

Metodika cíleného monitoringu výskytu reziduí pesticidů ve zdrojových oblastech jímacího území

CERTIFIKOVANÁ
METODIKA



Název	Metodika cíleného monitoringu výskytu reziduí pesticidů ve zdrojových oblastech jímacího území
Autoři	Ing. Irena Šupíková, Ph.D., RNDr. Pavel Novák, Ph.D., Ing. Tomáš Ocelka, Ph.D., RNDr. Petr Kohout, Ing. Arnošt Mráz, CSc., Mgr. Marek Skalický, Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D.
Vydal	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Vydání	První vydání, 2018
Počet stran	86
Náklad	110
Tisk	Powerprint s. r. o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00 Praha 6
Distribuce	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5
ISBN	978-80-87361-84-9

T A
Č R

Program **Epsilon**

Irena Šupíková
a kolektiv

Praha 2018

Technologická agentura ČR

T A

Č R

Program **Epsilon**

**Metodika cíleného monitoringu výskytu reziduí pesticidů
ve zdrojových oblastech jímacího území**

Certifikovaná metodika



červen 2018

Autoři: Ing. Irena Šupíková, Ph.D. ¹ (supikova@aquatest.cz)
RNDr. Pavel Novák, Ph.D. ² (novak.pavel@vumop.cz)
Ing. Tomáš Ocelka, Ph.D. ³
RNDr. Petr Kohout ⁴
Ing. Arnošt Mráz, CSc. ⁵
Mgr. Marek Skalický ⁶
Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D. ²

¹ AQUATEST a.s., Geologická 4, 152 00 Praha 5

² Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5

³ E&H services, a.s., Žitná 1633/47, 110 00 Praha 1 - Nové Město

⁴ Forsapi s.r.o., K Horoměřicům 1113/29, 165 00 Praha 6 - Suchdol

⁵ Ekotechnika spol. s r.o., Mokropeská 1832, 252 28 Černošice u Prahy

⁶ Vodárna Káraný, a.s., Žatecká 110/2, 110 00 Praha 1 - Staré Město

Recenzovali:

Ing. Jaromír Malec - ATE CR, a.s., Za potokem 46/4, 106 00 Praha 10 - Záběhllice,

Ing. Marek Batysta, Ph.D. - Ministerstvo zemědělství ČR, Sekce zemědělských komodit, zahraničních vztahů a ekologického zemědělství, Odbor rostlinných komodit, Oddělení ochrany půdy, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

Poděkování:

Metodika vznikla za finanční podpory Technologické agentury ČR, programu EPSILON a jako plánovaný výstup projektu č. TH01031187 „Systematická ochrana vodních zdrojů před rizikem znečištění pesticidy a jejich metabolity (SOPOR)“.

Metodiku schválilo pro využití v praxi Ministerstvo zemědělství, osvědčením č.j. 37420/2018-MZE-17221 ze dne 25. 6. 2018.

Vydání: první, 2018

ISBN 978-80-87361-84-9

© Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5,
www.vumop.cz

Ředitel ústavu: doc. Ing. Radim Vácha, Ph.D.

Obsah

1. Cíl metodiky.....	7
2. Vlastní popis metodiky.....	9
2.1 Úvod.....	9
2.1.1 Aktuální stav znečištění vod pesticidy v České republice.....	9
2.1.2 Legislativní rámec ochrany vodního zdroje.....	12
2.1.3 Opatření na snižování negativních dopadů pesticidních látek na vodní zdroje.....	15
2.1.4 Členění metodiky	17
3. Vymezení základních pojmů	18
4. Seznam použitých zkratk.....	20
5. Výchozí analýza rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami.....	21
5.1 Cíl výchozí analýzy rizika	21
5.2 Postup sestavení odůvodněného seznamu pesticidních látek	21
5.3 Identifikace rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami.....	33
6. Vymezení kritických ploch pro ohrožení vodního zdroje	37
6.1 Stávající stav vymezení ochranných pásem vodního zdroje ...	37
6.2 Postup při vymezení kritických ploch pro ohrožení VZ	41
6.2.1 Zpracování koncepčního modelu zranitelnosti vodního zdroje	42
6.2.2 Podrobný hydropedologický průzkum na identifikovaných potenciálně kritických plochách	43

6.2.3 Podrobný geologický a hydrogeologický průzkum potenciálně kritických ploch	45
7. Ustanovení cíleného monitoringu.....	50
7.1 Účel a principy cíleného monitoringu.....	50
7.2 Monitoring znečištění půdní vody.....	53
7.2.1 Účel monitoringu.....	53
7.2.2 Technické prostředky	54
7.2.3 Ukázka použití monitoringu půdní vody	56
7.3 Monitoring znečištění podzemní vody	59
7.3.1 Účel monitoringu.....	59
7.3.2 Technické prostředky	59
7.3.3 Umístění monitorovacích vrtů	62
7.3.4 Četnost monitoringu	63
7.3.5 Ukázka použití monitoringu podzemní vody.....	63
8. Přijetí nápravných opatření	69
9. Srovnání „novosti postupů“	70
10. Popis uplatnění Certifikované metodiky	71
11. Ekonomické aspekty	72
12. Závěr	73

1. Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout vodárenským společnostem účinné nástroje:

- pro ochranu vodního zdroje před jeho poškozením a případně znehodnocením účinky pesticidních látek používaných na ochranu rostlin, založený na preventivní kontrole nadměrného vstupu pesticidních látek do vodního prostředí na ošetřovaných plochách v ochranném pásmu vodního zdroje II. stupně, které jsou z hlediska ohrožení vodního zdroje velmi rizikové,
- pro identifikaci rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami a pro vytvoření funkčního monitorovacího systému,
- pro vyhodnocení rizika ohrožení vodního zdroje a zahájení nápravných opatření.

V posledních letech byl na zdrojích pitné vody zaznamenán nárůst koncentrací poměrně široké škály pesticidních látek a jejich metabolitů.

Stávající přístup při eliminaci pesticidů z pitných vod je založen na technicky náročných a nákladných rekonstrukcích úpraven vody (ÚV) Želivka 1,2 mld. Kč, Plzeňská vodárna 0,75 mld. Kč. Možnost eliminace zdrojů znečištění v místě jejich vzniku, která představuje nejefektivnější řešení, naráží na nedostatečný monitoring a omezenou možnost kontroly technologické kázně při aplikaci rizikových látek.

V konfrontaci s rizikem poškození, popř. zničení vodního zdroje (VZ), nemohou vlastníci a správci vodárenských zdrojů spoléhat pouze na aktualizaci legislativních předpisů, ale měli by využívat již připravených metodických postupů, které již v současné době umožňují zahájit opatření k omezení rizik poškození zdrojů, a zavádět je již ve stávajícím legislativním prostředí, které jim tyto možnosti dává.

Sledování pesticidů ve vodách je komplikováno omezenými znalostmi souvislostí mezi spektrem pěstovaných plodin a použitými přípravky v ochranném pásmu vodního zdroje, charakteristikami území, dále vysokými náklady na analytické zkoušky a relativně nízkými (přesto zdraví ohrožujícími) koncentracemi pesticidních látek ve vodách.

Limitujícími faktory spolehlivosti monitoringu jsou rozsah a četnost sledování. Proto je efektivnější neprovádět monitoring plošně, ale cíleně na plochách představujících z hlediska transportních charakteristik jímacích územích a použitých přípravků největší riziko pro zdroj pitné vody.

Metodika slouží k identifikaci potenciálně rizikových ploch v jímacích územích vodního zdroje, kde může docházet k infiltraci relevantních pesticidních látek do horninového prostředí a k vymezení kritických zdrojových oblastí znečištění pesticidními látkami používanými na ochranu rostlin.

Vymezení těchto ploch je založeno na znalosti souvislostí mezi spektrem pěstovaných plodin a použitými přípravky v ochranném pásmu vodního zdroje a jeho širším okolí, hydrologickými, hydropedologickými a hydrogeologickými charakteristikami území. Účelem je poskytnutí relevantních podkladů pro kontrolu provozní kázně při agrochemickém ošetřování ploch přípravky na ochranu rostlin a pro pružné předávání informací o zjištění nadlimitního výskytu v podzemní vodě správci jímacího území.

Metodika je založena na komplexnosti přístupu k hodnocení rizikových ploch v infiltračních oblastech vodních zdrojů a propojuje informace z oblasti geologie, hydrologie, geochemie, hydrogeologie, pedologie s informacemi o využití krajiny a způsobu hospodaření.

2. Vlastní popis metodiky

2.1 Úvod

2.1.1 Aktuální stav znečištění vod pesticidy v České republice

Prostředky na ochranu rostlin představují významný prvek pro zabezpečení zemědělské produkce a pro zamezení snižování výnosů zemědělské výroby (Ongley, 1996). Na druhou stranu jejich nadměrné a nesprávné využívání vede k nárůstu obsahů těchto látek na bázi pesticidů v povrchové a podzemní vodě a stává se reálnou hrozbou pro vodní zdroje. Vlastníci a správci vodárenských zařízení jsou tak stavěni do situace, kdy se musejí začít této hrozbě účinně bránit a hledat cesty k účinné ochraně vodních zdrojů, aby předcházeli riziku celkového znehodnocení vodního zdroje, v lepším případě k nutnosti investovat obrovské finanční prostředky na sanaci vodního zdroje, resp. na odstranění pesticidů z pitné vody.

Chemické ošetřování rostlin přípravky na bázi pesticidů se v posledních letech v důsledku zvýšení intenzity zemědělské produkce technických plodin pro energetické použití (kukuřice, řepka olejná apod.) stává velmi závažnou problematikou ve vztahu k ohrožování povrchových a podzemních vod (Kodeš, 2011, 2016, 2017). Ačkoliv by pesticidy neměly být aplikovány zejména v blízkosti vodních zdrojů a v jejich ochranných pásmech, je v posledních letech sledován nárůst jejich koncentrací ve zdrojích surové vody upravované na pitnou vodu tak i ve vodách podzemních a povrchových. Z výsledků monitoringu vodárenských zdrojů zařazených do pozorovací sítě Českého hydrometeorologického ústavu ČHMÚ (Kodeš, 2017) vyplývá, že v roce 2016:

- ve 33 vodárenských zdrojích (ze 46 sledovaných) byl nalezen alespoň jeden pesticid (resp. metabolit),
- ve 24 vodárenských zdrojích (ze 46 sledovaných) došlo u některého ze sledovaných pesticidů (a jejich metabolitů) k překročení hygienického limitu 0,1 µg/l pro pitnou vodu (dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.),
- ve 13 vodárenských zdrojích (ze 46 sledovaných) překročila suma zjištěných pesticidů (a jejich metabolitů) 0,5 µg/l,

- nad hodnotou hygienického limitu (0,1 µg/l) byly nejčteněji ve vodárenských zdrojích zjišťovány látky Chloridazon desphenyl, Chloridazon methyl-desphenyl a Alachlor ESA.

Kvalita pitných vod v České republice je každoročně vyhodnocována ve zprávě o kvalitě pitné vody Státním zdravotním ústavem. Zdrojem dat pro tuto zprávu je informační systém Pitná Voda (IS PiVo) provozovaný Ministerstvem zdravotnictví ČR, který obsahuje výsledky všech rozborů pitné vody, které provádějí provozovatelé zdrojů pitných vod. Ze zprávy za rok 2016 (Gari, Kožíšek, 2017) vyplynulo:

- u velkých vodních zdrojů z celkového počtu 103 540 sledovaných ukazatelů nevyhovělo limitům stanoveným jako nejvyšší mezní hodnoty (NMH) 65 ukazatelů a z toho 38 ukazatelů se týkalo pesticidních látek,
- z malých vodních zdrojů zásobujících pitnou vodou obce do 5 000 obyvatel bylo sledováno 291 070 ukazatelů a z toho ve 1 368 ukazatelích došlo k překročení NMH (z toho ve 368 případech se jednalo o pesticidní látky).

Tyto výsledky korelují se studií Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce z roku 2013 (Kožíšek, Paul, Datel, 2013), která upozorňuje zejména na kritickou situaci při zajištění kvality pitné vody při zásobování obyvatelstva malými vodárenskými systémy. Podle průzkumu Evropské komise za rok 2008, v Evropské unii asi 40 % malých zdrojů pitné vody (zásobujících mezi 50 a 5 000 osob) nesplňuje v některém z ukazatelů požadavek směrnice na pitnou vodu (98/83/ES). U velkých vodárenských zdrojů nesplňuje surová voda tuto směrnici pouze v 5 % případů. Podobná situace je i v České republice, kde u velkých zdrojů pitné vody kvalitativně nevyhovuje v porovnání s nejvyšší mezní hodnotou asi jen 0,02 % všech stanovených ukazatelů. U menších lokálních zdrojů pitné vody je procento nevyhovujících ukazatelů vyšší a pohybuje se přibližně okolo 1 % všech stanovení. Ze statistického šetření udělení výjimek dodržování hygienických limitů schválených orgánem ochrany veřejného zdraví vyplynulo, že již v roce 2012 byly pesticidní látky uváděny jako druhá nejčastější příčina navýšení hygienických limitů.

Problematiku výskytu pesticidů v pitné vodě řeší Zpráva o stavu životního prostředí v České republice 2016 (Mertl et al., 2017). Za hlavní důvod kontaminace podzemních vod pesticidy a zejména jejich metabolity tato zpráva uvádí intenzivní zemědělské hospodaření zaměřené na rostlinnou výrobu. Zpráva zároveň upozorňuje na další opomíjené oblasti, jako jsou lesní plochy, železnice, parky a blízké okolí silnic, kde se pesticidy ve značné míře užívají pro údržbu zeleně.

Při hodnocení výchozího stavu v oblasti ochrany vod „Národním akčním plánem ke snížení používání pesticidů v ČR“ (MZe, 2012) zpracovaném Ministerstvem zemědělství v roce 2012 a aktualizovaném v roce 2018 se konstatuje, že v povrchových vodách, ale i v podzemních vodách lze pozorovat výskyt účinných látek a jejich metabolitů nově používaných přípravků na úkor účinných látek přípravků postupně vyřazovaných z používání. Přes poměrně dlouhé časové období od ukončení používání řady přípravků nedochází k odpovídajícímu poklesu koncentrace účinných látek či jejich metabolitů. V podzemních vodách se hojně vyskytuje účinná látka Alachlor a v posledních letech výrazně stoupla četnost výskytu účinné látky Chloridazon a Metazachlor a to včetně jejich metabolitů. V oblasti kvality pitných vod NAP (MZe, 2017) informuje, že v roce 2015 bylo pozorováno četnější překračování nejvyšší mezní hodnoty než v předešlých letech. NAP uvádí informace o kvalitě pitné vody za období 2012 - 2016 a konstatuje, že v daném období se v hodnocených vzorcích upravované pitné vody každoročně objevovaly účinné látky nebo metabolity herbicidních přípravků (zejména Terbutylazin, Desethylatrazin, Atrazin, Acetochlor a Metazachlor).

Z uvedených informací vyplývá, že v posledních 10 letech bylo získáno mnoho důkazů o rostoucím znečištění povrchových a podzemních vod pesticidními látkami v České republice, které vede k nárůstu kvalitativně nevyhovujících zdrojů surové vody upravované na vodu pitnou.

2.1.2 *Legislativní rámec ochrany vodního zdroje*

Za účelem ochrany vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti vodního zdroje využívaného pro zásobování pitnou vodou se stanovují dle § 30 vodního zákona č. 254/2001 Sb. ochranná pásma vodních zdrojů I. a II. stupně. Uvedený způsob ochrany vodních zdrojů je tzv. speciální ochranou vodních zdrojů, která je zcela individuální ochranou stanovenou vždy pro konkrétní vodárenské území a je správním aktem příslušného vodoprávního úřadu, tj. opatřením obecné povahy.

Problematickou oblastí při tvorbě OPVZ je doposud nerealizované sjednocení postupů pro stanovení ochranných pásem. K této problematice nebyla dosud přijata prováděcí vyhláška o ochranných pásmech, jak předpokládá § 30, odstavec 13 vodního zákona, takže nadále platí se zákonem ne zcela kompatibilní původní vyhláška č. 137/1999 Sb., která je z hlediska současných poznatků zajišťujících ochranu VZ zastaralá a rozsahem definovaných pravidel pro vymezení OPVZ nedostatečná.

Z hlediska reakce na aktuální předpisy je stav v ochraně zdrojů pitných vod takový, že do současné doby byla pouze část ochranných pásem vodních zdrojů podzemních vod přehodnocena a následně stanovena v intencích zákona č. 14/1999 Sb., resp. zákona č. 254/2001 Sb. Řada nových návrhů ochranných pásem vodních zdrojů sice byla zpracována, ale ve správním řízení se projednává i několik let a nepochybně největší část zdrojů pitných vod nemá dosud ve smyslu platných předpisů přehodnocen způsob ochrany a stanoveno OPVZ. V praxi tak běžně dochází k situacím, že se vedle sebe „potkávají“ dříve stanovená tzv. pásma hygienické ochrany vodních zdrojů a nově stanovená ochranná pásma vodních zdrojů (OPVZ); (VÚMOP, 2012; Šeda, 2012; Šeda, Vrbová, 2014).

Metodicky a legislativně nedostatečně podpořený systémový přístup k vymezování OPVZ vede k velkým rozdílům v kvalitě a funkčnosti stanovených OPVZ z hlediska ochrany zdroje před kontaminací cizorodými látkami. Nejednotný způsob evidence OPVZ vede k situaci, že hospodařící

zemědělské subjekty v některých případech zjišťují velmi obtížně údaje o platných hranicích vyhlášených OPVZ (NAP, 2017).

Zajištění ochrany kvality surové vody pro zásobování obyvatel pitnou vodou vychází ze zákona č. 258/2000 Sb. o veřejném zdraví, zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích. Z uvedených legislativních předpisů vyplývá pro provozovatele vodárenské sítě povinnost, že pitná voda dodávaná odběratelům vodovodem musí splňovat požadavky na zdravotní nezávadnost pitné vody, stanovené zvláštními právními předpisy.

Kvalita pitné vody se v členských státech EU řídí Směrnicí Rady 98/83/ES ze dne 3. listopadu 1998 o jakosti vody určené k lidské spotřebě, upravenou Směrnicí Komise (EU) 2015/1787 ze dne 6. října 2015, kterou se mění přílohy II. a III. směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě. V ČR je tato směrnice implementována vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky, četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. se pesticidními látkami rozumějí organické insekticidy, herbicidy, fungicidy, nematocidy, akaricidy, algicidy, rodenticidy, slimicidy, příbuzné produkty, mimo jiné regulátory růstu, a jejich relevantní metabolity. Limitní hodnota 0,1 µg/l, uvedená v příloze č. 1 k vyhlášce 252/2004 Sb., platí pro každou jednotlivou pesticidní látku a její relevantní metabolit s výjimkou Aldrinu, Dieldrinu, Heptachloru a Heptachlorepoxidu, pro které platí limitní hodnota 0,03 µg/l. Pro celkový obsah sumy pesticidních látek platí limitní hodnota 0,5 µg/l, která se vztahuje na sumu jednotlivých kvantitativně stanovených pesticidních látek a jejich relevantních metabolitů.

V metodickém doporučení Státního zdravotního ústavu „Národního referenčního centra pro pitnou vodu pro hodnocení relevantnosti metabolitů pesticidů v pitné vodě“ (SZÚ, 2015) je upřesněn postup pro hodnocení překročení hygienických limitů pro pesticidní látky na základě jejich relevantnosti (toxických vlastností):

- pokud překračují koncentrace jednotlivých pesticidních látek a relevantních metabolitů koncentraci 0,1 µg/l v pitné vodě nebo

v součtu s ostatními pesticidy a relevantními metabolity překračují koncentraci 0,5 µg/l a to po dobu delší než 30 dní v roce, pak musí provozovatel zdroje pitné vody informovat příslušný orgán ochrany veřejného zdraví o této skutečnosti a následně požádat o výjimku a stanovení mírnějšího hygienického limitu, kterou lze udělit na základě hodnocení zdravotních rizik pro konkrétní lokalitu a to nejvýše na tři roky,

- pokud je v pitné vodě nalezen metabolit pesticidní látky, který je posouzen jako nerelevantní a jeho koncentrace překračují limit 0,1 µg/l nebo spolu s ostatními pesticidy či relevantními metabolity pesticidů překračují jejich koncentrace hodnotu 0,5 µg/l a tyto zvýšené koncentrace ve zdroji pro pitnou vodu přetrvávají déle než 30 dní v roce, musí provozovatel vodovodu oznámit tuto skutečnost příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví, který na základě hodnocení zdravotních rizik určí hygienický limit pro výskyt tohoto nerelevantního metabolitu pesticidní látky. Pokud jsou koncentrace této látky ve vodě nižší než stanovený hygienický limit (0,1 µg/l), není třeba žádat o navýšení hygienického limitu této látky.

Seznam posouzených nerelevantních metabolitů pesticidních látek a jejich doporučené limitní hodnoty v pitné vodě vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR. Seznam relevantních metabolitů je připravován Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ).

Vyhláška č. 252/2004 Sb. v příloze 5 specifikuje požadavky na rozsah sledovaných pesticidních látek v úplném rozboru v poznámce 12. následujícím způsobem:

- Stanovují se pouze pesticidy s pravděpodobným výskytem v daném zdroji. Seznam nestanovených pesticidů ve zdroji pitné vody musí být patřičně zdůvodněn.
- Poskytovatel pitné vody je povinen připravit tzv. odůvodněný seznam pesticidních látek, jejichž koncentrace musí splňovat hygienické limity pro pitné vody.

2.1.3 Opatření na snižování negativních dopadů pesticidních látek na vodní zdroje

Na základě požadavku čl. 4 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů (dále také jen „směrnice 2009/128/ES“), byl Ministerstvem zemědělství zpracován v roce 2012 Národní akční plán ke snížení používání pesticidů v České republice (NAP) a následně byl schválen Vládou ČR.

NAP stanoví kvantitativně měřitelné úkoly, průběžné i konečné cíle, opatření a harmonogramy pro snížení rizik a omezení používání přípravků, které mají negativní dopad na lidské zdraví a životní prostředí. Dalším cílem NAP je podpořit vývoj a zavádění integrované ochrany rostlin (dále také jen „IOR“) včetně podpory alternativních přístupů a postupů vedoucích ke snížení závislosti na používání pesticidních přípravků. NAP zohledňuje plány, které jsou pro používání pesticidů stanoveny jinými právními předpisy Společenství, jako například opatření podle směrnice EP a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Národní akční plán ke snížení používání pesticidů v České republice v oblasti ochrany vod navrhuje řadu cílů a způsobů, jak tyto cíle plnit. Mezi tyto cíle například patří:

Dílčí cíl I. e) - přijmout preventivní opatření vedoucí ke snížení výskytu reziduí v povrchových a podzemních vodách s důrazem na zdroje využívané nebo využitelné pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Způsobem jak tento cíl naplnit je metodicky a legislativně zajistit provádění vhodných preventivních opatření v ochranných pásmech vodních zdrojů a zajistit dostupnost aktuálních informací o vyhlášených ochranných pásmech pro hospodařící subjekty, např. formou mapové vrstvy v LPIS.

Dílčí cíl I. f) - přijmout opatření pro zvýšení efektivity monitoringu výskytu reziduí v podzemních, povrchových a pitných vodách. Způsobem, jak tento cíl naplnit je zpracovat metodiku cíleného monitoringu výskytu relevantních

reziduí v povrchových a podzemních vodách založeného na znalosti souvislostí mezi spektrem pěstovaných plodin a použitými přípravky, charakterem přírodního prostředí (např. hydrologie, hydropedologie a další charakteristiky území), a to zejména ve vyhlášených ochranných pásmech vodních zdrojů. Výsledky monitoringu vyhodnocovat s ohledem na výše uvedené.

Dílčí cíl I. g) - přijmout legislativní opatření pro zvýšení efektivity kontrol dodržování správných zásad použití přípravků. Způsobem, jak tento cíl naplnit, je zavést systém pružného předávání informací o zjištění nadlimitního výskytu reziduí v povrchové, podzemní a pitné vodě mezi ČHMÚ, podniky Povodí, Státní rostlinnou správou, vodo hospodáři a ČIŽP a zavést systém cílené a pružné kontroly dodržování správných zásad použití a aplikace přípravků, a to na základě předávání informací o zjištěném nadlimitním výskytu přípravků ve vodách, zejména v oblastech se zjištěným nadlimitním výskytem reziduí v povrchové, podzemní a pitné vodě.

Na dílčí cíl I. f) - (zvýšení efektivity monitoringu reziduí a předcházení jejich výskytu v podzemních a v pitných vodách) se v letech 2015 až 2018 soustředil výzkumný projekt Systematická ochrana vodních zdrojů před rizikem znečištění pesticidy a jejich metabolity (SOPOR), podpořený Technologickou agenturou ČR, programem EPSILON, projekt č. TH01031187, jehož výstupem je zpracování metodiky cíleného monitoringu výskytu relevantních reziduí ve zdrojových oblastech jímacího území a vývoj inovativního systému monitoringu půdních a podzemních vod pro kontrolu provozní kázně při agrochemickém ošetřování ploch přípravky na ochranu rostlin.

2.1.4 Členění metodiky

Metodika je rozdělena do následujících tematických částí:

- Výchozí analýza rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami.
- Vymezení kritických ploch pro ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami.

Tyto tematické celky jsou popsány v kapitolách 4 a 5. V další části metodického postupu jsou popsány zásady cíleného monitoringu a doporučené technické postupy uplatňované při cíleném monitoringu.

Text metodické příručky je doprovázen příklady použití metodiky cíleného monitoringu na testované lokalitě v Tuřicích v rámci projektu SOPOR.

3. Vymezení základních pojmů

pesticid

- přípravek či prostředek na ochranu rostlin určený k tlumení a hubení rostlinných a živočišných škůdců,

přípravky na ochranu rostlin (POR)

- podle článku 2 nařízení (ES) č. 1107/2009 určeny pro některé z těchto použití,
- a) ochrana rostlin či rostlinných produktů před všemi škodlivými organismy či ochrana před působením těchto organismů, ledaže jsou hlavním důvodem použití těchto přípravků spíše hygienické účely než ochrana rostlin či rostlinných produktů,
- b) ovlivňování životních procesů rostlin, například jako látky ovlivňující růst, avšak jinak než jako živiny,
- c) uchovávání rostlinných produktů, pokud se na tyto látky nebo produkty nevztahují zvláštní předpisy Společenství o konzervantech,
- d) ničení nežádoucích rostlin či částí rostlin s výjimkou řas, pokud přípravky nejsou aplikovány na půdu nebo na vodu k ochraně rostlin,
- e) regulace nebo prevence nežádoucího růstu rostlin s výjimkou řas, pokud přípravky nejsou aplikovány na půdu nebo na vodu k ochraně rostlin,

metabolit

- produkt látkové přeměny (metabolismu) určité látky,

relevantní metabolit

- metabolit se považuje za významný („relevantní“), existuje-li důvod předpokládat, že jeho přirozené vlastnosti jsou srovnatelné s vlastnostmi mateřské látky, pokud jde o účinek na biologický cíl, nebo že představuje pro organismy vyšší riziko než mateřská

látka nebo riziko srovnatelné anebo že má určité toxikologické vlastnosti, jež jsou považovány za nepřijatelné,

ochranné pásmo vodního zdroje

- území stanovené individuálním správním aktem příslušného vodoprávního úřadu, tj. jeho správním rozhodnutím, za účelem ochrany vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti vodního zdroje využívaného nebo využitelného pro zásobování pitnou vodou,
- v souladu s ustanovením § 30 vodního zákona jsou stanovována ochranná pásma I. a II. stupně,

cílený monitoring

- monitoring složek životního prostředí určený pro ochranu vodního zdroje založený na znalosti souvislostí mezi spektrem pěstovaných plodin a použitými přípravky v ochranném pásmu vodního zdroje a jeho širším okolí, hydrologickými, hydropedologickými a hydrogeologickými charakteristikami území,
- umožňuje identifikovat a monitorovat dotace škodlivin přímo v místě vzniku, aby správce vodního zdroje mohl efektivně kontrolovat zdroje znečištění v OPVZ.

4. Seznam použitých zkratek

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
CSA	Critical source area
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DDT	Dichlordifenyltrichlorethan
EPA	Agentura pro ochranu životního prostředí (Environmental Protection Agency)
EP	Evropský parlament
ES	Evropské společenství
HPJ	hlavní půdní jednotka
HPV	hladina podzemní vody
IOR	Integrovaná ochrana rostlin
IS ARROW	Informační systém Assessment and Reference Reports of Water Monitoring
IS PiVo	Informační systém Pitná Voda
IZ	Infiltrační zóny
MZd	Ministerstvo zdravotnictví ČR
MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NAP	Národní akční plán k bezpečnému používání pesticidů v ČR
NMH	Nejvyšší mezní hodnota
OPVZ	Ochranné pásmo vodního zdroje
POCIS	Polar Organic Chemical Integrative Sampler
POR	Přípravky na ochranu rostlin
SPMD	Semi-Permeable Membrane Device
SZÚ	Státní zdravotní ústav
ÚV	Úpravna vody
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VZ	Vodní zdroj

5. Výchozí analýza rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami

5.1 Cíl výchozí analýzy rizika

Cílem výchozí analýzy je identifikovat a vyhodnotit riziko ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami. Výchozí analýza se opírá o existující informační zdroje, které má k dispozici provozovatel vodního zdroje, resp. je může získat s malými finančními náklady. Jedná se především o výsledky testování kvality surové vody a pitné vody, které provozovatel vodního zdroje musí provádět, aby splnil legislativní požadavky zákona o vodovodech a kanalizacích a zákona o veřejném zdraví – kontrola kvality surové vody, resp. kontrola a ověřování kvality produkované pitné vody.

Základním předpokladem pro získání spolehlivých závěrů z analýzy výsledků testování je splnění požadavku přílohy č. 5 k vyhlášce č. 252/2004 Sb., aby v surové, resp. v pitné vodě byly stanovovány pesticidní látky, jejichž výskyt je v daném zdroji pravděpodobný, tzn. rozsah stanovovaných pesticidních látek je odůvodněný.

5.2 Postup sestavení odůvodněného seznamu pesticidních látek

Množství používaných účinných látek POR a z nich vznikajících metabolitů je obrovské. (*Jen v roce 2017 bylo Registru přípravků na ochranu rostlin uvedeno 192 schválených účinných látek*). S rozvojem analytických metod a přístrojové techniky narůstají i možnosti a dostupnost pesticidní látky a jejich metabolity stanovovat, ale pro uživatele se jedná o poměrně složitý úkol vybrat odpovídající rozsah ukazatelů.

Při výběru účinných látek pro monitoring jejich výskytu ve vodách je přítom nutné zohlednit nové informace o nebezpečnosti konkrétních látek. Dodavatelé pitné vody mají v současné době jen velice omezený přístup k informacím o aplikaci přípravků, o jejich možném výskytu ve vodních zdrojích, tedy i v pitné vodě (k dispozici je pouze neúplný celostátní celkový součet množství aplikovaných přípravků resp. účinných látek

s jedno až dvouletým zpožděním). V mnohých případech je tak rozsah prováděných analýz neúplný a neadresný, což může vést k podhodnocení reálné situace. Omezené jsou také informace o relevantních metabolitech účinných látek, jejich toxikologických vlastnostech a metodách stanovení v surové či pitné vodě. Provozovatelé veřejných vodovodů tak nemají dostatečné informace pro zajištění odpovídajícího monitoringu kvality pitné vody.

Při sestavování odůvodněného seznamu pesticidních látek doporučujeme provozovatelům zdrojů pitné vody využít veřejně dostupné informace uvedené v databázových systémech. Mezi tyto informační systémy patří především:

- 1. Informační systém ARROW (IS ARROW) shromažďující data z monitoringu kvality podzemních a povrchových vod na území ČR provozovaný ČHMÚ**
- 2. Informační systém “Pitná voda” (IS PiVo) provozovaný Ministerstvem zdravotnictví ČR**
- 3. Registr přípravků na ochranu rostlin, který provozuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ)**

1. Informační systém Monitoringu kvality vod na území ČR – IS ARROW

Účinným zdrojem informací pro vymezení tzv. „odůvodněného seznamu pesticidních látek“ v podzemních a povrchových vodách je informační systém Monitoringu kvality vod na území ČR - IS ARROW (Assessment and Reference Reports of Water Monitoring), který představuje sběrnou databázi vzorků kvality vod na území ČR zahrnující portál sběru dat z monitoringu podzemních a povrchových vod včetně jeho vyhodnocení. IS ARROW provozuje Český hydrometeorologický ústav jako Národní

referenční středisko pro monitoring v rámci činností zajišťovaných pro MŽP. Systém umožňuje uložení a zpracování výsledků programů monitoringu týkající se sledování chemického a ekologického stavu vod dle požadavků Směrnice Rady č. 2000/60/ES, ustavující rámec pro činnosti Společenství v oblasti vodní politiky (Rámcová směrnice o vodách) a jejich zveřejnění pro laickou i odbornou veřejnost.

Data o kvalitě podzemních a povrchových vod včetně výsledků stanovení 141 pesticidů a jejich metabolitů, jsou dostupná prostřednictvím internetového portálu Českého hydrometeorologického ústavu (<http://hydro.chmi.cz/isarrow/>).

Z databáze lze získat informace o výskytu 141 pesticidů a jejich metabolitů v podzemních a povrchových vodách na území celé ČR, které se nacházejí v blízkosti vodárenského zdroje. Dle těchto výsledků lze zařadit nadlimitní pesticidy a jejich metabolity do provozního monitoringu pitné vody a zjistit, zda-li se vyskytují ve zdroji pitné vody.

Podobně z výsledků monitoringu povrchových vod na profilech sledovaných ČHMÚ umístěných v blízkosti OPVZ je možné identifikovat zdrojovou oblast znečištění pesticidními látkami, které se díky drenážním systémům a smyvlům dostávají do povrchových zdrojů pitné vody.

Příklad, jak postupovat při identifikaci rizikových pesticidů pro zdroje pitné vody pomocí dat z monitoringu povrchových vod na profilech ČHMÚ je uveden níže na příkladu řeky Jizery v oblasti Středočeského kraje. Pozornost byla zaměřena na výběr profilů situovaných proti proudu Jizery od zdrojové oblasti pro výrobu pitné vody. Monitorované profily na Jizeře (a přítocích) byly seřazeny ve směru proudění povrchové vody následovně:

- CHMI_1033_Horní Sýtová (Jizera),
- CHMI_1039 Spálov (Kamenice) CHMI_1034 Spálov (Jizera),
- CHMI_1035 Příšovice (Jizera),
- CHMI_1036 Bakov (Jizera), ZVHS_106-079 Kněžmost (Kněžmostka),
- ZVHS_106-080 Klenice, PLA_171 Mladá Boleslav (Klenice),
- CHMI_1037 Vinec (Jizera),
- CHMI_4003 Předměřice (Jizera).

Výsledky analýz pesticidních látek na jednotlivých profilech byly seřazeny podle směru toku Jizery a bylo posuzováno, zda ve směru proudění dochází k poklesu, nebo k nárůstu výskytu jednotlivých pesticidů v povrchové vodě.

Testovány byly následující scénáře:

- 1) Pokud byly vyšší koncentrace pesticidů v povrchové vodě z monitoringu ČHMÚ nad zájmovým profilem (konkrétně profil Předměřice), lze předpokládat, že zdroje znečištění povrchové vody se nacházejí nad profilem Předměřice.
- 2) Pokud byly koncentrace pesticidů v povrchové vodě z monitoringu ČHMÚ nad zájmovým profilem identické jako v zájmovém profilu (Předměřice), lze předpokládat, že zdroje znečištění povrchové vody se nacházejí nad zájmovým profilem, popř. v jeho blízkém okolí.
- 3) Pokud byly, v zájmovém profilu koncentrace pesticidů vyšší než na profilech na horním úseku toku, lze předpokládat, že zdroje znečištění povrchové vody se nacházejí v blízkosti zájmového profilu (Předměřice).

V **Tab. č. 1** je uveden přehled pesticidních látek a jejich metabolitů, které jsou rizikové pro břehovou infiltraci v blízkosti Jizery.

Tab. č. 1. Přehled pesticidních látek a jejich metabolitů v Jizeře v oblasti Předměřic

ID	Ukazatel	jednotka	průměr	minimum	maximum	medián	C90
FE0456	metolachlor ESA	µg/l	0,04462	0,03	0,193	0,033	0,0952
FE0457	metolachlor OA	µg/l	0,02235	0,03	0,132	0,03	0,0332
FE0750	acetochlor	µg/l	0,00603	0,005	0,18	0,005	0,005
FE1105	chloridazon	µg/l	0,01147	0,01	0,238	0,01	0,01
FE1106	chloridazon-methyl-desphenyl	µg/l	0,04622	0,01	0,137	0,038	0,0875
FE1145	MCPA	µg/l	0,02434	0,01	0,88	0,01	0,0325
FE1540	epoxikonazol	µg/l	0,01461	0,02	0,176	0,02	0,02
FES211	metazachlor OA	µg/l	0,04171	0,03	0,276	0,03	0,059
FES212	metazachlor ESA	µg/l	0,06869	0,03	0,622	0,0475	0,1105

2. Informační systém Pitná voda (IS PiVo)

Dalším zdrojem dat je informační systém PiVo (IS PiVo) provozovaný Ministerstvem zdravotnictví ČR. Do systému IS PiVo musí být na základě zákona o ochraně veřejného zdraví vloženy výsledky všech rozborů pitné vody, provedených podle tohoto zákona. Systém PiVo využívají orgány ochrany veřejného zdraví a ministerstvo zdravotnictví pro sestavování zpráv o kvalitě pitné vody v celé České republice. Od roku 2015 orgány ochrany veřejného zdraví zahájily projekty kontroly kvality pitné vody, při které jsou v pitné vodě stanovována spektra více než 180 pesticidních látek a jejich metabolitů (*zpráva 2017*). Cílem tohoto projektu je pomoci jednotlivým provozovatelům malých vodovodů a zjistit míru výskytu nejvíce užívaných pesticidů v jednotlivých krajích ČR. Pro tento projekt jsou vypracovány seznamy pesticidních látek a jejich metabolitů s ohledem na jejich lokální použití v zemědělství, lesnictví a dalších oblastech hospodářství v daném kraji.

Provozovatelé lokálních zdrojů pitné vody mají možnost požádat příslušné orgány ochrany veřejného zdraví o poskytnutí informací ohledně výskytu pesticidních látek a jejich metabolitů ve velkých zdrojích pitné vody, které se nacházejí v jejich blízkosti.

3. Registr přípravků na ochranu rostlin, Aplikace MS Excel pro zjednodušené použití registru POR

K přímé identifikaci účinných chemických látek v přípravcích na ochranu rostlin, které jsou používány na zemědělských plochách nacházejících se v ochranných pásmech vodního zdroje II. stupně, popř. v jeho blízkosti, mohou provozovatelé vodárenských zařízení využít databázi „Registr přípravků na ochranu rostlin“ (POR), veřejně dostupnou na webových stránkách: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>. Registr POR je komplexní veřejně dostupný nástroj určený k zpřístupnění dat z registru povolených přípravků na ochranu rostlin, který vede Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ). Jeho určitou nevýhodou je nezbytnost základní orientace v problematice nakládání s ochrannými přípravky, znalost jejich využití a aplikování, dále nutnost dobré formulace řešeného dotazu vedoucího k vyhledání požadované informace.

Z tohoto důvodu byla v rámci projektu SOPOR zpracována aplikace v programu MS Excel jako jednoduchý nástroj pro rychlou orientaci uživatelů ve velmi rozsáhlém spektru přípravků na ochranu rostlin, účinných látek, které mohou být využívány na zemědělských i nezemědělských plochách v ochranných pásmech vodních zdrojů.

Z Registru přípravků na ochranu rostlin (POR) byly vybrány přípravky splňující následující požadavky:

- přípravky jsou aktuálně registrované,
- přípravky s platnou registrací,
- přípravky, které jsou využívány skupinou „profesionálních uživatelů“ dle ust. § 2 odst. 2 písm. h), zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění, včetně přípravků obsahujících účinné látky chloridazon, MPCA.

Vybrané přípravky byly zpracovány do základních dvou databází v programu MS Office, Excel, které jsou součástí **Přílohy č. 1.**

- A. Databáze řazená dle obchodních názvů - soubor je označen „Databáze_POR_pesticidy versus plodiny“
- B. Databáze řazená dle účinných látek - soubor je označen „Databáze_POR_účinné látky versus plodiny“

A. Databáze_POR_pesticidy versus plodiny.

Databáze umožňuje uživateli podle pěstované plodiny identifikovat potenciálně používaný přípravek pro ochranu rostlin, dobu a četnost aplikace, škůdce apod.

Databáze je členěna do následujících listů MS Excel:

- a) List „Přehled přípravků“ obsahuje veškeré přípravky s obchodními názvy, jejich uplatnění rozdělené do vybraných

- 15 tříd plodin, přehled obsahuje informace o účinných látkách, použití přípravků včetně aplikovaných množství na plochu.
- b) Listy 1 až 15 obsahují přehled přípravků ve vybraných třídách plodin s čísly 1-15.

Jedná se následující vybrané třídy plodin - 1. obiloviny, 2. okopaniny, 3. olejny, 4. jádroviny, 5. peckoviny, 6. skořápkoviny, 7. bobuloviny, 8. chmel, réva, 9. luštěniny, 10. brukvovité, 11. okrasné květiny, 12. píce, 13. tráva, trávničky, 14. lesní stromy, školky, 15. likvidace plevelů-dvouděložných.

Struktura databáze v jednotlivých listech je znázorněna **Obr. č. 1**.

TH01031187

Název přípravku	Biologická funkce	možnosti použití POR na dalších plodinách kromě 1 (obiloviny)															Název účinné látky				Použití 1 až N		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	látko 1	látko 2	látko 3	látko 4	plodina	škůdce	účinnosti
obchodní název přípravku 1																							
obchodní název přípravku 2																							
obchodní název přípravku 3																							
.....																							
obchodní název přípravku n																							

možnosti použití POR na dalších plodinách kromě 1 (obiloviny)	Název účinné látky
1	obiloviny
2	okopaniny
3	olejiny
4	jádroviny
5	peckoviny
6	skotřapkoviny
7	bobuloviny
8	chmel, réva
9	luštěniny
10	brukvovité
11	okrasné květiny
12	ploniny
13	tráva, travníky
14	lesní stromy, školky
15	likvidace plevelů dvouděložných

AK	akaricid
BT	biopreparát
FR	feromon
F	fungicid
H	herbicid
I	insekticid
ML	molluskocid
R	rodenticid
RR	regulátor růstu a vývoje
TA	talpicid
RE	repellent

Obr. č. 1: Struktura databáze přípravků na ochranu rostlin (Databáze POR pesticidy versus plodiny)

Pokud zná uživatel databáze skladbu rostlin, které jsou pěstovány na zájmovém území, může si jednoduše sestavit přehled potenciálních přípravků, které mohou být k ochraně rostlin v průběhu vegetace, popř. i po jejím ukončení používány. V případě, že uživatel zná přípravky, bude schopen z databáze zjistit účinné složky např. pro potřeby zadání analytických zkoušek k monitorování úniku pesticidu do životního prostředí.

B. Databáze POR účinné látky versus plodiny.

Databáze umožňuje uživateli podle pěstované plodiny identifikovat účinnou látku, která potenciálně může ohrozit při nevhodné aplikaci životní prostředí, a umožní uživateli navrhnout vhodný rozsah laboratorních analýz pro monitorování složek životního prostředí.

Databáze je členěna obdobně jako předchozí databáze do jednotlivých listů.

Pokud zná uživatel databáze skladbu rostlin, které jsou pěstovány na zájmovém území, může si jednoduše sestavit přehled potenciálních rizikových účinných látek aplikovaných k ochraně rostlin, popř. i po ukončení jejího používání. Znalost účinných látek může využít např. pro potřeby zadání analytických zkoušek pro monitoring pesticidů v životním prostředí, případně k definování potenciálních rizik ohrožení vodního zdroje.

Struktura databáze v jednotlivých listech je znázorněna na **Obr. č. 2**.

TH01031187

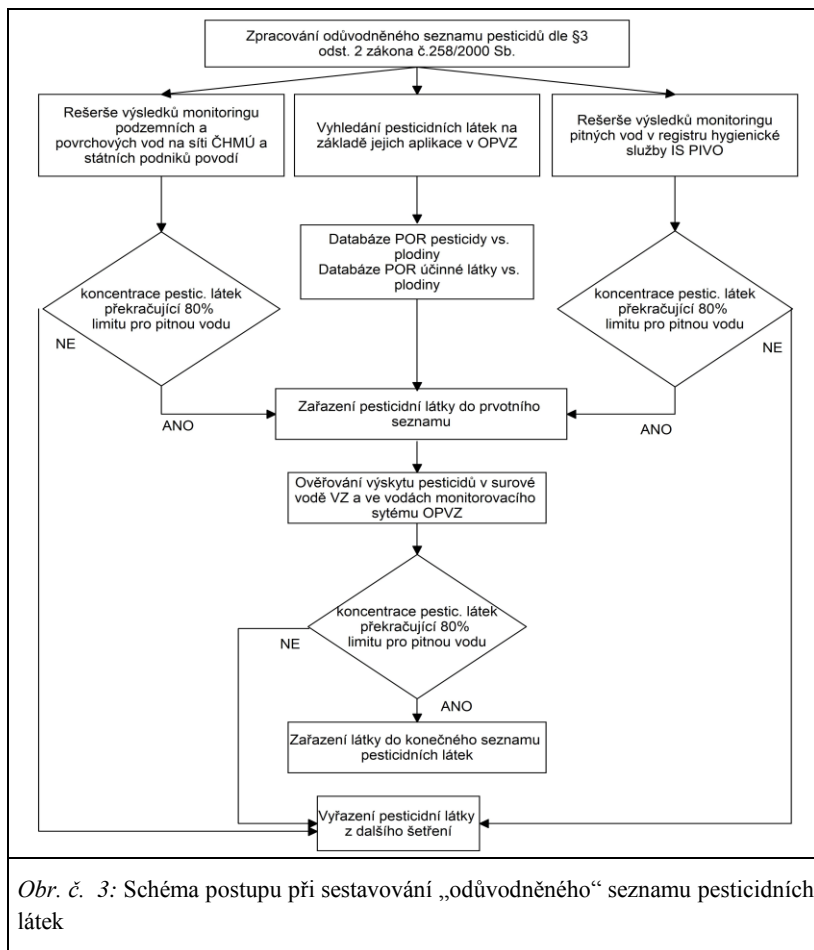
Biologická funkce	možnosti použití POR na dalších plodinách kromě 1 (obiloviny)															Název účinné látky				Použití 1 až N		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	látko 1	látko 2	látko 3	látko 4	plodina	škodce	dávkování
	pokud lze přípravek použít na dalších plodinách je zde uvedeno na kterých															v případě směsi více účinných látek				konkrétní specifikace		
	pokud lze přípravek použít na dalších plodinách je zde uvedeno na kterých															v případě směsi více účinných látek				konkrétní specifikace		
	pokud lze přípravek použít na dalších plodinách je zde uvedeno na kterých															v případě směsi více účinných látek				konkrétní specifikace		
	pokud lze přípravek použít na dalších plodinách je zde uvedeno na kterých															v případě směsi více účinných látek				konkrétní specifikace		

možnosti použití POR na dalších plodinách kromě 1 (obiloviny)	
1	obiloviny
2	okopaniny
3	olejiny
4	jádroviny
5	peckoviny
6	skorápkoviny
7	bobuloviny
8	cimel, réva
9	luštěniny
10	brukvovitě
11	okrasné květiny
12	placiny
13	tráva, travníky
14	lesní stromy, školky
15	likvidace plevelů dvouděložných

Biologická funkce	
AK	akaricid
BT	biopreparát
FR	feromon
F	fungicid
H	herbicid
I	insekticid
MIL	molluskocid
R	rodenticid
RR	regulátor růstu a vývoje
TA	talpicid
RE	repellent

Obr. č. 2: Struktura databáze přípravků na ochranu rostlin (Databáze POR účinné látky versus plodiny)

Při sestavování odůvodněného seznamu pesticidních látek je navržený postup, který je schématicky zobrazen na **Obr. č. 3**.



Obr. č. 3: Schéma postupu při sestavování „odůvodněného“ seznamu pesticidních látek

Popis postupu sestavování odůvodněného seznamu pesticidních látek je následující:

1. Výběr pesticidních látek pro prvotní seznam. Na základě rešerše výsledků získaných z informačních systémů IS ARROW, na základě spolupráce s orgány ochrany veřejného zdraví, resp. z IS PiVo, popř. z přímé identifikace zemědělských plodin pěstovaných v ochranném pásmu VZ, je připraven prvotní seznam účinných látek. Doporučujeme do seznamu zařadit pesticidní látky, jejichž koncentrace ve vodách (povrchových nebo podzemních) v blízkosti daného vodního zdroje dosahují 80% úrovně hygienického limitu pro pesticidní látku.
2. Ověření validity prvotního seznamu. Surová voda z vodního zdroje je testována v rozsahu prvotního seznamu pesticidních látek. Pokud stanovená koncentrace pesticidní látky ve vzorku překročí 80% hygienického limitu, je daná pesticidní látka zařazena do konečného “odůvodněného” seznamu pesticidních látek, který je používán v úplném rozboru pro ověřování kvality pitné vody (dle požadavků vyhlášky č. 252/2004 Sb.).

Doporučujeme validovat prvotní seznam pesticidních látek také na vzorcích vod odebraných z monitorovacích objektů (podzemní, případně povrchové vody) umístěných v ochranném pásmu II.stupně. Pro zařazení pesticidní účinné látky do odůvodněného seznamu jsou navrženy stejné požadavky jako v předchozím případě.

5.3 Identifikace rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami

Nejdůležitějším prostředkem ochrany je bezesporu institut ochranných pásem vodních zdrojů (OPVZ) upravených v § 30 Zákona o vodách a o změně některých zákonů 254/2001 Sb. (vodní zákon). Ten stanovuje požadavky pro vymezení OPVZ na základě odborného posouzení stavu a potřeb ochrany vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti vodního zdroje ve vztahu k jeho hydrologickému povodí nebo hydrogeologickému rajónu.

V podkladech pro vydání rozhodnutí o stanovení či změně OPVZ musí být mimo jiné uvedeny údaje o bodových a plošných zdrojích znečištění a z nich vyplývající možnosti vlivů na jakost nebo zdravotní nezávadnost vodního zdroje, jakož i o činnostech, které mohou ohrozit jeho vydatnost, jakost nebo zdravotní nezávadnost. Do činností, které ovlivňují jakost a zdravotní nezávadnost, mimo jiné patří i aplikace prostředků na ochranu rostlin.

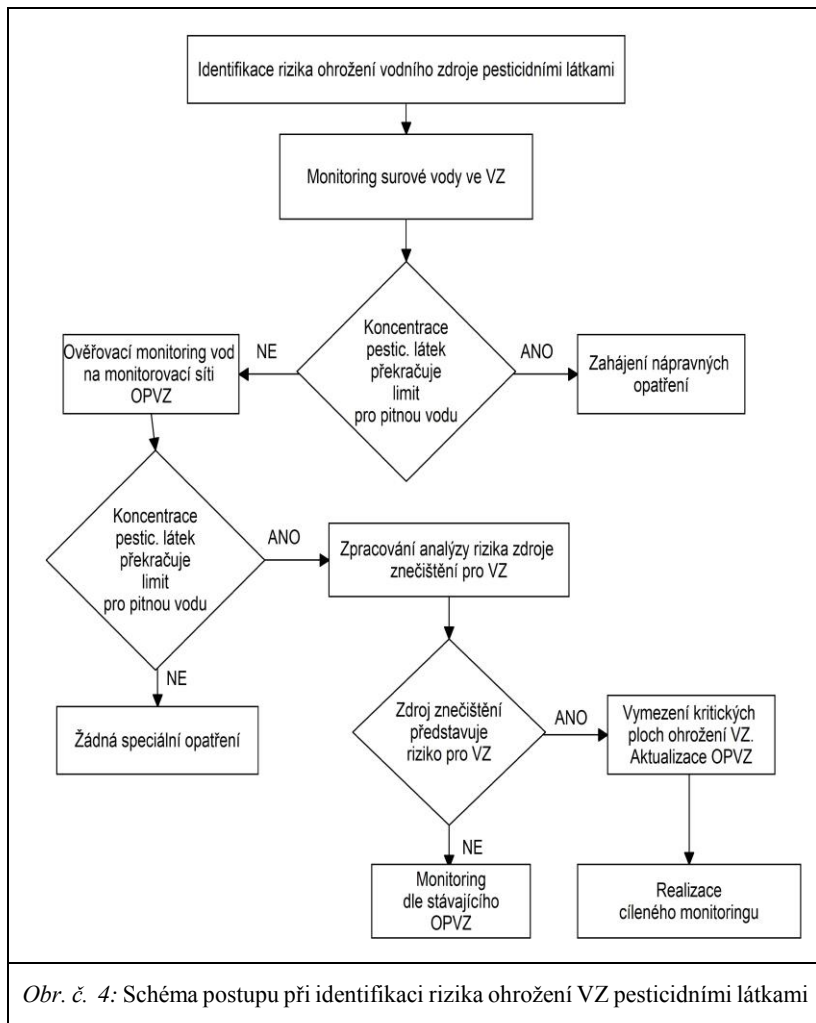
Hydrogeologická odborná veřejnost i vodohospodářské společnosti řadu let upozorňují na nejednoznačné legislativní prostředí pro vymezování ochranných pásem vodního zdroje (dosud nebyl přijat prováděcí předpis kompatibilní se zákonem) a na potřebu sjednotit postupy při vymezování OPVZ. Z odborného hlediska sem patří především požadavky na definování doby zdržení (migrace) znečištění do vodního zdroje, požadavky na rozsah a detail průzkumu a definování pedologických, geologických a hydrogeologických poměrů, výběr rizikových ploch a zdrojů znečištění z pohledu ohrožení vodního zdroje založený na numerických modelech proudění podzemních vod a transportních modelech šíření znečištění apod.

Pro ochranu vodního zdroje je důležité, zda stanovené OPVZ je stále aktuální a účinné z hlediska ochrany vodního zdroje pesticidními látkami.

K identifikaci rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami v první řadě slouží informace z provozního monitoringu pitné a surové vody s uplatněním „odůvodněného“ seznamu pesticidních látek.

Postup použitý k provedení identifikace je schématicky znázorněn na **Obr. č. 4**. Pokud je v surové vodě nalezena pesticidní látka nebo metabolit v koncentraci překračující hodnotu hygienického limitu, lze tento stav považovat za nevyhovující a je třeba zahájit nápravná opatření (jejich podoba vyplývá z charakteru pesticidních látek, v případě relevantnosti, či nerelevantnosti metabolitů) po dobu překročení limitní hodnoty.

TH01031187



Obr. č. 4: Schéma postupu při identifikaci rizika ohrožení VZ pesticidními látkami

V případě, že nejsou hygienické limity pro pesticidní látky v surové vodě překročeny, provede se ještě kontrolní ověření výskytu pesticidních látek v podzemní vodě monitorovacího systému, který byl navržen při stanovení ochranného pásma II. stupně. Monitoring kvality podzemních vod v OPVZ je účinným prostředkem ochrany VZ, který je bohužel zanedbáván.

Překročení hygienických limitů v podzemní vodě monitorovacího systému představuje rizikový stav, který vyžaduje další řešení a zpracování analýzy rizika znečištění pro vlastní vodárenský zdroj (dle §3c odst. 1 písm, f) a odst. 5 zákona č. 258/2001 Sb.). K charakterizaci rizika použije osoba uvedená v §3 odst. 2 zákona metodiku uvedenou v příloze č. 7 k vyhlášce č. 252/2004 Sb., popř. jinou metodiku (např. dle vyhlášky č. 369/2009 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek).

V případě, že bude riziko vyhodnoceno jako vysoké nebo střední je nutné zjednat rychlou nápravu a provést revizi případně nové vymezení kritických ploch pro ohrožení vodního zdroje).

6. Vymezení kritických ploch pro ohrožení vodního zdroje

6.1 Stávající stav vymezení ochranných pásem vodního zdroje

V současné době je možné identifikovat nesoulad mezi stanovenými ochrannými pásmy a způsobem hospodaření v jejich okolí. Důsledkem tohoto nesouladu je poměrně častý výskyt pesticidních látek v surové vodě. Za pravděpodobné příčiny, proč i přes řadu existujících opatření došlo k výskytu pesticidních látek v surové vodě, resp. podzemní vodě v monitorovacím systému OPVZ, můžeme považovat:

1. **Nadměrné nebo nevhodné používání přípravků na ochranu rostlin**
2. **Nevhodně (nedostatečně) vymezené ochranné pásmo vodního zdroje II. stupně**

Prvotní nápravná opatření musejí identifikovat konkrétní příčinu a zjednat nápravu.

1. Nadměrné nebo nevhodné používání přípravků na ochranu rostlin

Vodní zdroje, tj. podzemní a povrchové vody, jsou před kontaminací pesticidními účinnými látkami a relevantními metabolity chráněny především vyloučením rizikových přípravků na ochranu rostlin z ochranných pásem podzemních a povrchových vod, omezením aplikační dávky povolených přípravků nebo omezením počtu aplikací v průběhu vegetační sezóny (Klašková, Minář, http://eagri.cz/public/web/file/472497/Ochrana_zdroju_pitne_vody_zamcena.pdf).

Přesto nelze vyloučit, že systematická opatření nejsou dostatečně dodržována, resp. dostatečně kontrolována. (Z kontrol ÚKZÚZ vyplynulo: z 522 kontrol v roce 2014 bylo zjištěno porušení použití POR v II. stupni OPVZ ve 30 případech, v roce 2015 bylo při 390 kontrolách zjištěno porušení použití POR v OPVZ II. stupně při 15 kontrolách. Blažková, ÚKZÚZ, 2016).

Za nejvhodnější řešení k vyřešení dopadů nadměrného nebo nevhodného používání POR je obecně považována vzájemná spolupráce a vzájemná informovanost provozovatelů vodárenských zařízení a zemědělsky

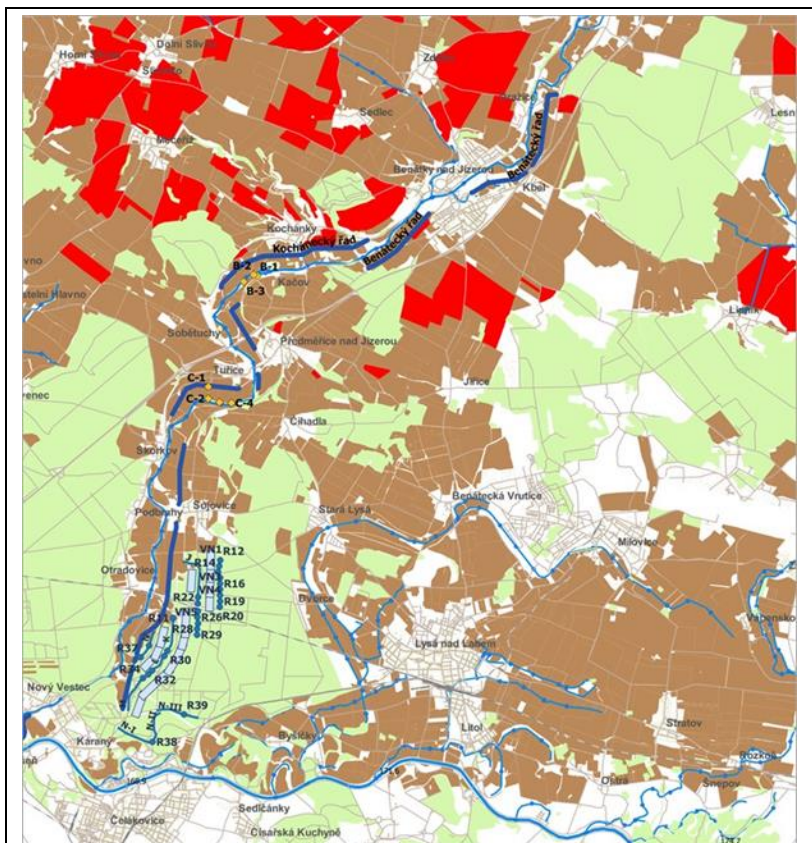
hospodařících subjektů v OPVZ (Candela et al. 1998, Kožíšek et al. 2013, MZe 2012, 2017).

Veřejný registr půdy - LPIS provozovaný Ministerstvem zemědělství (<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>), umožňuje vyhledávání v mapě půdních bloků s podkladem katastru nemovitostí, ortofotomap a dalších mapových vrstev a poskytuje informace o uživateli pozemku, zda je území evidováno v OPVZ II. stupně, zda se nachází v chráněném území, nebo oblasti NATURA apod.

Provozovateli vodárenského zařízení umožňuje snadno vyhledat zemědělsky hospodařící subjekty oblasti OPVZ II. stupně, popř. v jeho širším okolí, se kterým může vstoupit do kontaktu a zahájit spolupráci. Základním smyslem spolupráce je vzájemně se informovat o stavu ohrožení vodního zdroje, o použití POR na jednotlivých plochách, o frekvenci a množství aplikace apod., a společně hledat cesty pro nápravu případně nevyhovujícího stavu.

Na základě získaných informací může provozovatel vodárenského zařízení verifikovat, zda podklady pro vymezení OPVZ zahrnují všechny potenciální zdroje znečištění ze zemědělské činnosti a podklady OPVZ jsou aktuální, resp. je nezbytné je revidovat. Podle historické i stávající aplikace POR na zemědělských plochách v OPVZ může provozovatel ve spolupráci s hydrogeologem zahájit šetření na vytipování kritických zdrojových aktivních lokalit (tzv. critical source areas - CSA). CSA bývají vymezovány podle půdních, morfologických a land use charakteristik jako enklávy s vysokou pravděpodobností výskytu rychlého povrchového či podpovrchového odtoku a značnou hydrologickou spojitostí a je předpokládáno, že z těchto enkláv pochází většina plošného zemědělského znečištění, včetně pesticidů (Doppler et al. 2016), na kterých bude nezbytné používání POR upravit.

Na **Obr. č. 5** jsou vymezeny plochy, na kterých byla dle databáze LPIS v oblasti vodního zdroje břehové infiltrace Káraný v letech 2015-2017 pěstována řepa, tj. potenciální zdroj pesticidu chloridazonu a jeho metabolitů, které byly identifikovány v monitorovacích objektech OPVZ II. stupně Skorkovského řádu (břehová infiltrace Káraný).



Obr. č. 5: Vymezení pozemků, na kterých byla dle databáze LPIS v letech 2015-2017 pěstována řepa (červeně), tj. potenciální zdroj pesticidu chloridazonu a jeho metabolitů. Hnědou barvou jsou vyznačeny ostatní zemědělsky využívané pozemky

2. Nevhodně nebo nedostatečně vymezené ochranné pásmo vodního zdroje II. stupně

Systémové a legislativní nedostatky ve stanovování ochranných pásem vodního zdroje II. stupně byly diskutovány v předcházejících kapitolách. V informativním bulletinu MZe pro zemědělce „Zásady ochrany vod a necílových organismů při aplikaci přípravků na ochranu rostlin“ z roku 2010 (uvedených <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/dokumenty-a-publikace/informacni-letaky/ostatni-nemazat/zasady-ochrany-vod-a-necilovych.html>) se mimo jiné upozorňuje na nesystematičnost ve vymezení oblastí ochrany zdroje, kdy na jedné straně stále ještě existují tzv. pásma hygienické ochrany (stanovená podle dnes již neplatného zákona č. 138/1973 Sb. o vodách, a nově stanovená ochranná pásma vodního zdroje vymežovaná podle platného zákona č. 254/2001 Sb. Rovněž pro zemědělce tento stav komplikuje orientaci v problematice, navíc některá ochranná pásma VZ II. stupně nejsou evidována v katastru a **pro zemědělce nejsou jednoduše dohledatelná.**

Rizikovost ploch v OPVZ je třeba posuzovat dle komplexního zhodnocení a interpretace přírodních podmínek, které zahrnují znalosti z oblasti geologie, hydrogeologie, hydrologie, hydroopedologie, hydrochemie.

Na zemědělsky obdělávaných plochách je třeba především identifikovat tzv. infiltrační zóny (IZ). IZ jsou plochy, resp. malé enklávy půdních bloků, kde dochází k mnohem většímu a rychlejšímu vsakování srážkové vody a dotaci mělké podzemní vody, v porovnání s ostatními plochami. Jedná se většinou o mělké, skeletovité půdy neschopné zadržet vodu v půdním profilu. Vzhledem k rychlému vsakování vody může docházet k vyplavování živin a dalších látek do půdních vod a podzemních vod. Infiltrační zóny tak mohou pro tyto lokality - ve vazbě na intenzivní způsoby hospodaření - fungovat jako CSA, tedy plošný zdroj znečištění.

Výběr a rizikovost vymezených ploch, na nichž je nadměrné použití POR kritické pro vodní zdroj, by optimálně měla být potvrzena zpracováním numerického modelu proudění podzemních vod a transportního modelu

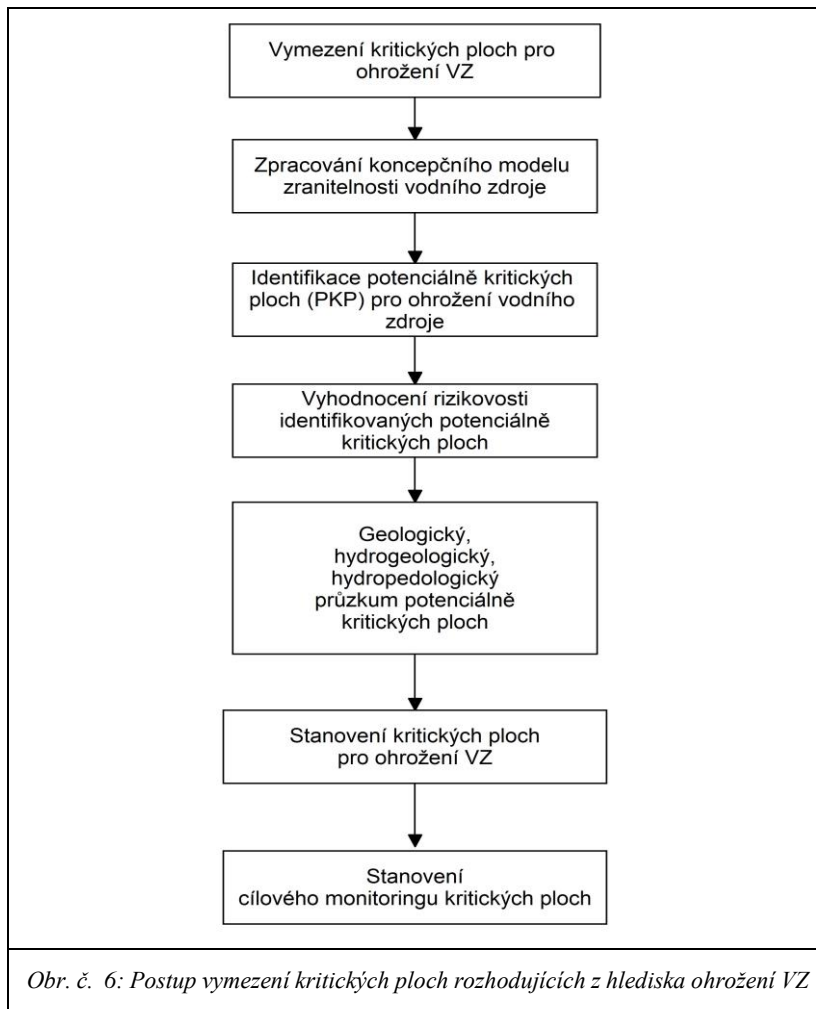
šíření znečištění. Na těchto plochách je realizace cíleného sledování dopadů aplikace POR kritickým prvkem.

Kritické plochy z hlediska používání přípravků na ochranu rostlin pro ohrožení vodního zdroje jsou plochy zemědělsky obhospodařované, popř. plochy ošetřované POR za jiným účelem než k zemědělské produkci (např. chemicky ošetřované železniční tratě, fotovoltaické elektrárny, golfová hřiště apod.). Tyto plochy byly vymezené hydropedologickým průzkumem jako potenciální infiltrační plochy s propustnými půdami. Zvodeň na těchto plochách, zásobující vodní zdroj nebo infiltrující se do zdroje, je typická volnou hladinou podzemní vody uloženou mělce pod terénem. Použití zavlažovacích systémů a provádění intenzivního zavlažování patří mezi další rizikové faktory zvyšující riziko ohrožení vodního zdroje z těchto ploch.

V případě, že kritické plochy nebyly jednoznačně určeny institutem vymezení OPVZ, tzn. nebyly prokázány a kvantifikovány migrační cesty znečištění z dané kritické plochy do vodního zdroje a podmínky, za kterých je ohrožení vodního zdroje vysoké, je nezbytné proces vymezení kritických ploch aktualizovat a upřesnit kvantitativní charakteristiky migrace znečištění z místa vyplavování do vodního zdroje (analytickými, nebo numerickými metodami).

6.2 Postup při vymezení kritických ploch pro ohrožení VZ

Při identifikaci kritických ploch zásadně ohrožujících VZ můžeme postupovat podle schématu uvedeného na **Obr. č. 6**. Dále jsou uvedeny jednotlivé kroky postupu vymezení kritických ploch vodního zdroje.



Obr. č. 6: Postup vymezení kritických ploch rozhodujících z hlediska ohrožení VZ

6.2.1 Zpracování koncepčního modelu zranitelnosti vodního zdroje

Pro zajištění optimální ochrany vodního zdroje musí být zpracován tzv. koncepční model zranitelnosti vodního zdroje. Tento model vychází z reálného charakteru zájmového území, zejména z geologické,

hydrogeologické, hydrologické a geochemické charakteristiky území, a přírodních poměrů v OPVZ a popisuje reálné transportní cesty potenciálních kontaminantů směřujících do vodního zdroje, tzn. popisuje, ze kterých částí OPVZ, popř. jejich širšího okolí, je možné VZ nejpravděpodobněji ohrozit. Optimální variantou je, pokud je koncepční model potvrzen zpracováním numerického modelu proudění podzemních vod a transportního modelu šíření znečištění, který byl zpracován pro území OPVZ II. stupně. Numerický model umožňuje metodou backtrackingu vymezit území mající největší hydrogeologickou spojitost s VZ a rozhodující měrou se mohou podílet na poškození VZ. Tyto oblasti (potenciálně kritické plochy) musí být následně podrobeny doplňujícímu hydropedologickému a hydrogeologickému průzkumu.

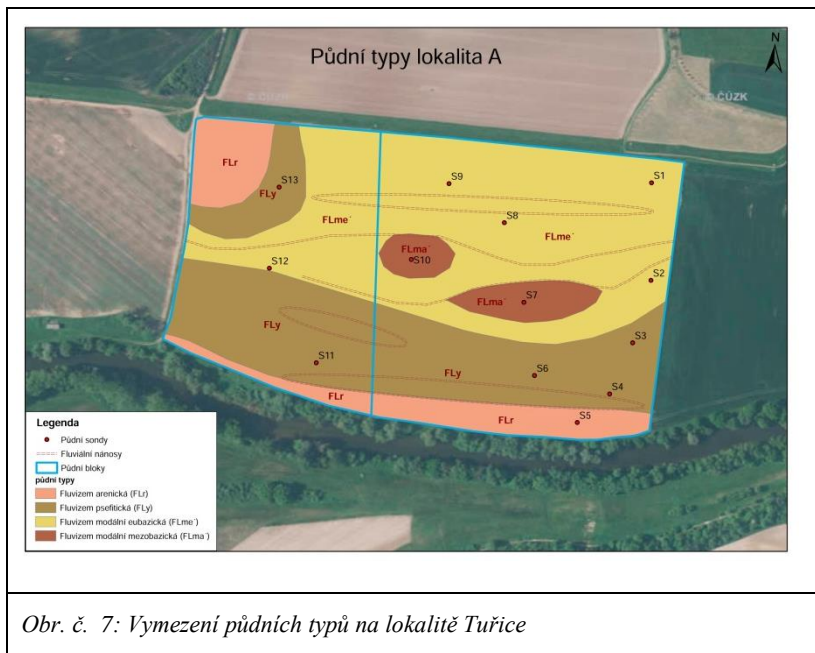
6.2.2 Podrobný hydropedologický průzkum na identifikovaných potenciálně kritických plochách

Cílem hydropedologického průzkumu je ověřit fyzikálně chemické a mechanické vlastnosti zemědělské půdy na identifikovaných potenciálně kritických plochách. Zejména definovat typ půdy, zrnitostní složení, obsah jílovité složky, obsah organického uhlíku, propustnost půdy apod.

Mezi kritické půdy neschopné zadržet vodu v půdním profilu a umožňující rychlé pronikání škodlivin do hlubších horizontů patří mělké, skeletovité půdy s nízkým obsahem jílových minerálů a organického uhlíku (Novák et al. 2012).

Na **Obr. č. 7** je znázorněno vymezení typů půd na zájmové lokalitě v Tuřicích.

TH01031187



Obr. č. 7: Vymezení půdních typů na lokalitě Tuřice

V jižní části zkoumaného území se nacházejí půdy s nejnižším agronomickým potenciálem reprezentované půdním typem Fluvizemě arenické (FLr). Jedná se o výsušné půdy utvářené zrnitostně lehkými usazeninami písčité terasy. Půdy fluvizemě arenické se vyskytují marginálně také na levém okraji severní části modelové lokality. Významnou část hodnocené lokality – větší severní část území tvoří agronomicky velmi cenné půdy typu fluvizemě modální (FLm). Půdy severní části jsou vyvinuty na středně těžkých substrátech převážně luvičského charakteru. V rámci těchto půd se proto částečně uplatňují procesy posunu jílu a humusových složek ve vertikálním směru. Celkově lze půdy hodnocené lokality řadit k relativně agronomicky cenným (hojný výskyt fluvizemě modální).

Obsah celkového organického uhlíku v humózním orničním horizontu Ap se na zájmové lokalitě pohybuje mezi 3 až 6 g/kg sušiny, v hlubších horizontech

(substrátový horizont M) je obsah celkového organického uhlíku <1 g/kg sušiny.

Z pohledu hodnocení propustnosti jsou identifikované půdy velmi propustné s omezeným zadržením vody. Nízký obsah celkového organického uhlíku v půdě a podložních horizontech umožňuje pronikání organického znečištění do hlubších horizontů.

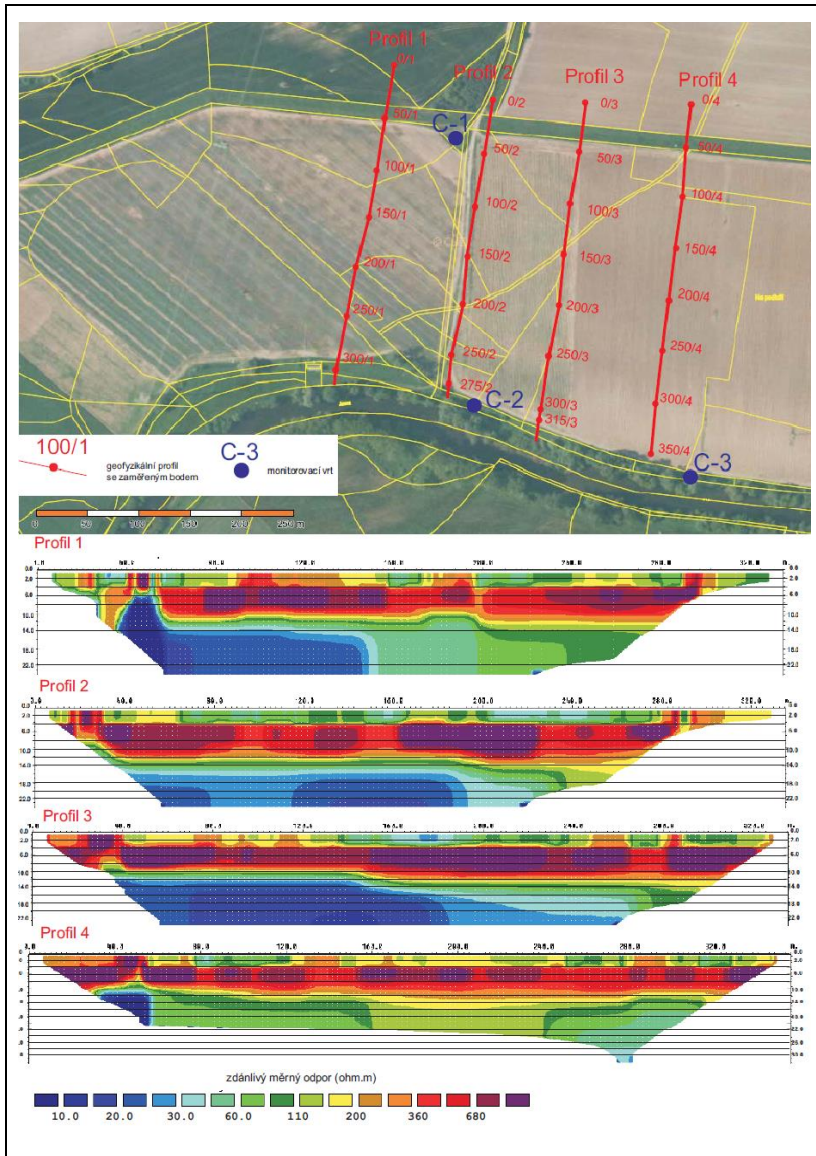
6.2.3 Podrobný geologický a hydrogeologický průzkum potenciálně kritických ploch

Cílem geologického a hydrogeologického průzkumu je vyhodnotit identifikované rizikové oblasti (potenciálně kritické plochy), zejména jejich hydrogeologickou souvislost s vodním zdrojem a definovat podíl konkrétní plochy na zásobování vodního zdroje. Na potenciálně kritických plochách je nezbytné ověřit v horninovém prostředí výskyt zón vyznačující se zvýšenou propustností (např. tektonické poruchy, zvětralé horniny, štěrkopísky s nízkým obsahem jílovité složky apod.), k potvrzení či vyvrácení přítomnosti geologické bariéry, která by zabraňovala infiltraci cizorodých látek do podzemních vod (touto bariérou mohou být nepropustné jílové vrstvy anebo vyšší podíl organické hmoty v orné půdě) apod.

Při vyhodnocování potenciálně kritických ploch je vhodné využít geofyzikální metody (např. pro vyhledání tektonických poruch, zón zvětrávání horninového prostředí, hydrogeologických bariér apod.), sondážní práce (pro ověření výsledků geofyzikálního průzkumu), hydrokarotážní měření v existujících a nově vybudovaných vrtech (např. pro upřesnění geologických a hydrogeologických vlastností horninového prostředí, zejména pro vyhodnocení vertikálních změn propustnosti, směru proudění v kolektoru apod.).

Na **Obr. č. 8** jsou zobrazeny výsledky geofyzikálního průzkumu na lokalitě Tuřice, upřesňující pomocí inverzních modelových řezů měrných odporů geologickou stavbu lokality.

TH01031187



Obr. č. 8: Výsledky geofyzikálního průzkumu na lokalitě Tuřice

Horninové prostředí na lokalitě je tvořeno 3 vrstvami s odlišnými zdánlivými měrnými odpory, které v souladu s vrtnou dokumentací byly interpretovány následovně:

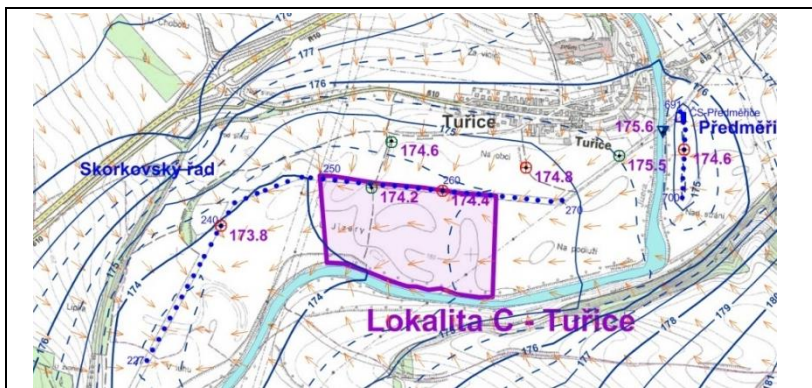
- Povrchové vrstvy se zdánlivými měrnými elektrickými odpory (v rozmezí 50 až 300 Ωm) reprezentují polohy písčitých hlín, popř. hlinitých písků, sahající do hloubek cca 3 až 4 m pod terén. Proměnlivost zdánlivých měrných odporů souvisí s různým stupněm zahlinění, resp. s odlišným stupněm zavodnění v důsledku umělého zavlažování.
- Vrstvy se zdánlivými měrnými elektrickými odpory nad 360 Ωm představují písky (jemnozrné až hrubozrné) až štěrky nacházející se v hloubkách od 3 m do 9 m, resp. od 3 m až do 14 m. S rostoucími zdánlivými měrnými odpory vzrůstá nevytříděnost písků a štěrků.
- Podložní vrstvy se zdánlivými měrnými elektrickými odpory pod 100 Ωm odpovídají podloží, tvořeném jílovci, resp. jílovitě písčitými sedimenty. Proměnlivost zdánlivých měrných odporů souvisí s různým stupněm jílovitého zvětrání hornin, resp. s odlišným stupněm obsahu písčitých poloh v jílovitých sedimentech. Rostoucí zdánlivé měrné odpory indikují vyšší přítomnost písčitých frakcí v jílovitých horninách a pravděpodobně i vyšší propustnost podložních hornin. Naopak s klesajícími zdánlivými měrnými odpory narůstá obsah jílovitých složek v horninách (hodnoty pod 30 Ωm reprezentují jíly).

Hodnocené území představuje plochy s vysokou hydrogeologickou spojitostí s mělkou kvartérní zvodní, která je vodárensky využívaná vodním zdrojem Káraný – Skorkovský řád.

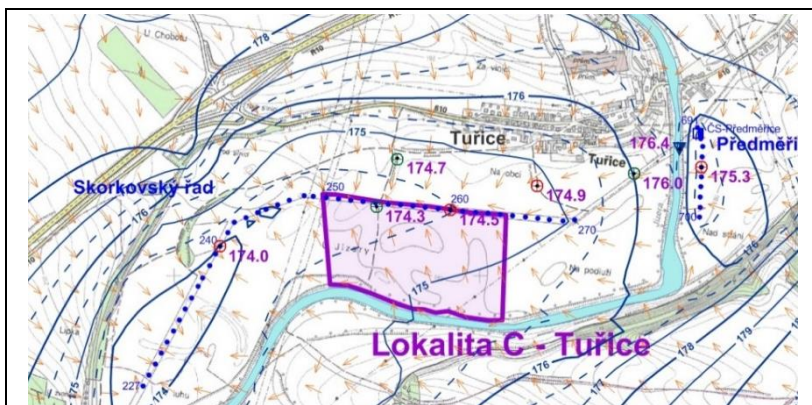
Optimální metodou pro posouzení významu potenciálně kritických ploch vymezených na základě koncepčního modelu rizikovosti je zpracování modelového řešení proudění podzemní vody na okolí těchto ploch pro vyhodnocení jejich hydraulické spojitosti s jímacími objekty.

Pro zájmové území Tuřic (jímací objekty Skorkovského řádu) byl zpracován stacionární a transientní numerický model proudění podzemní vody.

Na **Obr. č. 9** a **Obr. č. 10** jsou znázorněny dvě varianty modelových režimů proudění podzemní vody v oblasti Skorkovského řádu při jímaní vody z řádu s vydatností 60 l/s při normálním stavu povrchové vody v Jizeře a při povodňovém stavu Jizeře.



Obr. č. 9: Lokalita Turice – modelový režim proudění podzemní vody při odběrech ze Skorkovského řádu 60 l/s za normálního stavu vody v Jizeře



Obr. č. 10: Lokalita Turice – modelový režim proudění podzemní vody při odběrech ze Skorkovského řádu 60 l/s při povodňovém stavu v Jizeře

Z modelového řešení vyplývá, že potenciálně kritická plocha lokality Tuřice je pro ohrožení kvality jímané vody ze Skorkovského řádu používáním POR významná zejména při povodňových stavech Jizery. Při normálních stavech Jizery představuje dominantní složku jímané vody ve Skorkovském řádu podzemní voda natékající do řádu ze severu. V tomto období lze za kritické plochy považovat severní předpolí Skorkovského řádu.

7. Ustanovení cíleného monitoringu

7.1 Účel a principy cíleného monitoringu

Smyslem cíleného monitoringu je snížit a kontrolovat znečištění pesticidními látkami na plochách vymezených v OPVZ jako nejrizikovějších z hlediska ohrožení vodního zdroje. Tyto plochy byly vybrány na základě podrobného hydropedologického a hydrogeologického průzkumu. Na těchto plochách je realizace cíleného sledování dopadů aplikace POR kritickým prvkem.

Cílený monitoring pro ochranu vodního zdroje je založen na znalosti souvislostí mezi spektrem pěstovaných plodin a použitými přípravky v ochranném pásmu vodního zdroje a jeho širším okolí, hydrologickými, hydropedologickými a hydrogeologickými charakteristikami území. Metodika cíleného monitoringu umožňuje identifikovat a monitorovat dotace škodlivin přímo v místě vzniku, aby správce vodního zdroje mohl efektivně kontrolovat zdroje znečištění v OPVZ.

Vnos pesticidů do vod se děje zejména prostřednictvím plošných zdrojů znečištění, z intenzivně zemědělsky a lesnický obhospodařovaných pozemků (Szöcs et al. 2017; Lefrancq et al. 2017). Návrh monitorovacího systému pro realizaci cíleného monitoringu je přizpůsoben tomuto charakteru zdroje znečištění, kdy znečištění vzniká na relativně velké ploše. Proto hustota rozložení monitorovacích objektů při respektování modelu migrace kontaminantu může být poměrně malá. Monitorovací objekty jsou umísťovány tendenčně, tzn. na pozice, kde očekáváme maximální znečištění (v centru předpokládaného kontaminačního mraku).

Výsledky tradičních monitorovacích schémat; tj. provozních i průzkumných monitoringů v zahraničí i v ČR dokládají, že průměrné sumy koncentrací pesticidů a jejich metabolitů přesahují (někdy až několikanásobně) limit pro surovou vodu určenou pro výrobu pitné vody (Bereswill et al. 2014; Lefrancq et al. 2017; Liška et al. 2016). Tato provozní či průzkumná monitorovací schémata – byť nastavená v souladu s požadavky Vodní rámcové směrnice (European Commission; 2000) – bývají ovšem obvykle založena na

měsíčních či sezónních odběrech vzorků vod, a zpravidla v datech z těchto monitoringů nejsou zahrnuty epizodní koncentrace a odnosy pesticidů. Přitom řada studií z posledních let dokladuje, že právě během srážko-odtokových epizod, i těch středních a nižších intenzit, je ze zemědělské půdy odnášen převažující podíl pesticidů, zejména mateřských látek, povrchovým odtokem nebo v případě odvodněné půdy drenážemi (Brown and van Beinum, 2009; Lefrancq et al. 2017). Podobné scénáře se objevují při vyplavování pesticidních látek do půdní vody a následně do podzemní vody. Rovněž aplikace POR není v průběhu roku jednorázová, ale podle druhu pěstované plodiny mohou aplikace různých POR probíhat i několikrát v roce. Podchytit všechny epizody, při kterých může docházet k intenzivnějšímu vyplavování pesticidních látek do půdní a podzemní vody by vyžadovalo uplatnění vysoké četnosti monitoringu, aby nedocházelo k podhodnocení skutečné zátěže vod pesticidy v zemědělských povodích (Bundschuh et al. 2014; Lefrancq et al. 2017).

Pro účely cíleného monitoringu jsou využívány pasivní metody vzorkování. Tyto metody jsou standardně vyhledávány pro potřeby hodnocení kvality povrchových vod, vnitřního a vnějšího ovzduší, zejména pro schopnost identifikovat kontaminanty vyskytující se v nízkých koncentračních úrovních a pro možnost získat časově průměrovanou koncentraci sledovaného kontaminantu v dané složce životního prostředí za definované období. Jejich použití dovoluje zvýšit spolehlivost interpretace výsledků monitoringu v prostředí, kde dochází k veliké proměnlivosti koncentrace sledovaného ukazatele. Velmi perspektivní je využití metody pasivního vzorkování při průzkumech a monitorování znečištění podzemních vod, neboť odběr časově průměrného vzorku dovoluje snižovat četnost vzorkovacích etap, a tak zvyšovat ekonomickou efektivitu monitoringu.

Cílem výzkumného projektu SOPOR bylo vytvoření modifikovaných pasivních vzorkovačů, které lze instalovat do objektů určených pro monitoring gravitační půdní vody, nebo pro monitoring podzemních vod, do objektů s pažnicemi o vnitřním průměru 24 mm. Pro tyto účely byly vyvinuty dva typy vzorkovačů určené pro záchyt nepolárních a polárních pesticidů,

modifikující vzorkovače SPMD a POCIS používané pro monitoring těchto látek v povrchových vodách.

V letech 2015 až 2017 probíhalo testování pasivních vzorkovačů nejdříve v laboratorních podmínkách (s použitím tzv. kolonových testů) a následně v monitorovacích vrtech na pilotních lokalitách v OPVZ Káraný.

Z výsledků testování pasivních dozimetrů vyplynuly následující závěry:

- Citlivost časově průměrovaných koncentrací pesticidních látek získaných z pasivních dozimetrů je vyšší než citlivost zkoušek ve vzorcích vody odebraných a analyzovaných klasickým postupem. Pomocí pasivních dozimetrů byl v podzemní vodě identifikován širší rozsah pesticidních látek než v jednorázově odebraných (prostých) vzorcích podzemní vody. Zatímco v případě použití běžných analytických metod byly koncentrace pesticidních látek ve vzorcích podzemních vod pod mezemi stanovitelnosti, analýzy z pasivních dozimetrů identifikovaly tyto látky v měřitelné oblasti (nad mezemi stanovitelnosti analytické metody). Identické složení skupiny pesticidních látek bylo potvrzeno také mezilaboratorním porovnáním třemi nezávislými laboratořemi.
- Vyšší citlivost vyvinutých pasivních dozimetrů splňuje požadavek na uplatnění metody „Využití pasivních vzorkovačů pro stanovení pesticidů v podzemní vodě“ pro sledování technologické kázně při aplikaci prostředků pro ochranu rostlin jako signální metody, která umožňuje identifikovat přítomnost pesticidních látek a jejich pesticidů v podzemní vodě v širším rozsahu než klasické metody monitoringu.
- Použití pasivních dozimetrů umožňuje prokazatelně identifikovat širší skupinu pesticidních látek v podzemní vodě než klasické metody, neboť pasivní dozimetr poskytuje časově integrovanou informaci o výskytu pesticidních látek v podzemní vodě v delším časovém období než jednorázově odebraný vzorek podzemní vody.

Na **Obr. č. 11** jsou zobrazeny pasivní dozimetry určené pro identifikaci pesticidních látek v půdní a v podzemní vodě, vyvinuté projektem SOPOR.



Obr. č. 11: Pasivní dozimetry pro identifikaci pesticidních látek v půdní a podzemní vodě

Cílený monitoring pro kontrolu technologické kázně při používání prostředků na ochranu rostlin na kritických plochách je tvořen:

- monitorováním půdní vody,
- monitorováním podzemní vody mělkého kolektoru.

7.2 Monitoring znečištění půdní vody

7.2.1 Účel monitoringu

Při cíleném monitoringu se doporučuje provádět monitoring vody z nesaturované zóny horninového prostředí. Vodu v nesaturované zóně lze rozdělit na adsorpční vodu, vázanou na povrch pevných částic relativně

pevnými adsorpčními silami, kapilární vodu (která se pohybuje v hornině převážně působením kapilárních sil) a gravitační vodu, která se pohybuje v důsledku gravitace. Adsorpční vodu a část z celkového objemu kapilární vody není možné z prostředí odebrat v důsledku její relativně pevné vazby na porézní matici.

Gravitační voda v nesaturované zóně je hlavní složkou při přenosu znečištění z povrchu do podzemní vody. Míra znečištění gravitační vody v nesaturované zóně determinuje potenciální riziko znečištění podzemní vody v saturované zóně.

Účelem sledování znečištění gravitační vody pesticidními látkami je vyhodnocení potenciálu následné kontaminace podzemních vod, případně drenážních vod melioračních systémů.

7.2.2 *Technické prostředky*

Pro odběr vzorků půdní (případně pórové) vody lze použít dva způsoby: vakuové vzorkovače půdní vody (sukční kelímky) a jímače gravitační půdní vody.

Vakuové vzorkovače (sukční kelímky)

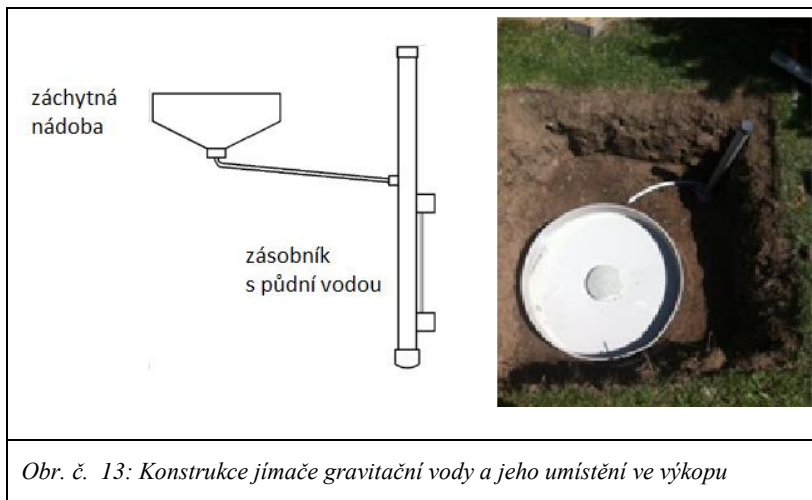
Tyto vzorkovače instalované v zemi využívají podtlak (aplikovaný z povrchu) k nasátí pórové vody do sběrače vzorku. Skládají se z porézní nádoby (nebo podobného vybavení) na konci vzorkovací trubice, která je zapuštěna v nesaturované zóně v mělkém vývrtnu. Pro konstrukci vzorkovače je důležitý výběr materiálu použitého pro porézní část vzorkovače. Pro monitoring pesticidů se doporučuje porézní sklo. Ukázka vzorkovače je znázorněna na **Obr. č. 12**.



Obr. č. 12: Ukázka sukčního kelímku s vakuovou pumpičkou a jeho umístění na lokalitě (Fučík, Zajíček et al. 2017)

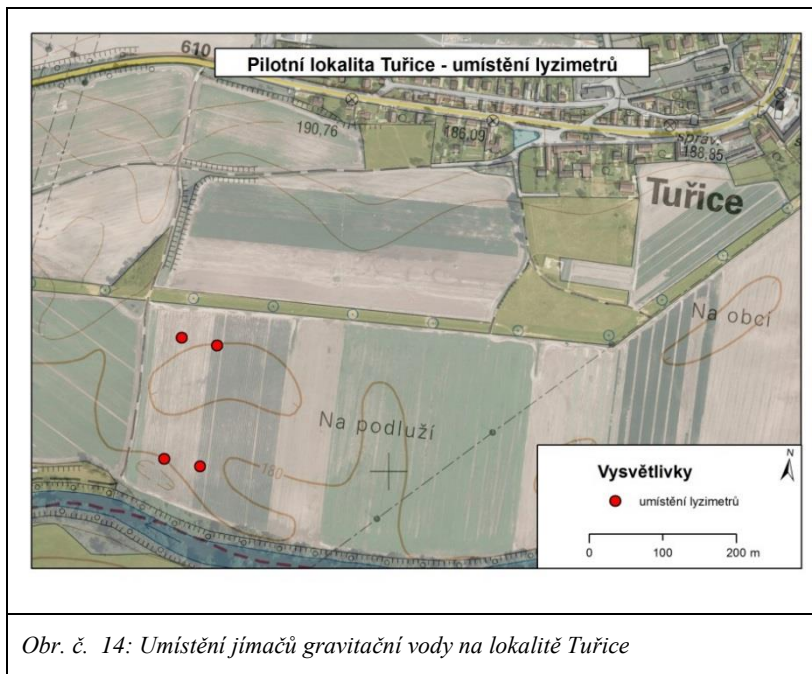
Jímače gravitační půdní vody

Tyto vzorkovače se používají k zachycování gravitační vody pohybující se preferenčními cestami (např. puklinami) v nenasycené zóně. V rámci projektu byl vyvinut a odzkoušen prototyp určený pro instalaci na zemědělských plochách - jímač gravitační vody z podorničí. K instalaci těchto vzorkovačů je třeba vyhloubit sondu do hloubky cca 40 cm (mocnost ornice), do které je umístěna záchytná nádoba (kruhového tvaru). Zachycená voda z nádoby je sváděna do zásobníku. Zařízení je přizpůsobeno pro přímý odběr vzorku gravitační vody ze zásobníku, ale umožňuje rovněž instalaci pasivního dozimetru pro získání časově integrované průměrné koncentrace pesticidních látek za definované období. Konstrukce jímače je znázorněna na **Obr. č. 13**.



7.2.3 Ukázka použití monitoringu půdní vody

Na pokusné lokalitě v Tuřicích byly v roce 2016 na dvou místech a ve dvou opakováních instalovány 4 jímače gravitační půdní vody. Odběr vzorků půdních vod probíhal v přibližně dvoutýdenním intervalu od 23. 6. 2016 do 4. 8. 2016. Celkem se podařilo odebrat 11 vzorků půdních vod. Umístění jímačů gravitační vody na lokalitě je vyznačeno na **Obr. č. 14**.



Obr. č. 14: Umístění jímáčů gravitační vody na lokalitě Tuřice

Rozborem vzorků půdní vody bylo detekováno poměrně široké spektrum mateřských látek z řad fungicidů, herbicidů i insekticidů, včetně jejich metabolitů. Přehled detekovaných látek a jejich koncentrací je uveden v **Tab. č. 2.**

Z detekovaných pesticidních látek vykazovaly největší počet výskytů Azoxystrobin, Fluopicolide (fungicidy), Metribuzin, Chloridazon (herbicidy), Imidacloprid (insekticid), Chloridazon desphenyl, Metolachlor ESA, Metolachlor OA, Dimethachlor ESA, Dimethachlor OA (metabolity), které byly identifikovány ve všech odběrech.

Nejvyšší koncentrace byly stanoveny pro herbicid Metribuzin (v koncentracích 1 500–1 700 [ng/l]) – používaný k hubení plevelů, metabolit Chloridazon desphenyl (interval 4 800–19 000 [ng/l]) a metabolit Chloridazon methyl desphenyl (interval 1 900–6 900 [ng/l]) – rozkladné účinné látky Chloridazon používané k hubení plevelů při pěstování řepy.

TH01031187

Tab. č. 2: Detekované pesticidní látky v půdních vodách na lokalitě Tuřice

Látka	Typ látky	Počet detekcí (z 11 vzorků)	min [ng/l]	max [ng/l]
Epoxiconazol	fungicid	3	11	26
Propiconazol	fungicid	4	11	66
Tebuconazol	fungicid	4	11	40
Azoxystrobin	fungicid	11	14	230
Dimethenomorph	fungicid	5	13	130
Fluopicolide	fungicid	11	80	600
Mandipropamid	fungicid	1		110
Terbutylazin	herbicid	7	18	73
Acetochlor	herbicid	4	22	390
Metolachlor	herbicid	8	20	540
Metalaxyl	herbicid	8	18	530
Metamitron	herbicid	4	12	32
Metribuzin	herbicid	11	1500	17000
Chloridazon	herbicid	11	11	41
Aclonifen	herbicid	8	39	1000
Linuron	herbicid	2	26	27
Imidacloprid	insekticid	11	23	340
Terbutylazin-2-hydroxy	metabolit	7	10	21
Chloridazon desphenyl	metabolit	11	4800	19000
Chloridazon methyl desphenyl	metabolit	11	1900	6900
Alachlor ESA	metabolit	6	21	39
Metolachlor ESA	metabolit	11	41	220
Metolachlor OA	metabolit	11	26	173
Metazachlor ESA	metabolit	9	21	58
Metazachlor OA	metabolit	4	54	132
Dimethachlor ESA	metabolit	11	33	138
Dimethachlor OA	metabolit	11	29	109

7.3 Monitoring znečištění podzemní vody

7.3.1 Účel monitoringu

Smyslem monitoringu podzemní vody zařazeném při cíleném monitoringu pro ochranu VZ před pesticidními látkami je včas informovat provozovatele vodárenského zařízení, že v podzemních vodách na kritických plochách bylo zjištěno znečištění podzemních vod z aplikací POR. Včasné zjištění přítomnosti POR v předpolí jímacího zdroje pitné vody umožní provozovateli vodárenského zařízení včas zahájit nápravná opatření, aby nedošlo k ohrožení využívání vodního zdroje.

Cílený monitoring podzemních vod je určen především k identifikaci počátečního znečištění podzemní vody v důsledku aplikací POR a prvotním předmětem monitoringu jsou mělké zvodně, které jsou první ovlivněny dotací pesticidních látek.

Vývoj systému pro cílený monitoring podzemní vody byl zaměřen na ekonomicky efektivní postupy, které umožňují snížit celkové náklady na realizaci monitoringu podzemní vody v porovnání s klasickými metodami monitoringu. Jedná se především o ekonomické technologie vrtání monitorovacích vrtů, konstrukce monitorovacího vrtu a technologie monitoringu pomocí pasivních metod vzorkování.

7.3.2 Technické prostředky

Úzkoprofilové vrty

Pro budování monitorovacích vrtů určených pro sledování znečištění podzemní vody mělkých zvodní je ekonomicky výhodné využívat technologii vrtání – metodou direct push.

Tato technologie využívá postup vibračního zarážení pracovní pažnice s vrtným průměrem 20 až 100 mm. Pracovní pažnice je na spodním konci uzavřená tzv. ztraceným hrotem z inertního materiálu, který po ukončení

vibračního vrtání a vyzvednutí pracovní pažnice zůstává v horninovém prostředí. Pro vrtání touto technologií jsou vyvinuty stavebnicové prvky konstrukce výstroje monitorovacího vrtu o malých průměrech (32x25 mm) zahrnující šroubované plné pažnice (z PE, teflonu), prefabrikované perforované části filtru monitorovacího vrtu, prefabrikáty bentonitových límců pro spolehlivé utěsnění vrtu apod. Vrtání s technologií direct push pro budování mělkých monitorovacích vrtů je velmi efektivní, na testovacích lokalitách v rámci projektu SOPOR bylo jednou soupravou během jednoho dne vybudováno 8 monitorovacích vrtů o průměrné hloubce 6,6 m. Na **Obr. č. 15** je znázorněna vrtná souprava HVS-144 při budování monitorovacích vrtů na lokalitě Tuřice.



Obr. č. 15: Vrtná souprava HVS 144 při budování monitorovacích vrtů na lokalitě Tuřice

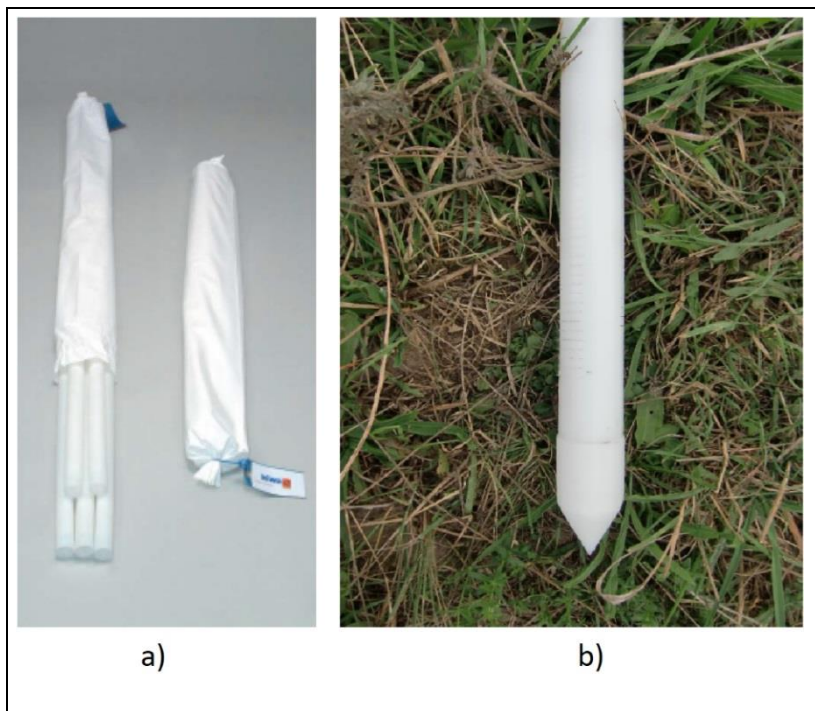
Stavebnicové systémy konstrukce (výstroje) vrtu

Stavebnicové systémy konstrukce monitorovacích vrtů splňují požadavky technických norem kladených na konstrukci výstroje monitorovacích vrtů (např. ČSN ISO 5667-22, 2017) požadovaných pro zabezpečení kvality vzorků, tzn. materiál výstroje, obsypu, těsnících prvků nesmí negativně ovlivnit vlastnosti vzorku.

Použití stavebnicového systému má následující výhody:

- Systém konstrukce je vhodný pro ekonomickou technologii vrtání direct push (ale i pro klasické technologie vrtání – např. rotační jádrové vrtání),
- vnitřní průměr je dostatečný pro aplikaci pasivního dozimetru při zachování malého vnějšího vrtného průměru,
- jednoduchá obsluha a kompletace výstroje vrtu,
- stavebnicové sady jsou dodávány v neporušených obalech a je zaručena čistota a ochrana stavebnicových prvků před sekundárním znečištěním při transportu a manipulacích,
- při odběrech vzorků a při měření hladin lze používat běžně dostupné vybavení a uživatelé si nemusejí pořizovat speciální vybavení apod.

Na **Obr. č. 16** jsou znázorněny prvky stavebnicové sady pro konstrukci výstroje monitorovacího vrtu.



Obr. č. 16: Prvky stavebnicové sady konstrukce vrtu. a) HDPE pažnice v obalu, b) prefabrikát filtru monitorovacího vrtu

7.3.3 Umístění monitorovacích vrtů

Ke znečišťování podzemních vod z intenzivně zemědělsky a lesnický obhospodařovaných pozemků, případně i z dalších zdrojů, dochází zejména plošně (uvedené zdroje znečištění patří mezi tzv. plošné zdroje). Návrh monitorovacího systému pro aplikaci cíleného monitoringu je přizpůsoben tomuto charakteru zdroje znečištění, hustota rozložení monitorovacích objektů může být poměrně malá. Monitorovací objekty jsou na kritických plochách umísťovány v souladu s výsledky hydrogeologického průzkumu, především na pozice, kde očekáváme maximální znečištění (v centru

předpokládaného kontaminačního mraku). Kromě monitorovacího vrtu určeného k identifikaci potenciálního znečištění podzemní vody z aplikací POR na kritické ploše se doporučuje v širším okolí nátoky podzemních vod do kritické plochy vybudovat srovnávací (pozařovný) vrt pro možnost vyloučení zdroje znečištění z jiné části zvodně.

7.3.4 Četnost monitoringu

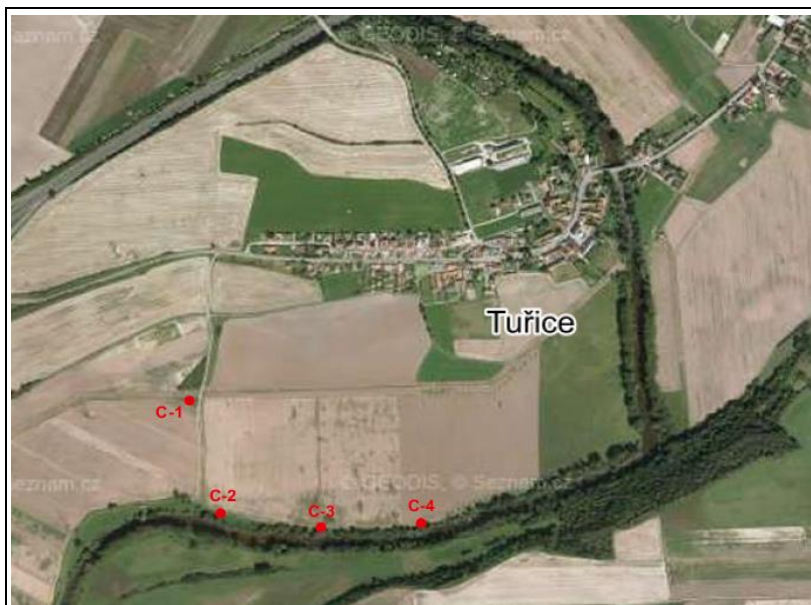
Použití pasivních dozimetrů umístěných v úzkoprofilových monitorovacích vrtech umožňuje snížit četnosti odběru vzorků pro identifikaci znečištění podzemní vody pesticidními látkami. Výsledky testování pomocí pasivních dozimetrů poskytují časově průměrovanou koncentraci za dobu, po kterou je pasivní dozimetr instalován ve vrtu. Obvyklá doba expozice pasivního dozimetru v podzemní vodě je měsíc. Vlastní četnost vzorkování se odvíjí od cílů programu zkoušení, tzn. s jakou spolehlivostí provozovatel vyžaduje ověřovat, že nedochází na kritických plochách k poškozování mělké zvodně.

Pro účely preventivního sledování výskytu pesticidních látek na lokalitách, kde nebylo dosud znečištění pozorováno, postačuje provést monitoring pomocí pasivních dozimetrů jedenkrát v roce. Konkrétní doba instalace se řídí hydrogeologickými podmínkami na kritické ploše (potenciální dobou zdržení znečišťující látky před průnikem do podzemní vody), které byly vyhodnoceny při hydrogeologickém průzkumu a dobou a četností aplikací POR, které jsou podmíněny skladbou plodin na kritické ploše a které lze zjistit od spolupracujícího farmáře, popř. pomocí aplikace vyvinuté v projektu SOPOR.

7.3.5 Ukázka použití monitoringu podzemní vody

Na pokusné lokalitě v Tuřících byly vybudovány 4 úzkoprofilové monitorovací vrty, do kterých byly v průběhu roku 2017 instalovány ve dvou až pěti cyklech pasivní dozimetry POCIS (počty cyklů v jednotlivých vrtech se řídily požadavky vývoje dozimetrů). Pasivní dozimetry byly v podzemní

vodě exponovány po dobu cca 1 měsíce. Umístění monitorovacích vrtů na lokalitě je vyznačeno na **Obr. č. 17**.



Obr. č. 17: Umístění monitorovacích vrtů na lokalitě Tuřice

V **Tab. č. 3** jsou uvedeny výsledky stanovení pesticidních látek obsažených v extraktu z pasivních dozimetrů mikroPOCIS exponovaných v podzemní vodě monitorovacích vrtů na lokalitě Tuřice. V extraktech bylo stanoveno 94 polárních pesticidních látek, v tabulce jsou uvedeny pouze látky, které v některém ze vzorkovacích cyklů byly stanoveny v koncentraci nad mezi stanovitelnosti analytické metody.

TH01031187

Tab. č. 3: Koncentrace polárních pesticidních látek v pasivních dozimetrech exponovaných v podzemní vodě na lokalitě Tuřice

označení vzorku/monitorovací vrt	C1			C2			C3			C4		
	3.5.-5.6.2017	15.9.-30.10.2017	1.12.17-8.1.18	3.5.-5.6.2017	15.9.-30.10.2017	1.12.17-8.1.18	3.5.-5.6.2017	15.9.-30.10.2017	1.12.17-8.1.18	3.5.-5.6.2017	15.9.-30.10.2017	1.12.17-8.1.18
Pesticidní látky	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
2,6-dichlorbenzamid	11,7	4,2	50	<1,5	3,3	<1,5	3,4	<1,5	3,4	3,3	4,4	4,4
Alachlor_ESA	3,3	18	12	13,8	20,1	41	31	40	53			
Atrazin	5,1	8,0	5,3	1,74	4,5	10	9,1	6,0	8,3			
Atrazin_desethyl	2,04	5,7	5,0	2,31	3,9	8,3	11	7,4	13			
Atrazin-desethyl-desisopropyl	204	9,0	<0,5	22,8	23,4	<1,5	<0,5	<1,5	<0,5	<1,5	<0,5	<0,5
Atrazin-hydroxy	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	5,4	3,3	2,9	<0,5			
Azoxystrobin	<1,5	<1,5	<0,5	4,8	17,1	54	18	96	18			
Carbamazepin	<1,5	<1,5	<0,5	4,8	17,1	54	18	96	18			
Dimethomorph	25,8	47	52	2,43	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<0,5	<1,5	<0,5	<0,5
Hexazinon	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	2,8	3,2	1,6	2,4			
Chloridazon	<1,5	<1,5	6,9	<1,5	<1,5	<1,5	3,4	<1,5	1,3			
Chloridazon_desphenyl	N	N	39	N	N	N	19	N	17			
Chloridazon_desphenyl_methyl	N	N	49	N	N	N	12	N	20			
Chlorotoluron	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	3,5	<0,5	<1,5	<0,5	<1,5	<0,5	<0,5
Chlorsulfuron	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	<1,5	11	<1,5	42			
Metazachlor	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	2,01	2,6	2,2	3,6	2,1			
Methoxyfenozide	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	2,6	5,6	1,7	4,8			
Metolachlor	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	2,49	2,2	<0,5	2,5	<0,5			
Metolachlor_ESA	42	93	47	57	138	74	120	40	190			
MetolachlorOA	<1,5	<1,5	<0,5	7,5	17,7	7,6	<0,5	6,5	<0,5			
Pirimicarb	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<0,5	<1,5	<0,5	<0,5
Sulfamethoxazol	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	5,7	24	30	41	43			
Terbutylazine	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	3,9	7,3	3,3	2,0	2,7			
Terbutylazine-desethyl	<1,5	<1,5	1,0	<1,5	3,6	6,4	6,4	3,2	6,6			
Terbutylazine-hydroxy	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	<1,5	<0,5	2,3	<0,5			
Terbutyn	<1,5	<1,5	<0,5	<1,5	<1,5	2,7	1,1	1,9	<0,5			

Vysvětlivky: 42 - hodnota nad mezi stanovitelnosti metody

N - pesticidní látka nebyla analyzována

Dominantními pesticidními látkami v centrální části zkušební lokality (vrť C1) jsou podle výsledků pasivních dozimetrů:

- 2,6-dichlobenzamid, Dimethomorph, Chloridazon desphenyl, Chloridazon desphenyl methyl (až 100% zastoupení v kampaních),
- Alachlor ESA, Atrazin, Atrazin desethyl desisopropyl, Chloridazon (cca 50% výskyt v kampaních).

Ve vrtech (C3 a C4) umístěných v blízkosti Jizery jsou dominantními pesticidními látkami:

- Carbamazepin, Metazachlor, Metolachlor ESA, Sulfamethoxazol (zastoupení 75 až 100% při testovacích kampaních),
- 2,6-dichlobenzamid, Alachlor ESA, Atrazin, Atrazin desethyl, Hexazinon, Terbutylazine, Terbutylazine desethyl (až 50 až 75% zastoupení v kampaních).

Výskyt pesticidních látek identifikovaných pasivními dozimetry je nutné ověřit v podzemní vodě klasickými postupy (odběr vzorků a analýza) a vyhodnotit například pomocí numerického transportního modelu (popřípadě pomocí předem definovaných kritických koncentrací), zda nepředstavují reálné ohrožení vodního zdroje.

V **Tab. č. 4** je provedeno srovnání výsledků získaných pomocí pasivních dozimetrů a koncentrací pesticidních látek v podzemní vodě.

Tab. č. 4: Porovnání koncentrací polárních pesticidních látek v pasivních dozimetrech a v podzemní vodě na lokalitě Tuřice

označení vzorku	C3		C4		označení vzorku odběr POCIS	C3		C4	
	1.12.17-8.1.18	15.12.2017	1.12.17-8.1.18	15.12.2017		1.12.17-8.1.18	15.12.2017	1.12.17-8.1.18	15.12.2017
odběr POCIS					odběr POCIS				
odběr podz.voda					odběr podz.voda				
2,6-dichlorbenzamid	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	3,4 <0,010	4,4 <0,010	Chlorsulfuron	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	11 N	42 N
Alachlor_ESA	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	31 <0,030	53 <0,030	Metazachlor	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	2,2 <0,010	2,1 <0,010
Atrazin	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	9,1 <0,010	8,3 <0,010	Methoxyfenozide	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	5,6 N	4,8 N
Atrazin_desethyl	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	11 <0,010	13 <0,010	Metolachlor	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	< 0,5 <0,010	< 0,5 <0,010
Atrazin-hydroxy	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	3,3 0,01	<0,5 <0,010	Metolachlor ESA	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	120 <0,030	190 0,035
Carbamazepin	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	18 <0,010	18 <0,010	Metolachlor OA	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	< 0,5 <0,030	< 0,5 <0,030
Hexazinon	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	3,2 <0,010	2,4 <0,010	Sulfamethoxazol	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	30 0,011	43 0,01
Chloridazon	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	3,4 <0,010	1,3 <0,010	Terbutylazin	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	3,3 <0,010	2,7 <0,010
Chloridazon desphenyl	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	19 0,077	17 0,053	Terbutylazin-desethyl	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	6,4 <0,010	6,6 <0,010
Chloridazon desphenyl methyl	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	1,2 <0,020	2,0 <0,020	Terbutryn	POCIS podz.voda	ng/POCIS µg/l	1,1 <0,010	< 0,5 <0,010

Z ověření výsledků pesticidních látek v pasivních dozimetrech s analýzami vzorků podzemní vody vyplývá, že identifikované polární pesticidní látky se v podzemní vodě vyskytují v nízké koncentrační úrovni a není třeba zahajovat žádná nápravná opatření. Ve shodě s pilotním testováním pasivních dozimetrů v rámci projektu SOPOR platí, že pomocí pasivních dozimetrů lze vytipovat znečišťující pesticidní látky v podzemní vodě dříve, než představují reálné ohrožení. Vytipování omezeného počtu potenciálních pesticidních látek umožňuje snížit počty analyzovaných pesticidů ve vzorcích podzemní vody.

Na **Obr. č. 18** je znázorněna instalace pasivních dozimetrů do úzkoprofilových monitorovacích vrtů.



Obr. č. 18: Instalace a deinstalace pasivních dozimetrů do monitorovacího vrtu

8. Přijetí nápravných opatření

Nápravná opatření je možné přijmout buď v podobě výstavby nákladných úpraven surové vody na vodu pitnou anebo řešit příčinu znečištění surové vody v podobě vymezení kritických ploch v ochranných pásmech vodních zdrojů, na kterých budou stanoveny relevantní způsoby hospodaření ve vztahu k ochraně vod.

Vymezení relevantních kritických ploch v rámci ochranných pásem vodních zdrojů se zohledněním hydrogeologických a hydropedologických charakteristik s vazbou na novelizaci vyhlášky MŽP 137/1999 Sb.

Důslednější dodržování cílů, který si stanovuje nový (druhý) NAP, by významně pomohlo ke zlepšení kvality surové vody. Zásady a doporučení nového NAP úzce souvisí s aktuálními informacemi o kvalitě vody ve zdrojových oblastech surové vody. Tyto aktuální informace lze s poměrně nízkými náklady zajistit pomocí cíleného monitoringu vody v blízkosti vodních zdrojů a OPVZ.

9. Srovnání „novosti postupů“

oproti původní metodice, případně jejich zdůvodnění, pokud se bude jednat o novou neznámou metodiku (§ 2, odst. 1, písm. b) a písm. c) zákona č. 130/2002 Sb.)

Navrhovaný systém je unikátní s ohledem na absenci metodického postupu vymezování kritických zdrojových lokalit (CSA) z hlediska potenciálně rizikových ploch kontaminace povrchových a podzemních vod přípravy na ochranu rostlin (POR).

Rovněž tak sestava vyvinutého pasivního vzorkovače je unikátní z pohledu konstrukce a možností využití pro cílený monitoring kontaminace podzemních vod POR.

Novost předkládané metodiky pro lokalizaci rizika ohrožení vodního zdroje pesticidními látkami a pro vytvoření funkčního monitorovacího systému spočívá v tom, že dokladuje postup průzkumu znečištění horninového prostředí při zakomponování vyhodnocení potenciální kontaminace POR a snaží se nabídnout ucelený systémový postup vedoucí k rychlé a efektivní detekci zdroje kontaminace POR.

Uplatnění metodiky se předpokládá zejména ve vodárenství, především v případě provozovatelů zdrojů hromadného zásobování obyvatelstva pitnou vodou, a to at' už jako pomůcka při řešení identifikace konkrétní kontaminace zdroje pesticidů, tak rovněž z preventivních důvodů předcházení těmto situacím.

Stanovení odpovědnosti za znečištění, které se může projevit prakticky ihned po aplikaci pesticidního přípravku, často však i po několika letech nebo i později, se v praxi může ukázat jako velmi obtížné. Realizace nápravného opatření může přitom být též finančně, technicky i časově velmi náročná.

10. Popis uplatnění Certifikované metodiky

Výsledky projektu budou uplatněny prostřednictvím komerčních subjektů působících v oblasti vodárenství při implementaci účinných nástrojů pro ochranu vodního zdroje před jeho poškozením, a pro vytvoření funkčního monitorovacího systému, včetně vyhodnocení rizika ohrožení vodního zdroje a návrhu nápravných opatření.

Nově získané poznatky budou přenášeny i do strategických materiálů v gesci Ministerstva zemědělství a Státní rostlinolékařské správy (viz Registr přípravků na ochranu rostlin). Databáze zahrnuje přípravky registrované v České republice a souběžně dovážené přípravky na ochranu rostlin podle zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči.

Předkládaná metodika zohledňuje závěry a doporučení Národního akčního plánu (NAP; <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/udrzitelne-pouzivani-pesticidu/narodni-akcni-plan-cr-nap/>) k zajištění udržitelného používání pesticidů v ČR, který obsahuje implementaci směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů.

Jednou z metod, zmíněných v NAP, které by měly být využity pro zajištění plnění dílčích cílů NAP, je stanovení prostorově a časově definovaného vymezení pozemků, na kterých používání přípravků pro ochranu rostlin představuje vyšší riziko pro necílové organismy a prostředí (tzv. „hot spot management“).

Dopady přítomnosti zvýšených koncentrací pesticidních látek ve vodách se projevují jak v lokálním měřítku, tak i v níže ležících vodních útvech (nádržích) a tedy se dotýkají nejen uživatelů předmětného území (zemědělci, vlastníci půdy), ale i správců povodí a celé společnosti z hlediska kvality života.

11. Ekonomické aspekty

Cílený monitoring přinese úsporu finančních prostředků vynaložených na realizaci bodového monitoringu POR. Samozřejmě v případě prokázání rizik spojených s ohrožením lidského zdraví je zřejmá další úspora léčebných nákladů a následných opatření např. zajištění náhradního zdroje pitné vody.

Uvedení této metodiky do praxe bude mít nepřímé ekonomické dopady v oblasti úpravy surové vody na vodu pitnou, dojde ke snížení respektive nezvyšování nákladů na nové technologie v úpravě vod. Tento faktor se pozitivně promítne do cen vodného pro právnické subjekty i fyzické osoby, což má i sociální rozměr implementace této metodiky do praxe. S tím souvisí i snížení případných zdravotních rizik obyvatelstva vyvolaných potenciálně zdravotně závadnou pitnou vodou.

Zvýšené provozní náklady na úpravu surové vody na vodu pitnou z hlediska odstraňování pesticidních látek **představují rámcově 0,4-0,7 Kč/m³**.

Příklad:

Při předpokládané produkci pitné vody vodárnou Káraný v objemu 12,5 mil. m³ za rok, lze při aplikaci výše uvedených metodických postupů vyčíslit úsporu řádově 5-8,75 mil. Kč ročně.

12. Závěr

Předkládaný metodický postup poskytuje podklad pro rozhodovací činnost subjektů činných v oblasti vodohospodářské politiky, provozovatelů vodovodů při realizaci opatření ke snížení dopadů kontaminace pesticidními látkami a jejich metabolitů na zdroje pitné vody. Přehledným a uceleným metodickým návodem dokumentuje proces vymezení kritických zdrojových lokalit (CSA) potenciálního znečištění zájmové oblasti a nového varovného systému s využitím pasivního systému vzorkování před potenciálním havarijním znečištěním vodních zdrojů primárně určených pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Certifikovaná metodika popisuje soubor technik a postupů vedoucích k řešení eliminace zátěže zdrojů hromadného zásobování pitnou vodou pesticidními látkami. Základní cíle metodiky lze rozdělit na:

- zlepšení systému monitoringu podzemních vod a omezení rizika případného ohrožení zdrojů zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Při velkých jímaných objemech jsou pro toxické perzistentní látky a endokrinní disruptory bodový odběr a analýza vzorků neprůkazné a nedostatečně citlivé. Přítomnost těchto látek v pitných vodách i ve stopových koncentracích přináší zdravotní rizika pro obyvatelstvo;
- vývoj technik lokalizace zdrojů kontaminantů včetně metod monitoringu, identifikací zdrojů kontaminace je možné eliminovat nebo minimalizovat přítomnost nežádoucích látek v pitné vodě;
- vytvoření kategorizace zdrojů, mapy zranitelnosti a vyhodnocení rizikovosti a vlivů sledovaných látek – v ohrožených oblastech je možné přijmout taková preventivní opatření, která povedou k minimalizaci přítomnosti nežádoucích látek ve zdrojích pitné vody;
- vývoj technologií eliminace nežádoucích toxických látek přítomných v pitné vodě ve stopových koncentracích – způsoby detekce, monitoringu a sanace pesticidních látek jsou odlišné v závislosti na tom, jsou-li tyto látky přítomny ve stopových nebo ve významných koncentracích.

Aplikace souboru technik a metodických diagnostických a interpretačních postupů přímo v uživatelské praxi přinese:

- snížení rizik kontaminace povrchových a podzemních vod POR (zejména dusíkatými pesticidy), snížení rizik a zlepšení zdravotního stavu populace;
- optimalizaci nákladů na úpravu a dekontaminaci pitné vody;

Výše uvedené přínosy povedou ke zvýšení kvality života obyvatel s využitím nových progresivních technologií a systémů a ke zvyšování kvality životního prostředí v oblastech ochrany vod a ve vodním hospodářství.

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Struktura databáze přípravků na ochranu rostlin (Databáze POR pesticidy versus plodiny)	29
Obr. č. 2: Struktura databáze přípravků na ochranu rostlin (Databáze POR účinné látky versus plodiny)	31
Obr. č. 3: Schéma postupu při sestavování „odůvodněného“ seznamu pesticidních látek	32
Obr. č. 4: Schéma postupu při identifikaci rizika ohrožení VZ pesticidními látkami	35
Obr. č. 5: Vymezení pozemků, na kterých byla dle databáze LPIS v letech 2015-2017 pěstována řepa (červeně), tj. potenciální zdroj pesticidu chloridazonu a jeho metabolitů. Hnědou barvou jsou vyznačeny ostatní zemědělsky využívané pozemky	39
Obr. č. 6: Postup vymezení kritických ploch rozhodujících z hlediska ohrožení VZ	42
Obr. č. 7: Vymezení půdních typů na lokalitě Tuřice	44
Obr. č. 8: Výsledky geofyzikálního průzkumu na lokalitě Tuřice	46
Obr. č. 9: Lokalita Tuřice – modelový režim proudění podzemní vody při odběrech ze Skorkovského řádu 60 l/s za normálního stavu vody v Jizeře	48
Obr. č. 10: Lokalita Tuřice – modelový režim proudění podzemní vody při odběrech ze Skorkovského řádu 60 l/s při povodňovém stavu v Jizeře	48
Obr. č. 11: Pasivní dozimetry pro identifikaci pesticidních látek v půdní a podzemní vodě	53
Obr. č. 12: Ukázka sukčního kelímku s vakuovou pumpičkou a jeho umístění na lokalitě (Fučík, Zajíček et al. 2017)	55
Obr. č. 13: Konstrukce jímače gravitační vody a jeho umístění ve výkopu	56
Obr. č. 14: Umístění jímačů gravitační vody na lokalitě Tuřice	57
Obr. č. 15: Vrtná souprava HVS 144 při budování monitorovacích vrtů na lokalitě Tuřice	60
Obr. č. 16: Prvky stavebnicové sady konstrukce vrtu. a) HDPE pažnice v obalu, b) prefabrikát filtru monitorovacího vrtu	62
Obr. č. 17: Umístění monitorovacích vrtů na lokalitě Tuřice	64

Obr. č. 18: Instalace a deinstalace pasivních dozimetrů do monitorovacího vrtu.....	68
---	----

Seznam tabulek

Tab. č. 1. Přehled pesticidních látek a jejich metabolitů v Jizeře v oblasti Předměřic.....	25
Tab. č. 2: Detekované pesticidní látky v půdních vodách na lokalitě Tuřice	58
Tab. č. 3: Koncentrace polárních pesticidních látek v pasivních dozimetrech exponovaných v podzemní vodě na lokalitě Tuřice.....	65
Tab. č. 4: Porovnání koncentrací polárních pesticidních látek v pasivních dozimetrech a v podzemní vodě na lokalitě Tuřice	67

Seznam literatury

BENNETT, E. R., T. L. METCALFE, and C. D. METCALFE (1996): Semi-permeable membrane devices (SPMDs) for monitoring organic contaminants in the Otonabee River, Ontario. *Chemosphere*, 1996. 33(3): p. 363-375.

BERESWILL, R. et al. (2014): Risk Mitigation Measures for Diffuse Pesticide Entry into Aquatic Ecosystems: Proposal of a Guide to Identify Appropriate Measures on a Catchment Scale. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 10 (2); pp. 286–298., 2014.

BLAŽKOVÁ, A. (2016): Systém kontrol nakládání s přípravky na ochranu rostlin u profesionálních uživatelů. Prezentace na konferenci Ministerstva zemědělství ČR, Konference o problematice pesticidů, Praha, 19. 5. 2016. http://eagri.cz/public/web/file/464307/UKZUZ_Blazkova_system_kontrol_nakladani_s_POR_Konference_o_pesticidech_Praha_19_05_2016_2.pdf

BROWN, C., VAN BEINUM, W. (2009): Pesticide transport via sub-surface drains in Europe. *Environmental Pollution*, 157, 3314–3324. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.06.029>

BUNDSCHUH M., GOEDKOOP W., KREUGER J. (2014): Evaluation of pesticide monitoring strategies in agricultural streams based on the toxic-unit concept - Experiences from longterm measurements. *Science of the Total Environment*, 484(2014), 84–91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.03.015>

CANDELA, L. et al. (1998): Soil and Groundwater Pollution from Agricultural Activities. Technical Documents in Hydrology, UNESCO, Paris, 1998, SC-98/WS/66.

ČSN ISO 5667-22 (2017): Kvalita vod - Odběr vzorků - Část 22: Návod pro navrhování a instalaci objektů pro monitoring podzemní vody.

DOPPLER, T. et al. (2016): Critical source areas for herbicides can change location depending on rain events. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 192, 85–94. DOI: 10.1016/j.agee.2014.04.003.

FAO (2000): PESTICIDE DISPOSAL SERIES 8. Assessing soil contamination A reference manual. <http://www.fao.org/docrep/003/X2570E/X2570E00.htm#TOC>

FUČÍK, P., ZAJÍČEK, A. a kolektiv (2017): Metodický postup pro monitoring dynamiky pesticidů v zemědělských drenážích a drobných

vodních tocích, certifikovaná metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. a Povodí Vltavy, státní podnik, Praha. ISBN: 978-80-87361-78-8.

GARI, D. W., KOŽÍŠEK, F. (2017): Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2016. Státní zdravotní ústav, Praha, ISBN: 978-80-7071-366-2. http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/Voda_2016.pdf

JAVOŘÍKOVÁ, Z. (2017): Pesticidy ve zdrojích pitných vod nejen ve Zlínském kraji. Sborník příspěvků 21. mezinárodní vodohospodářské konference, Voda Zlín 2017, Moravské vodárenská a.s., Olomouc. <http://www.smv.cz/res/archive/1754/178270.pdf?seek=1491542806>

JEDLIČKOVÁ, Z., LÁTAL, M., NOVÁK, J. (2017): Výskyt relevantního metabolitu acetochloru ESA v pitné vodě. Sborník příspěvků 21. mezinárodní vodohospodářské konference, Voda Zlín 2017, Moravské vodárenská a.s., Olomouc. <http://www.smv.cz/res/archive/1754/178270.pdf?seek=1491542806>

KLAŠKOVÁ, L. (2017): Změna kritérií pro vylučování přípravků z ochranného pásma II. stupně podzemních vod. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2017. http://eagri.cz/public/web/file/524181/povrchove_vody.pdf

KLAŠKOVÁ, L., MINÁŘ, P. (neuvedeno): Ochrana zdrojů pitné vody. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. http://eagri.cz/public/web/file/472497/Ochrana_zdroju_pitne_vody_zamcen_a.pdf

KODEŠ, V. (2017): Pesticidy v podzemních vodách ČR. Studio AXIS, sborník příspěvků Podzemní vody ve vodárenské praxi, Jablonné nad Orlicí, 29. -30. 3. 2017.

KODEŠ, V. et al. (2011): Výskyt a pohyb pesticidů v hydrosféře a nové metody optimalizace monitoringu pesticidů v hydrosféře ČR. Závěrečná zpráva projektu MŠMT č. 2B06095. ČHMÚ, Praha 2011. <http://hydro.chmi.cz/pasporty/>

KODEŠ, V., Svátková, M., Freisleben, J. (2016): Dvacet pět let systematického sledování jakosti podzemních vod v České republice. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. Praha 2016. VTEI/2016/04. ISSN: 0322-8916 <https://www.vtei.cz/2016/04/dvacet-pet-let-systematickeho-sledovani-jakosti-pozemnich-vod-v-ceske-republice/>

KOHOUT, P., MILICKÝ, M., NOVÁK, P., MRÁZ, A., OCELKA, T., SKALICKÝ, M., ŠUPÍKOVÁ, I. (2018): Možnosti ochrany vodárenských zdrojů před poškozováním přípravky na ochranu rostlin. Studio AXIS, sborník příspěvků Podzemní vody ve vodárenské praxi, Rychnov nad Kněžnou, 4. -5. 4. 2018.

KOHOUT, P., NOVÁK, P., ŠUPÍKOVÁ, I., OCELKA, T., MRÁZ, A., SKALICKÝ, M., MILICKÝ, M. (2018): Systematická ochrana vodních zdrojů před rizikem znečištění pesticidy a jejich metabolity, Pilotní studie Káraný. W&ET Team, sborník příspěvků konference Pitná voda 2018, Tábor 28. - 31. 5. 2018.

KOŘÍNEK, R., NOVÁKOVÁ, H., NIETSCHEOVÁ, J. (2017): Aktuální stav problematiky ochranných pásem vodních zdrojů. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. Praha 2016. VTEI/2017/3. ISSN: 0322–8916.

<https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2017/06/5718-VTEI-Aktualni-stav-problematiky.pdf>

KOS, J. (2017): Problematika výskytu pesticidů a jejich metabolitů v pitné vodě v kraji Vysočina KHS kraje Vysočina 2017, prezentace na Diskusním semináři ARNEŠTOVICE 23. 11. 2017.

http://www.utechovice.cz/seminare/2017_arnestovice/kos.pdf

KOŽÍŠEK, F., PAUL, J., DATEL, J. V., (2013): Zajištění kvality pitné vody při zásobování obyvatelstva malými vodárenskými systémy Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. Praha 2013. ISBN: 978-80-87402-26-9. <http://www.czwa.cz/os/2013OSVOD/Kozisek-Paul-Datel-Malevodarenske-systemy.pdf>

LEFRANCQ, M., JADAS-HÉCART, A., La JEUNESSE, I., LANDRY, D., Payraudeau, S. (2017): High frequency monitoring of pesticides in runoff water to improve understanding of their transport and environmental impacts. *Science of the Total Environment*, 587–588, 75–86. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.02.022.

LIŠKA, M., SOUKUPOVÁ, K., DOBIÁŠ, J., METELKOVÁ, A., GOLDBACH, J., KVÍTEK, T. (2016): Jakost vody ve vodárenské nádrži Švihov na Želivce a jejím povodí se zaměřením na specifické organické látky. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. Praha. VTEI/2016/6. ISSN: 0322–8916. <https://www.vtei.cz/2016/06/jakost-vody->

ve-vodarenske-nadrzi-svihov-na-zelivce-a-jejim-povodi-se-zamerenim-na-specificke-organicke-latky/

MERTL, J., MYŠKOVÁ, T., PERNICOVÁ, H., POKORNÝ, J., PONOČNÁ, T., ROLLEROVÁ, M., VLČKOVÁ, V. (2017): Zpráva o životním prostředí České republiky. Ministerstvo životního prostředí ČR, Cenia, Praha 2017. ISBN: 978-87770-29-0. [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_o_stavu_zivotniho_prostredi_publikace/\\$FILE/SOPSZP-Zprava_ZP_CR_2016-20171211.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_o_stavu_zivotniho_prostredi_publikace/$FILE/SOPSZP-Zprava_ZP_CR_2016-20171211.pdf)

MZdr ČR (2016): Pitná voda. Seznam posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů a jejich doporučené limitní hodnoty v pitné vodě. Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 20. 12. 2016.

https://www.mzcr.cz/obsah/pitna-voda-pesticidy-nerelevantni-metabolity_3170_5.html

MZe ČR (2010): Zásady ochrany vod a necílových organismů při aplikaci přípravků na ochranu rostlin. Informační leták, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 2010.

http://eagri.cz/public/web/file/95008/zasady_ochrany_vod_a_necilovych_organismu_pri_aplikaci_prippravku_na_ochranu_rostlin.pdf

MZe ČR (2012): Národní akční plán ke snížení používání pesticidů v České republice. Ministerstvo zemědělství ČR, 87595/2012-MZE-17221, Praha 2012.

https://www.dataplan.info/img_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/narodni-akcni-plan-ke-snizeni-pouzivani-pesticidu-v-cr.pdf

MZe ČR (2017): Návrh aktualizace Národního akčního plánu k bezpečnému používání pesticidů v České republice pro 2018-2022. Ministerstvo zemědělství ČR, 76161/2017-MZE-17221, Praha 2017. <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/udrzitelne-pouzivani-pesticidu/>

NOVÁK P., et al. (2016): Sanace zdrojů hromadného zásobování pitnou vodou ovlivněných pesticidy - metodický postup řešení - certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i. 2016. ISBN: 978-80-87361-61-0.

NOVÁK, P., SLAVÍK, J., NOVÁKOVÁ, E., MICHLIČEK, E., HARTLOVÁ, L., HERMANN, Z., MACKŮ, J., BRANT, V. (2012): Metodický postup tvorby syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod. Metodika. VÚMOP, v.v.i. , 2012. ISBN: 978-80-87361-19-1

Ohio EPA (2014): Drinking Water Source Protection Area Delineation Guidelines and Process Manual. Division of Drinking and Ground Waters. Source Water Assessment and Protection Program, Ohio EPA, December 2014.

ONGLEY, E. D., et al. (1996): Control of water pollution from agriculture, FAO irrigation and drainage paper 55. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome, 1996.

PETTY, J. D., et al. (2000): An approach for assessment of water quality using semipermeable membrane devices (SPMDs) and bioindicator tests. *Chemosphere*, 2000. 41(3): p. 311-321.

SEHONOVÁ, P., KODEŠ, V., LEONTOVYČOVÁ, D., SVOBODOVÁ, Z. (2012): Zhodnocení výskytu reziduí pesticidů v povrchových vodách České republiky. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, *Bulletin VÚRH Vodňany* 48/4/2012. ISSN: 0007-389X.

http://www.frov.jcu.cz/files/bulletin/2012/Buletin_4_2012.pdf

SZÖCS, E. et al. 2017. Large Scale Risks from Agricultural Pesticides in Small Streams. *Environ. Sci. Technol.*, 2017, 51 (13), pp 7378–7385. DOI: 10.1021/acs.est.7b00933.

SZÚ (2015): Metodické doporučení SZÚ - Národního referenčního centra pro pitnou vodu pro hodnocení relevantnosti metabolitů pesticidů v pitné vodě. SZÚ-2466/2014, ze dne 9. 7. 2014, doplněné 31. 3. 2015. http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/Metodicke_doporuceni_i_NRC_relevance_pesticidu.pdf

ŠEDA, S. (2012): Ochranná pásma vodních zdrojů podzemní vody – část 1. květen 2012.

<http://www.fingeo.cz/index.php/geologie/zapisky-vesnickeho-hydrogeologa?id=78>

ŠEDA, S. (2012): Ochranná pásma vodních zdrojů podzemní vody – část 2. květen 2012.

<http://www.fingeo.cz/index.php/14-sample-data-articles/90-ochranna-pasma-vodnich-zdroju-podzemni-vody-cast-2>

ŠEDA, S., VRBOVÁ, J. (2014): Stav ochranných pásem zdrojů podzemní vody v ČR a návrh postupu směřující k jejich sjednocování a vyváženosti.

Studio AXIS, sborník příspěvků Podzemní vody ve vodárenské praxi, Dolní Morava, 27. - 28. 3. 2014.

U.S.E.P.A. (1994): Handbook Ground Water and Wellhead Protection. EPA/625/R-97/001, September 1994.

ÚKZUZ (2016): Tabulkový přehled toxikologicky relevantních i nerelevantních metabolitů účinných látek přípravků na ochranu rostlin. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 25. 10. 2016. http://eagri.cz/public/web/file/494243/relevantnost_metabolitu.pdf

ÚKZUZ: Registr přípravků na ochranu rostlin

<http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>

VÚMOP (2012a): Tvorba metodik pro vymezení ochranných pásem vodních zdrojů, závěrečná zpráva. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, únor 2012.

VÚMOP (2012b): Metodika pro zpracování dokumentace ochranných pásem povrchových vodních zdrojů. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, únor 2012.

VÚMOP (2012c): Katalog opatření OPVZ Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, únor 2012.

VÚMOP (2012d): Ideový návrh směrnice pro stanovení ochranných pásem vodních zdrojů podzemní vody. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, únor 2012.

VÚMOP (2012e): Metodické doporučení k § 2, odstavec 3 a 4, vyhlášky č. 137/1999 Sb. po její navrhované změně. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, únor 2012.

Seznam internetových odkazů

internet adresa

- <https://www.agromanual.cz/pripravky/vlastnosti/pasmo-hygienicke-ochrany/pripravek-je-vyloucen-z-pouziti-v-o-9>
- <https://www.fao.org/docrep/003/X2570E/X2570E00.htm#TOC>
- https://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/Voda_2016.pdf
- <http://hydro.chmi.cz/pasporty/>
- <https://www.vtei.cz/2016/04/dvacet-pet-let-systematickeho-sledovani-iakosti-podzemnich-vod-v-ceske-republice/>
- <https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2017/06/5718-VTEI-Aktualni-stav-problematiky.pdf>
- http://www.utechovice.cz/seminare/2017_arnestovice/kos.pdf
- <http://www.czwa.cz/os/2013OSVOD/kozisek-Paul-Datel-Malevodarenskesystemy.pdf>
- <https://www.vtei.cz/2016/06/jakost-vody-ve-vodarenske-nadrzi-svihov-na-zelivce-a-jejim-povodi-se-zamerenim-na-specificke-organicke-latky/>
- https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_o_stavu_zivotního_prostředí publikace/FILE/SOPSZP-Zprava_ZP_2016-20171211.pdf
- https://www.mzcr.cz/obsah/pitna-voda-pesticidy-nerelvantni-metabolity_3170_5.html
- https://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/Metodicke_doporuceni_NRC_relevance_pesticidu.pdf
- http://eagri.cz/public/web/file/494243/relevantnost_metabolitu.pdf
- <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>
- <http://hydro.chmi.cz/isarow>
- <http://eregpublic.ksrzis.cz/cms/web/Stranky/pivo.aspx>
- https://www.datapl.info/img_upload/7bdb1594e3b8a3d337518d988763f8d/narodni-akcni-plan-ke-snizeni-pouzivani-pesticidu-v-cr.pdf
- <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/udrzitelne-pouzivani-pesticidu/>

Seznam publikací

Seznam publikací, které předcházely metodice a byly publikovány (pokud existují), případně výstupy z určité znalosti, jestliže se jedná o originální práci.

KOHOUT, P., MILICKÝ, M., NOVÁK, P., SKALICKÝ, M., ŠUPÍKOVÁ, I. (2017): Metodika cíleného monitoringu výskytu reziduí pesticidů ve zdrojových oblastech jímacího území, příspěvek ve sborníku - XV. Hydrogeologický kongres (Podzemní voda a společnost), společně s III. inženýrskogeologickým kongresem (Význam inženýrské geologie ve výstavbě) – Brno 4. - 7. 9. 2017

KOHOUT, P., MRÁZ, A., OCELKA, T., ŠUPÍKOVÁ, I. (2017): Inovativní systém monitoringu půdních a podzemních vod pro kontrolu technologické kázně při chemickém ošetřování zemědělských plodin v území ochranných pásem vodních zdrojů, příspěvek ve sborníku - XV. Hydrogeologický kongres (Podzemní voda a společnost), společně s III. inženýrskogeologickým kongresem (Význam inženýrské geologie ve výstavbě) – Brno 4. - 7. 9. 2017

OCELKA, T., ŠUPÍKOVÁ, I. KOHOUT, P. (2016): Development of a protecting system based on passive dosimeter cartridge to monitor the technological discipline of chemical plant protection on water sources. 8th International Passive Sampling Workshop and Symposium, 7.- 10. 9. 2016 Praha

KOHOUT, P., Novák, P., MRÁZ, A., OCELKA, T., SKALICKÝ, M., ŠUPÍKOVÁ, I. (2017): Systematická ochrana vodních zdrojů před rizikem znečištění pesticidy a jejich metabolity, Konference Pitná voda 2018 v Táboře, 28. 5. – 31. 5. 2018

KOHOUT, P., MILICKÝ, M., NOVÁK, P., MRÁZ, A., OCELKA, T., SKALICKÝ, M., ŠUPÍKOVÁ, I. (2017): Možnosti ochrany vodárenských zdrojů před poškozováním přípravky pro ochranu rostlin, Konference Podzemní vody 2018, 4. - 5. 4. 2018

Specializována mapa s odborným obsahem

NOVÁK, P., HEJDUK, T., ŠUPÍKOVÁ, I., KOHOUT, P., OCELKA, T., SKALICKÝ, M., MILICKÝ, M. (2017): Mapa zranitelnosti podzemních vod 1: 10 000, specializovaná mapa s odborným obsahem, certifikační osvědčení MZE – Ministerstvo zemědělství, Odbor strategie a trvale udržitelného rozvoje - Oddělení ochrany půdy

Certifikační doložka

– Dedikace

Metodika vznikla za finanční podpory Technologické agentury ČR, programu EPSILON a jako plánovaný výstup projektu č. TH01031187 „Systematická ochrana vodních zdrojů před rizikem znečištění pesticidy a jejich metabolity (SOPOR)“.

– Jména oponentů

Odborník ze státní správy:

Ing. Marek Batysta, Ph.D.

telefon +420 221 812 687

marek.batysta@mze.cz

Ministerstvo zemědělství ČR

Sekce zemědělských komodit, zahraničních vztahů a ekologického zemědělství, Odbor rostlinných komodit, Oddělení ochrany půdy

Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

www.eagri.cz

Odborník z daného oboru:

Ing. Jaromír Malec

telefon +420 272 760 045, mobil +420 603 815 958

malec@ate-cr.cz

ATE CR, a.s.

ředitel

Za potokem 46/4, 106 00 Praha 10 Záběhlice

www.ate-cr.cz

- Kontakty na osoby předkladatele metodiky,

Ing. Irena Šupíková, Ph.D.

AQUATEST a.s.

Ředitel úseku Věda a výzkum

Geologická 4, 152 00 Praha 5

Mobil: 604 221 888

supikova@aquatest.cz

<http://www.aquatest.cz>

- Prohlášení předkladatele metodiky,

Předkladatel metodiky prohlašuje, že zpracovaná metodika nezasahuje do práv jiných osob z průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví.

- Prohlášení předkladatele, že souhlasí s uveřejněním jeho práce na webových stránkách certifikačního orgánu

Předkladatel metodiky souhlasí s uveřejněním metodiky na webových stránkách Ministerstva zemědělství.