

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

Taťána 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 krajinu. Jejím účelem bylo zjistit, zda a v jaké míře dochází k transportu pesticidů z povrchu do jeskynních systémů.

Závrt Společňák 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 podzemí 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 závrťů. Závrty jsou 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 trhlín a puklin erodováno a částečně se také propadá. Vstup do Harbešské jeskyně se nachází v závrtu Společňák. Část plošiny kolem závrtu Společňák 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 činitelů. 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 degradační produkty mohou být stejně nebo více toxické a navíc jsou často mobilnější v půdě

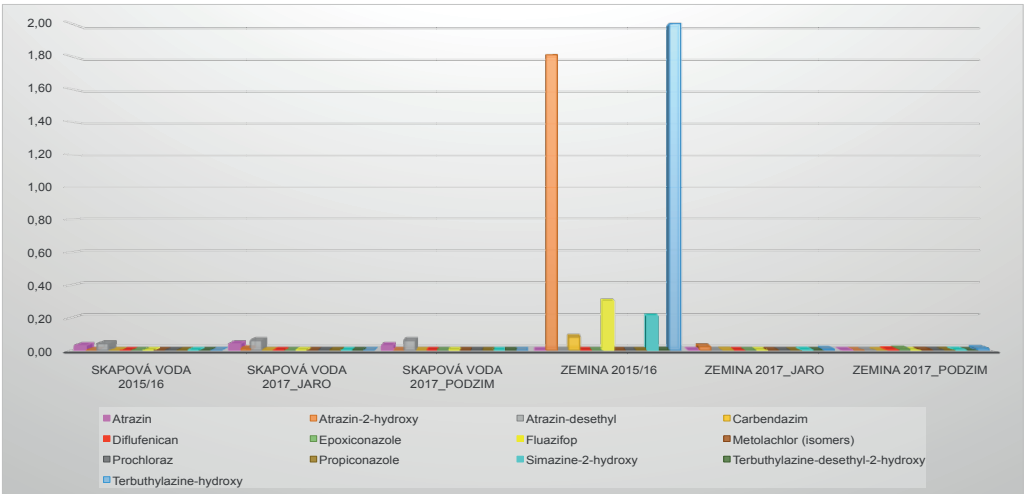
a zvyšuje se tak pravděpodobnost jejich přechodu do podzemních vod. Proto je nezbytné sledovat nejen výchozí látky v přípravcích na ochranu rostlin, ale také jejich rozkladné produkty.

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

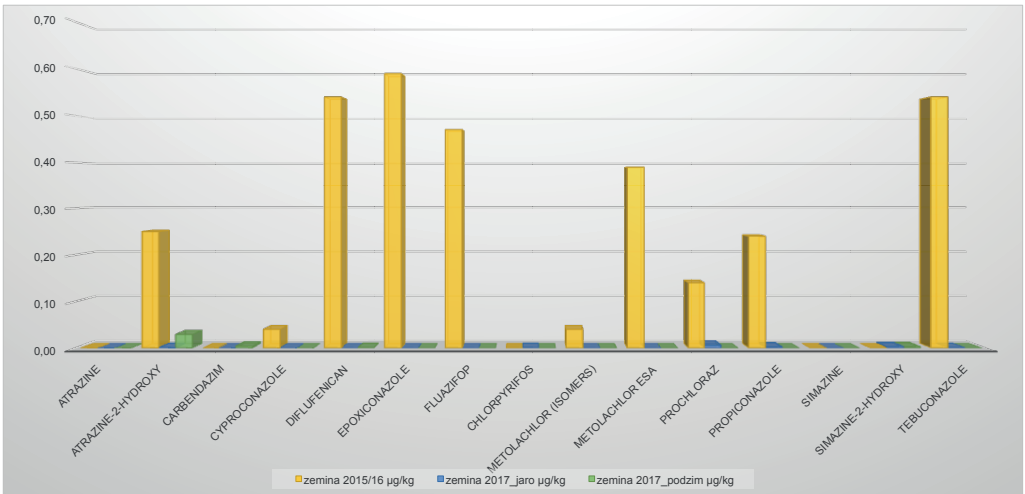
Tabulka č. 1: Nejvyšší spotřeby pesticidních látek v zemědělství v okrese Blansko v letech 2013–2016. Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZUS)

Spotřeba v kg	r. 2013	r. 2014	r. 2015	r. 2016	zařazení do skupiny
acetochlor	630	zakázán od roku 2014			chloracetanilidové pesticidy
alachlor	zakázán od roku 2007				
dimethachlor	950	500	300	515	
metazachlor	1250	1250	1400	850	
S- metolachlor	550	500	650	450	
cyprokonazol	250	270	200	225	azolové pesticidy
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				triazinové pesticidy
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: Taťána 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 spektrometr: 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 trvalým travním 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 setrvalý. 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

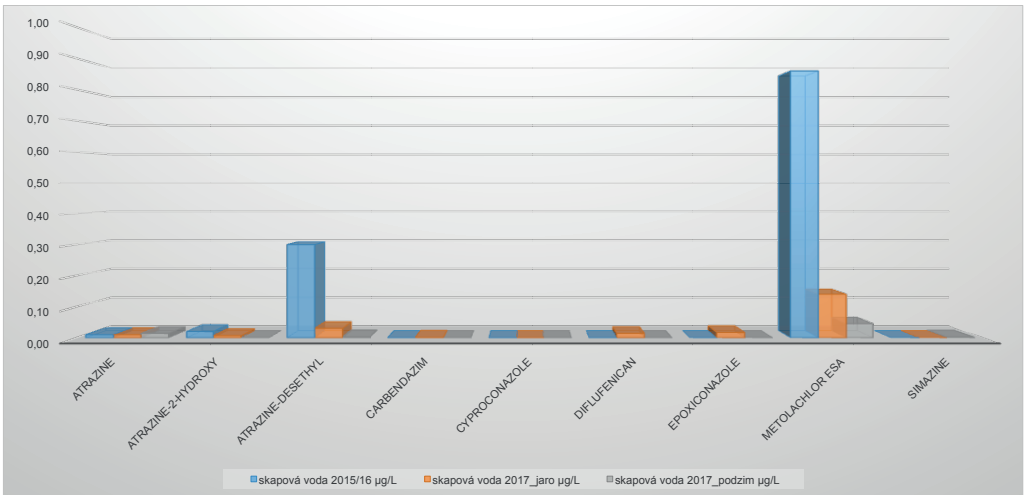
(atrazin-2-hydroxy, terbuthylazin-hydroxy a simazin-2- hydroxy).

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.

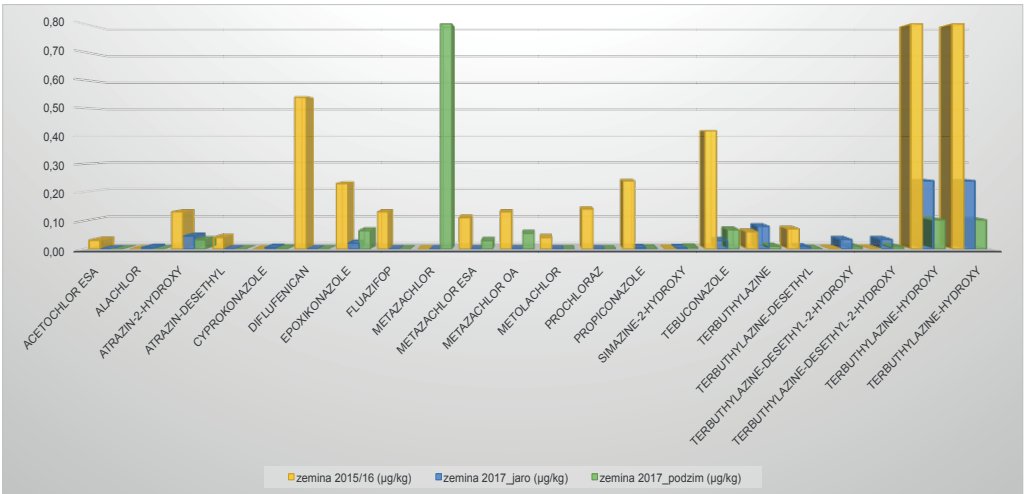
V **grafu č. 4** jsou znázorněny pesticidní látky v zemině odebrané na orné půdě nad Harbešskou jeskyní (lokality S1 a S2). Nejčtenější nálezy reziduí byly zjištěny v roce 2015/2016; odběr na podzim. V tomto roce bylo ve vzorku zeminy nalezeno několik účinných látek a metabolitů, které byly v tomtéž 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. Nejčtenější 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 acetochloru ESA – klesající trend, atrazinu a jeho metabolitu atrazin – desethyl – srovnatelný až mírně rostoucí trend. Významné nálezy jsou v grafu označeny modrým křížkem.

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

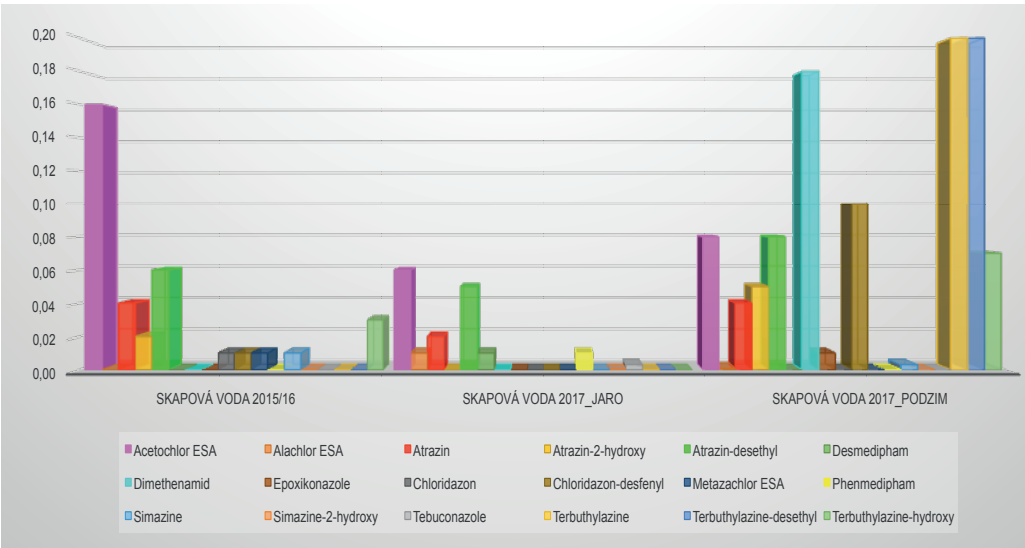
Graf č. 3: Srovnání nalezených výsledků ve skapové vodě v odběrovém místě A3, v období 2015–2017. Zpracovala: Taťána Halešová



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

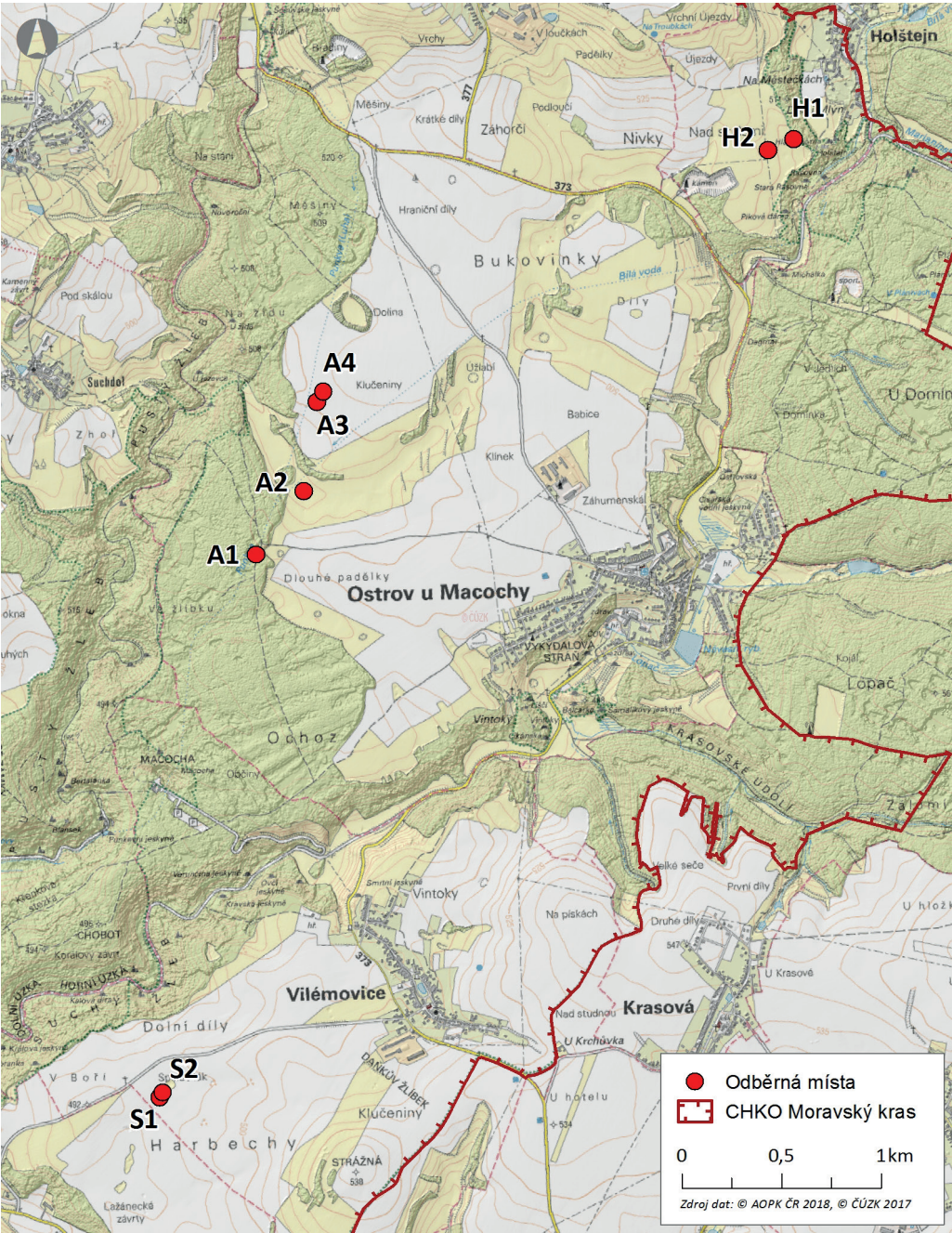


Graf č. 5: Srovnání nalezených výsledků ve skapové vodě v odběrovém místě S, v období 2015–2017, dle období, zvětšen rozsah (terbuthylazin 1,36 mg/L; terbuthylazin-desethyl 0,64 mg/L). Zpracovala: Taťána Halešová



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]
terbuthylazin	S	0,009	1,36
terbuthylazin-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 látek v CHKO Moravský kras (S – Harbešská jeskyně – závrt Společňák, A – Amatérská jeskyně, H – Holštejská 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 terbuthylazin. RAC (mg/L) dle cílového organismu (bezobratlé, řasy a vodní organismy) pro atrazin je 2,2–4 mg/L, pro terbuthylazin 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 látek ve skapových vodách měla lokalita Harbešská jeskyně závrt Společňák – orná půda. Dalším rizikem je, že dosud nebylo zjišťováno, 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 rozkladných produktů, které umožňují zkoumat historickou zátěž lokality, jelikož většina nalezených látek pochází z historické aplikace – atrazin zakázán od roku 2005, acetochlor od roku 2013. Ukazuje se, že největší riziko v CHKO Moravský kras představují triazinové pesticidy – již zakázaný atrazin a stále používaný terbuthylazin.

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.

Rtuť v prostředí lesních ekosystémů CHKO Brdy

Tereza Nováková, Tomáš Navrátil, Jan Rohovec

Rtuť a její sloučeniny patří mezi velmi toxické látky, jež jsou často neobyčejně mobilní a vykazují vysokou schopnost akumulace. Celoplošné mapování území České republiky prokázalo zvýšenou úroveň kontaminace životního prostředí rtuť. Z mapování se poněkud vymykala oblast dnešní CHKO Brdy, do nedávné doby pro výzkum obtížně přístupná. Lesní ekosystémy zde nabí-

zejí pohled na rozsah zasažení rtuť průmyslově nevyužívaného území, vstupu rtuti do ekosystému, distribuci rtuti v různých složkách lesního ekosystému, vyhodnocení průchodu rtuti biosférou, vstupu do pedosféry a hydrosféry. Právě proto bylo jednou z úvodních studií nově vzniklé CHKO zjištění aktuální distribuce rtuti v lesních ekosystémech.

Jezírka na bývalé cílové ploše Tok v CHKO Brdy. Foto Archiv AOPK ČR

