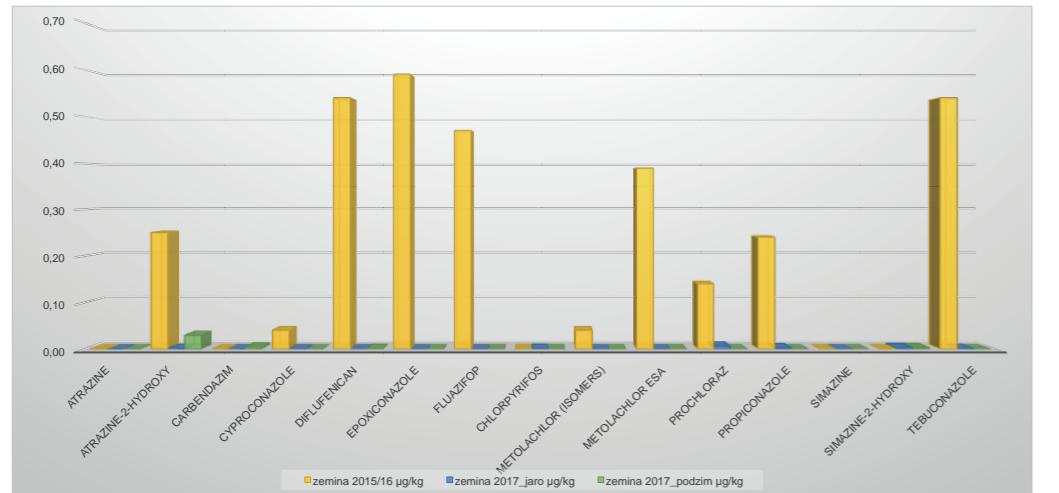
| Spotřeba v kg  | r. 2013 | r. 2014              | r. 2015 | r. 2016 | zařazení do skupiny |
|----------------|---------|----------------------|---------|---------|---------------------|
| acetochlor     | 630     |                      |         |         |                     |
|                |         | zakázán od roku 2014 |         |         |                     |
| alachlor       |         |                      |         |         |                     |
|                |         | zakázán od roku 2007 |         |         |                     |
| dimethachlor   | 950     | 500                  | 300     | 515     |                     |
| metazachlor    | 1250    | 1250                 | 1400    | 850     |                     |
| S-metolachlor  | 550     | 500                  | 650     | 450     |                     |
| ciprokonazol   | 250     | 270                  | 200     | 225     |                     |
| epoxikonazol   | 330     | 350                  | 450     | 450     |                     |
| propiconazol   | 550     | 650                  | 650     | 475     |                     |
| prothiokonazol | 350     | 500                  | 500     | 260     |                     |
| tebukonazol    | 1300    | 1800                 | 2400    | 1550    |                     |
| atrazin        |         |                      |         |         |                     |
|                |         | zakázán od roku 2005 |         |         |                     |
| metamitron     | 650     | 650                  | 750     | 650     |                     |
| terbuthylazin  | 900     | 1500                 | 1600    | 1100    |                     |

Graf č. 1: Srovnání nalezených výsledků v zemině a skapové vodě v odběrovém místě A2, v období jaro a podzim (skapová voda mg/L, zemina mg/kg). Zpracovala: Taťána Halešová



Graf č. 2: Srovnání nalezených výsledků v zemině v odběrovém místě A3, v období 2015–2017.

Zpracovala: Tatána Halešová



v současné době používá přibližně 450 druhů. Účinné látky pesticidů můžeme dle chemické povahy dělit do cca 100 tříd – např. triazinové, chloracetanilidové, azolové, organofosforové pesticidy, glyfosát a další. V okrese Blansko se ročně spotřebuje cca 40 tun účinných látek pesticidů. V tabulce č. 1 jsou uvedeny spotřeby pesticidních látek v dané lokalitě – jde o triazinové pesticidy, chloracetanilidové a azolové pesticidy.

## Monitoring výskytu pesticidů v CHKO Moravský kras

V rámci monitoringu v CHKO Moravský kras bylo odebráno za období 2015–2017 přibližně 50 vzorků (z toho 36 vzorků v rámci studie na pesticidy v roce 2017), převážně skapových vod. Jako doplňující vzorky byly také odebrány vzorky půdy na povrchu, přesně nad odběrovým místem v jeskyni. Vzorky byly analyzovány na téměř 150 pesticidních látek (účinných látek a vybraných metabolitů).

K analýze pesticidních látek byla využita ultra účinná kapalinová chromatografie s tandemovou hmotnostní spektrometrií, kdy v tomto spojení je možné stanovit velké množství analytů s dosažením velmi nízkých detekčních limitů. Limity stanovitelnosti pro vodné vzorky jsou 0,001–0,01 µg/L, pro pevné vzorky 0,001–0,05 µg/kg. K analýze byl použit přístroj kapalinový chromatograf: ACQUITY UPLC® I-Class liquid chromatograph (Waters, USA) a hmotnostní spektrometer: Xevo® TQ-S (Waters, USA).

## Výsledky monitoringu

Výsledky monitoringu jsou zaneseny do grafů. Graf č. 1 znázorňuje výsledky analýzy půdních vzorků a vzorků skapových vod z lokality A2 – Dóm zemních pyramid v Amatérské jeskyni nacházející se pod travnatým porostem. Srovnáním nálezů ve třech různých obdobích vidíme, že nejvyšší nálezy byly zjištěny v roce 2015/2016. Nález atrazinu a jeho metabolitů ve skapových vodách je po celé tři roky setrvály. Z grafu je také patrné, že v zemině se v podzimních odběrech vyskytují další rezidua pesticidních látek ve srovnání s odběrem v jarním období. Ve všech třech odběrech zeminy se opakovaně vyskytují rezidua triazinových hydroxy-metabolitů

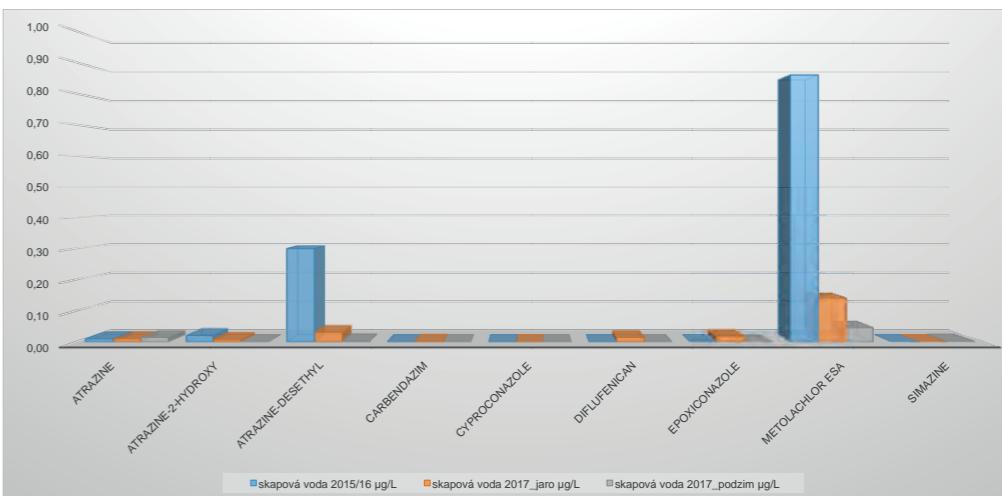
(atrazin-2-hydroxy, terbuthylazin-hydroxy a simazine-2-hydroxy).

V grafu č. 2 jsou znázorněny výsledky analýzy půdních vzorků a v grafu č. 3 vzorky skapových vod z lokality A3 – Rozlehlá chodba v Amatérské jeskyni nacházející se pod ornou půdou. Nejvyšší nálezy reziduí pesticidních látek byly zjištěny v roce 2015/2016; odběry na podzim. V tomto roce bylo ve vzorku zeminy nalezeno několik účinných látek a metabolitů, které byly v tomtéž roce nebo předchozích letech v dané lokalitě aplikovány. Ve vzorcích skapových vod byly nalezeny především rezidua metabolitů atrazin-desethyl a metolachlor ESA.

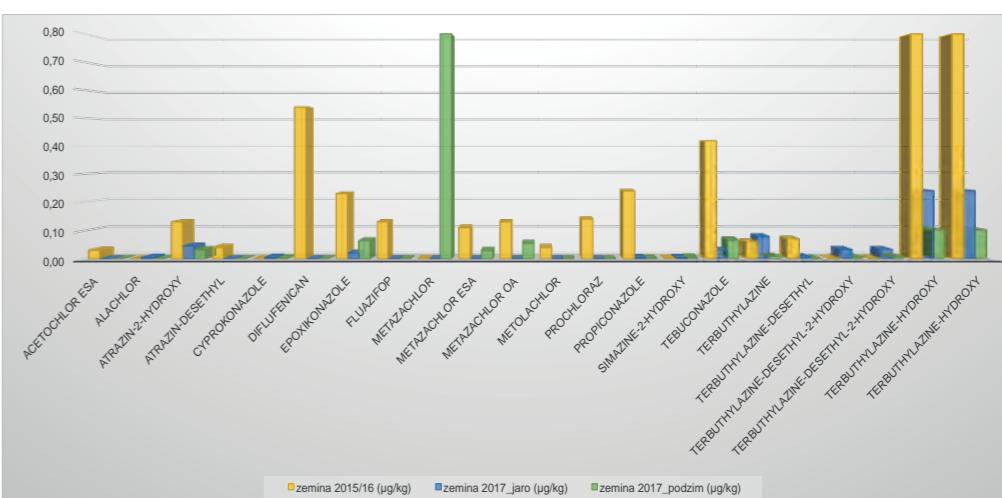
V grafu č. 4 jsou znázorněny pesticidní látky v zemině odebrané na orné půdě nad Harbešskou jeskyní (lokality S1 a S2). Nejčetnější nálezy reziduí byly zjištěny v roce 2015/2016; odběr na podzim. V tomto roce bylo ve vzorku zeminy nalezeno několik účinných látek a metabolitů, které byly v tomtéž roce nebo předchozích letech v dané lokalitě aplikovány. Nejvyšší koncentrace dosahoval metabolit terbuthylazin-hydroxy, účinná látka tebukonazol, propikonazol, epoxikonazol a diflufenican. V období jaro 2017 bylo spektrum nalezených látek užší a koncentrace nižší. V období podzim 2017 bylo nalezeno několik reziduí pesticidních látek, kde spektrum látek bylo širší ve srovnání s jarním obdobím 2017. Nejvyšší koncentrace byla zjištěna pro účinnou látku metazachlor, která byla v dané lokalitě aplikována za účelem pěstování řepky. Nejčetnější nález reziduí pesticidních látek ve skapové vodě byl zjištěn na podzim 2017. V tomto roce bylo ve vzorku vody nalezeno několik účinných látek a metabolitů. Ve všech třech obdobích se setkáváme s pozitivními nálezy acetochlora ESA – klesající trend, atrazinu a jeho metabolitu atrazin – desethyl – srovnatelný až mírně rostoucí trend. Významné nálezy jsou v grafu označeny modrým krížkem.

Pro nejčastěji se vyskytující látky byly od Ústředního a kontrolního zkušebního ústavu zemědělského získány hodnoty chronických toxicit a jejich příslušné RAC hodnoty (regulatory acceptable concentration) pro

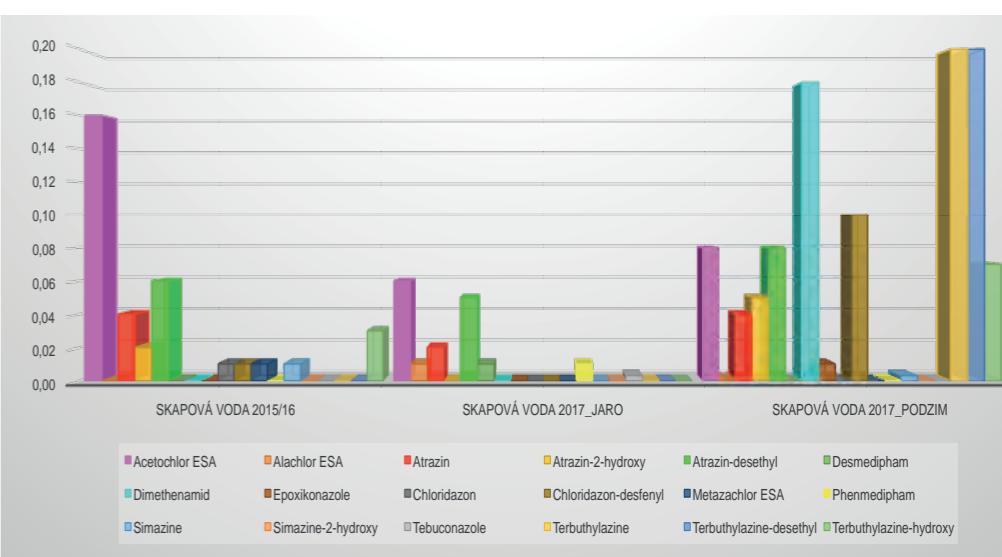
Graf č. 3: Srovnání nalezených výsledků ve skapové vodě v odběrovém místě A3, v období 2015–2017.  
Zpracovala: Taťána Halešová



Graf č. 4: Srovnání nalezených výsledků v zemině v odběrovém místě S, v období 2015–2017, dle sledovaných parametrů.  
Zpracovala: Taťána Halešová

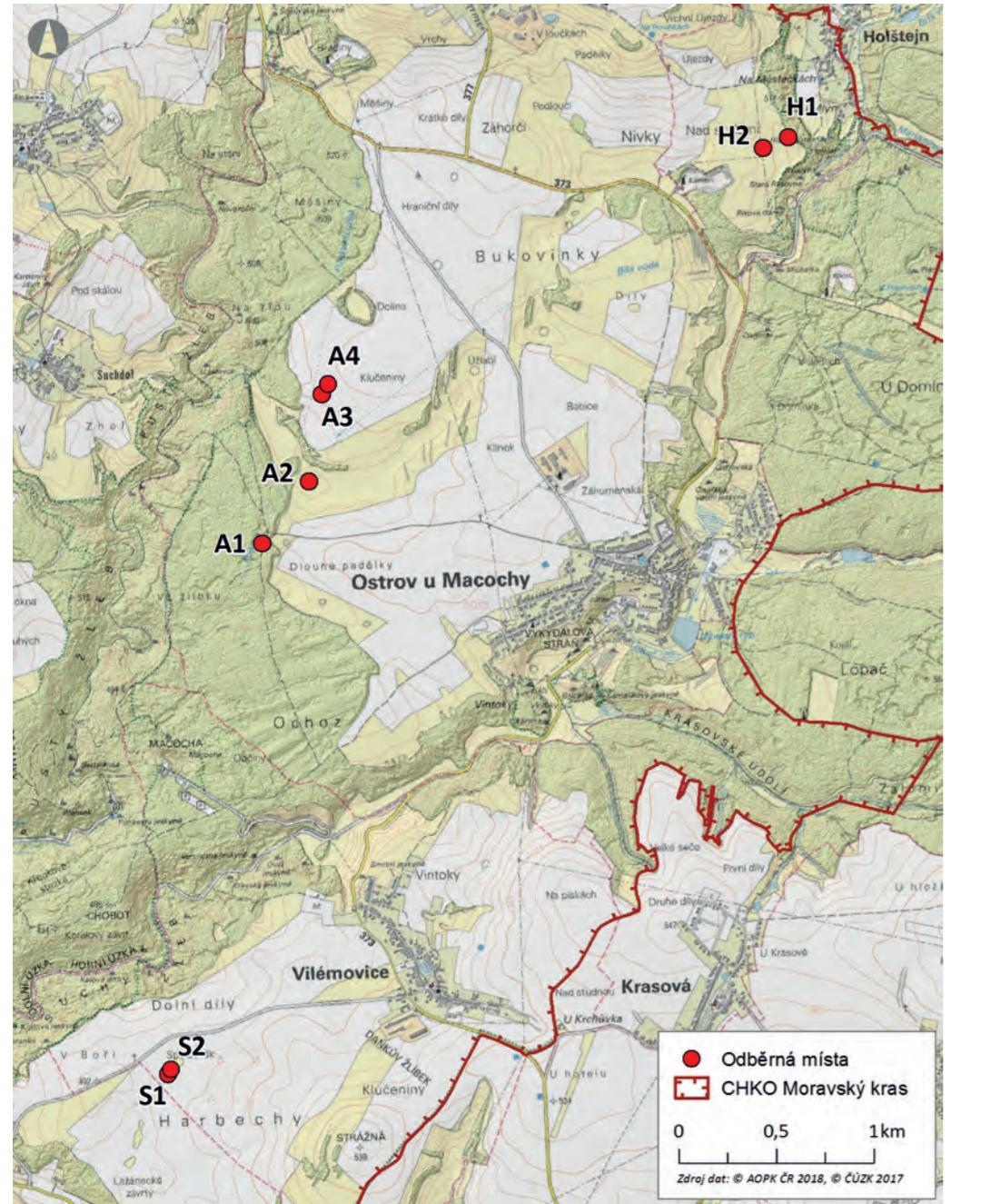


Graf č. 5: Srovnání nalezených výsledků ve skapové vodě v odběrovém místě S, v období 2015–2017, dle období, zvětšen rozsah (terbuthylazin 1,36 mg/L; terbuthylazin-desethyl 0,64 mg/L). Zpracovala: Tatána Halešová



Tabulka č. 2: Seznam rizikových pesticidů v CHKO Moravský kras ve skapové vodě a půdě.  
Zpracovala Taťána Halešová

| Látka                 | Lokalita | půda [mg/kg] | skapová voda [mg/L] |
|-----------------------|----------|--------------|---------------------|
| terbutylazin          | S        | 0,009        | 1,36                |
| terbutylazin-desethyl | S        | 0,001        | 0,64                |
| metazachlor           | S        | 0,852        | X                   |
| acetochlor esa        | S        | 0,03         | 0,160               |
| epoxikonazol          | A3+A     | 0,590        | X                   |
| tebukonazol           | S        | 0,420        | X                   |
|                       | A3+A4    | 0,540        | X                   |



Mapa č. 1: Zkoumané lokality v rámci studie PPK na výskyt pesticidních láttek v CHKO Moravský kras (S – Harbešská jeskyně – závrt Společnák, A – Amatérská jeskyně, H – Holštejnská jeskyně). Zpracoval: Zdeněk Hejkal

srovnání dopadu těchto látek na necílové organismy žijící v jeskynních systémech. Z uvedených pozitivních nálezů a zjištěných chronických toxicit vyplývá, že nejrizikovějšími pesticidními látkami v CHKO Moravský kras jsou triazinové pesticidy atrazin a terbutylazin. RAC (mg/L) dle cílového organismu (bezobratlé, řasy a vodní organismy) pro atrazin je 2,2–4 mg/L, pro terbutylazin 1,28–1,9 mg/L. I když koncentrace samotného atrazinu v rámci studie nedosáhla RAC koncentrace, vzhledem k faktu, že jeho používání bylo zakázáno v roce 2005, jde pravděpodobně o historickou zátěž, kdy působení atrazinu a jeho metabolitů jsou necílové organismy vystavovány již dlouhou dobu.

Další látky, které by mohly negativně ovlivňovat necílové organismy v CHKO Moravský kras, jsou účinné látky a metabolity (tabulka č. 2)

Nejvyšší obsahy těchto rizikových pesticidních láttek ve skapových vodách měla lokalita Harbešská jeskyně závrt Společnák – orná půda. Dalším rizikem je, že dosud nebylo zjištováno, jak tyto látky na organismy působí v kombinacích.

## Závěr

Výsledky studie dokládají, že aplikace pesticidů je v současné době velmi rozšířená i v oblastech zvláště chráněných území, jako je CHKO Moravský kras. V důsledku dlouhodobého hospodaření s pesticidy dochází ke kontaminaci podzemních vod rezidui a především metabolity pesticidů, které mají podobné vlastnosti jako výchozí látky. Z uvedených výsledků je důležité upozornit také na nutnost sledování rozkladních produktů, které umožňují zkoumat historickou zátěž lokality, jelikož většina nalezených láttek pochází z historické aplikace – atrazin zakázán od roku 2005, acetochlor od roku 2013. Ukažuje se, že největší riziko v CHKO Moravský kras představují triazinové pesticidy – již zakázaný atrazin a stále používaný terbutylazin.

Výsledky studie slouží jako podklad pro plánovaná opatření v souvislosti s novým vymezením zonace a také jako důležitý zdroj informací pro zemědělce hospodařící na území CHKO Moravský kras.