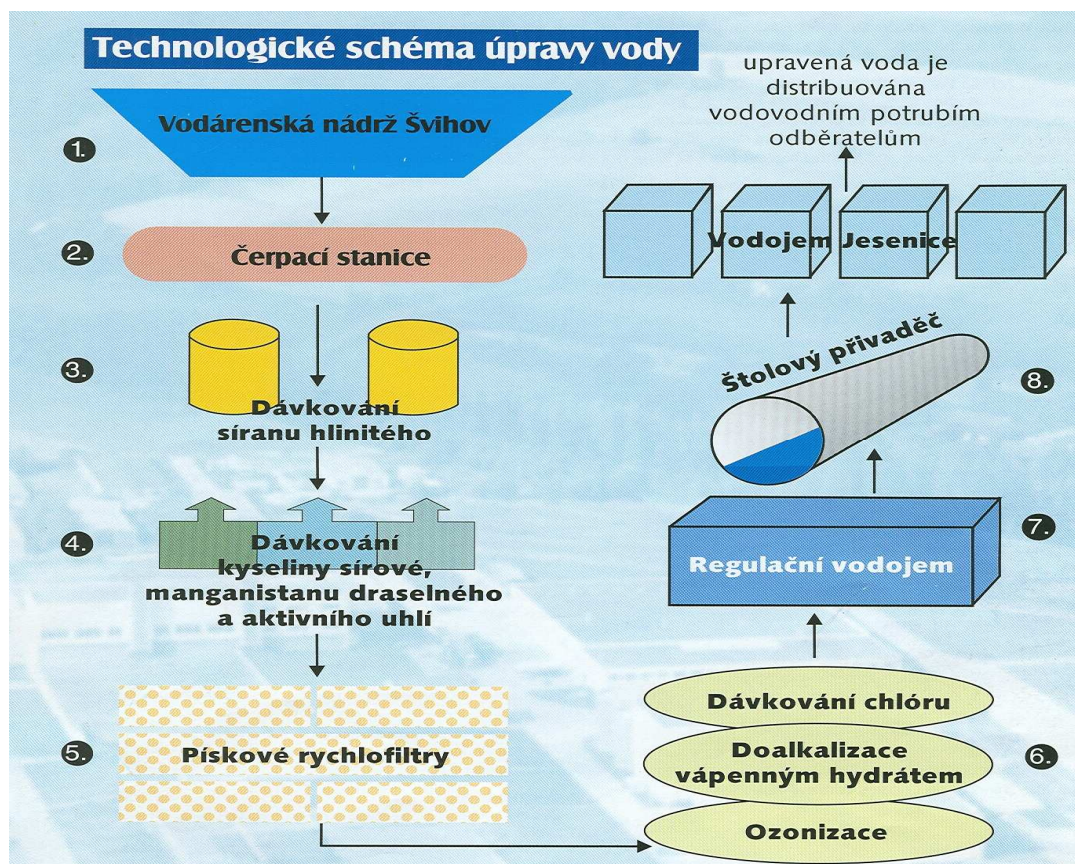


## VLIV OZONIZACE NA MNOŽSTVÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK V UPRAVENÉ VODĚ Z ÚV ŽELIVKA

Ing. Lenka Vavrušková, Ing. Miloslav Dryml, Ing. Petra Bát'ková

Pražské vodovody a kanalizace a.s., Pařížská 11, 110 00 Praha 1  
e-mail: lenka.vavruskova@pvk.cz

Úpravna vody Želivka je největší úpravnou vody pro hl. m. Prahu. Podíl Želivky na zásobování Prahy pitnou vodou je v současné době asi 74 %. Úpravna vody Želivka zásobuje pitnou vodou i oblasti Středočeského kraje a kraje Vysočina. Maximální výkon úpravní je 6 900 l/s pitné vody a současným výkonem úpravní je 3 100 l/s pitné vody. Úpravna vody Želivka patří k největším úpravnám vody v Evropě a je největší úpravnou vody v České republice, byla uvedena do provozu v roce 1972. Zdrojem pro úpravnu vody je vodárenská nádrž Švihov, která má při maximální hladině 377 m.n.m. objem 266,57 mil. m<sup>3</sup> vody (max. hloubka 53,6 m, průměrná hloubka 18 m). Odběr vody z nádrže se provádí etážově ze dvou odběrných věží. Technologie úpravy vody je koagulační filtrace s dávkováním síranu hlinitého a kyseliny sírové. Doúprava pitné vody je doalkalizací vápenným hydrátem a zdravotní zabezpečení ozonem a plynným chlorem. Upravená voda je odváděna štolovým přivaděčem do vodojemu Jesenice o celkovém objemu 200 000 m<sup>3</sup>.



Obrázek 1. Technologické schéma ÚV Želivka

Kvalita surové vody používané pro úpravu vody je pravidelně monitorována, na tomto monitoringu se podílejí od roku 1993 cíleně společně Pražské vodovody a kanalizace a Povodí Vltavy. Cílem tohoto monitoringu je pro PVK snížení výskytu nežádoucích látek ve zdroji pro vodárenské účely. V roce 2010 se sledují profily na hlavním toku Želivky a jejích nejvýznamnějších přítocích, včetně monitoringu vlastní vodárenské nádrže s celkovým počtem 27 odběrových profilů. Mezi sledované parametry, kterým se věnuje tento příspěvek patří triazinové herbicidy.

Mezi možné způsoby odstranění pesticidních látek patří adsorpce na aktivním uhlí, membránové techniky a oxidace ozonem popř. směsí ozonu a peroxidu vodíku. Na ÚV Želivka je v současnosti jediný možný způsob odstraňování resp. snížení koncentrace pesticidů, a to ozonizace. Ozon je silné oxidační činidlo, které může reagovat se širokým spektrem látek přítomných ve vodě. Používá se např. k oxidaci železa, manganu, síry, dusitanů, k odstraňování virů a bakterií a v neposlední řadě i pesticidních látek. Přeměňuje organické látky na biologicky odbouratelné organické látky, které mohou být odstraněny granulovaným aktivním uhlím. K odstranění virů a bakterií dle údajů společností Veolia Voda je potřebná dávka ozonu 0,4 mg/l a doba působení 4 minuty. U pesticidů záleží na typu molekuly daného pesticidu, účinná dávka se uvádí mezi 1 - 4 mg/l O<sub>3</sub> po dobu 8-10 minut. Příklady účinku dávky ozonu jsou uvedeny v následující tabulce [1].

**Tabulka 1. Účinnost působení ozonizace na jednotlivé PL**

	1 mg/l	2 mg/l	3 mg/l	4 mg/l
<b>Acetochlor</b>	48 %	69 %	76 %	-
<b>Alachlor</b>	70 %	71 %	78 %	79 %
<b>Atrazin</b>	13 %	30 %	40 %	56 %
<b>Lindan</b>	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%
<b>Metolachlor</b>	45%	63%	70%	-
<b>Terbutryn</b>	> 99 %	> 99 %	> 99 %	> 99 %
<b>AMPA</b>	> 86 %	> 86 %	> 86 %	> 86 %
<b>Glyfosát</b>	> 94 %	> 94 %	> 94 %	> 94 %

Pro zlepšení kvality vody na výstupu z ÚV Želivka byla v roce 2009 provedena rekonstrukce ozonizace, která nahradila původní ozonizaci Trailigaz z roku 1991. Tento typ ozonizace vyráběl ozon ze vzduchu. Výrobní linka se skládala ze šroubového kompresoru, který tlačil vzduch přes vymrazování a sušičku do ozonizátoru, kde vysokým napětím došlo k výrobě O<sub>3</sub>, který byl přes regulační ventily rozveden do nádrží a pomocí barbotážní vestavby byl zaústěn do protiproudu a do souproudu. Zbytkový ozon se reguloval na hodnotu v souproudu. Přebytečný ozon byl odveden přes destruktory, kde došlo k jeho rozložení zpět do ovzduší.

Nová ozonizace Wedeco byla uvedena do provozu v prosinci 2009. Výroba ozonu probíhá z kyslíku. Do budovy ozonizace se přivádí plynný O<sub>2</sub> přes regulátor tlaku do ozonizátoru, kde vysokým napětím dojde k výrobě O<sub>3</sub>, který je odsáván injektorem kde dochází k rozpuštění plynu v hnací vodě a přes statický mísič je veden do směšovače GDS (Gas Dispersion System) od firmy STATIFLO. Tímto způsobem dojde k důkladnému promíchání ozonu s vodou a účinek nově instalované ozonizace je

předmětem sledování. Dále bude popsán vliv ozonizace na množství pesticidních látek v upravené vodě, zejména pro terbuthylazin, který se v současné době vyskytuje v surové vodě pro úpravnu ve zvýšených koncentracích a z tohoto důvodu se nám jevil jako nejvhodnější pro sledování a vyhodnocení účinku ozonizace.

Stanovení pesticidních látek se provádí na základě požadavků definovaných Vyhláškou MZdr. č. 252/2004 Sb. v platném znění, která stanovuje hygienické limity ukazatelů kvality pitné vody. Hygienický limit (nejvyšší mezní hodnota, NMH) pro jednotlivé pesticidní látky je 0,10 µg/l a pro součet všech pesticidních látek 0,50µg/l.

Pesticidními látkami se rozumí organické insekticidy, herbicidy, fungicidy, nematocidy, akaricidy, algicidy, rodenticidy, slimicidy, příbuzné produkty (např. regulátory růstu) a jejich metabolity, rozkladné nebo reakční produkty. Toto rozdělení je dáno podle cílové skupiny na kterou jsou používány. Stanovené pesticidní látky musí být v rozboru specifikovány. Producent vody má za povinnost sledovat ty látky, jejichž výskyt v daném zdroji předpokládá. Tomuto v PVK napomáhá společný monitoring jakosti vody s Povodím Vltavy.

Povodí VN Švihov je zemědělsky využíváné, což přináší problémy zejména v období, kdy dochází ke splachu z okolních zemědělsky obhospodařovaných pozemků. Hlavními zemědělskými plodinami jsou zde obilniny a ozimá řepka, které činní cca 50 % plochy orné půdy. Dalšími významnými plodinami v této oblasti jsou kukuřice, brambory, méně pak hořčice a hrách.

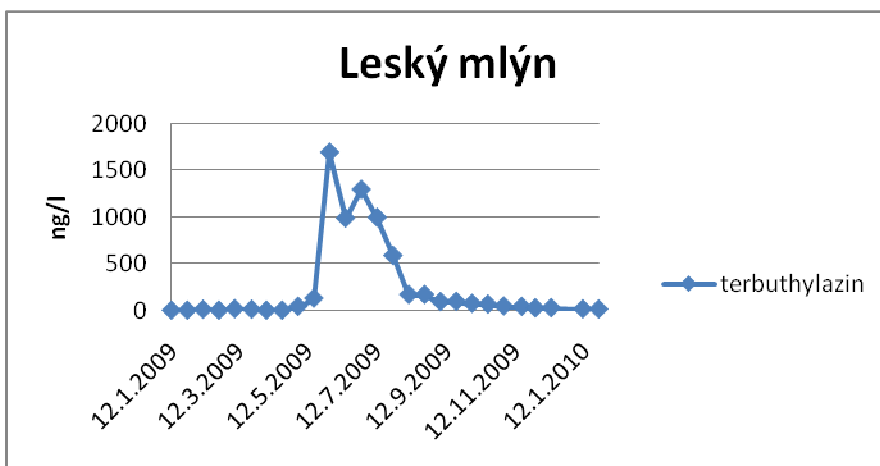
Používání pesticidních látek v ČR se řídí předpisy Státní rostlinolékařské správy (SRS) a ta každoročně připravuje Seznam registrovaných přípravků na ochranu rostlin. Další informace je možno čerpat na [www.rostlinolekari.cz](http://www.rostlinolekari.cz).

V oddělení laboratorní kontroly Praha Pražských vodovodů a kanalizací se sledují ty látky, jejichž výskyt byl někdy v minulosti prokázán. Aktuálně se sledují tyto triazinové pesticidy: acetochlor, alachlor, atrazin, cyanazin, desethylatrazin, desmetryn, diazinon, dichlobenil, dimethoate, hexazinon, chlorfenvinphos, metazachlor, metolachlor, prometryn, propachlor, propazin, simazin, terbutryn, terbuthylazin.

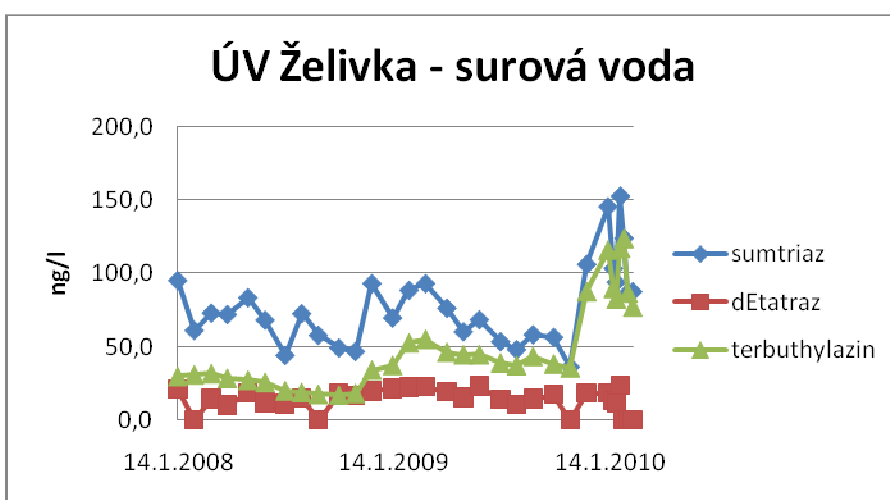
Stanovují se SPE extrakcí na tuhou fázi, upravený extrakt se dávákuje na kapilární kolonu plynového chromatografu s hmotnostním detektorem.

Výskyt pesticidních látek se v průběhu let mění. Zatímco v roce 2005 se v námi analyzovaných vzorcích nejčastěji vyskytoval z řady triazinových herbicidů, atrazin, jeho metabolický produkt desethylatrazin a terbuthylazin. V roce 2009 se v surové vodě pro ÚV Želivka nejvíce vyskytovaly terbuthylazin, desethylatrazin a metazachlor. Použití atrazinu již není povoleno. Z našeho sledování vyplývá, že zákaz aplikace je dodržován, neboť se v současné době zjišťujeme přítomnost již jen jeho rozkladného produktu - desethylatrazinu. Nejvíce vyskytovaný terbuthylazin je součástí přípravků na ochranu rostlin používaných na kukuřici a vyskytuje se pod obchodními názvy např. CLICK PLUS, CLICK 500, KOBAN T, LUMAX.

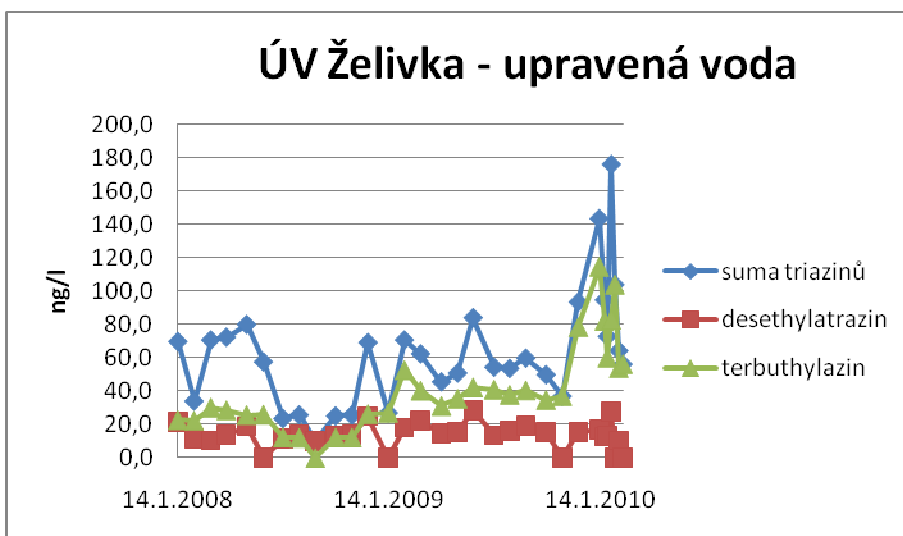
Maximální koncentrace terbuthylazinu se v roce 2009 nacházely ve sledovaných profilech Leský mlýn (P01) a Jankovský mlýn (P04). Nejvyšší nálezy se vyskytovaly v 1. polovině roku, v době aplikace přípravků na rostliny.



**Obrázek 2. Množství terbuthylazinu v profilu Leský mlýn letech 2009-2010**



**Obrázek 3. Množství terbuthylazinu a desethylatrazinu v surové vodě v letech 2008-2010**



**Obrázek 4. Množství terbuthylazinu a desethylatrazinu v upravené vodě v letech 2008-2010**

Snížení obsahu pesticidních látek je dosaženo zařazením ozonizace do systému úpravy vody Želivka. U diskutovaného terbuthylazinu se dosahuje snížení v průměru o 30 %. Průměrná dávka ozonu je 1 g/m<sup>3</sup> vody. Z následující tabulky je patrný vliv ozonizace na množství terbuthylazinu. V době, kdy ozonizace nebyla z technických důvodů v provozu je množství terbuthylazinu v surové a upravené vodě na stejné úrovni.

**Tabulka 2. Vliv ozonizace na množství terbuthylazinu na ÚV Želivka**

Datum odběru	terbuthylazin [ng/l]		provoz ozonizace	odstraňování terbuthylazinu [%]	Dávka ozonu [g/m <sup>3</sup> vody]
	voda surová	upravená			
8.6.2009	45,00	42,40	NE	5,8	rekonstrukce ozonizace
14.7.2009	39,30	41,10		-4,6	
10.8.2009	37,60	38,00		-1,1	
7.9.2009	43,80	40,60		7,3	
12.10.2009	38,60	34,80		9,8	
9.11.2009	36,10	37,20		-3,0	
7.12.2009	87,90	78,60		10,6	
12.1.2010	116,10	114,80		1,1	
21.1.2010	90,10	82,30		8,7	
26.1.2010	82,80	60,20	ANO	<b>27,3</b>	0,81
2.2.2010	117,50	83,00		<b>29,4</b>	0,89
8.2.2010	124,00	104,10		<b>16,0</b>	0,70
15.2.2010	86,90	54,00		<b>37,9</b>	1,09
23.2.2010	77,40	56,40		<b>27,1</b>	0,85
2.3.2010	78,2	57,4		<b>26,6</b>	1,05
9.3.2010	73,7	54,7		<b>25,8</b>	1,09

Jako provozovatel musíme stanovit taková opatření, aby nedocházelo k výskytu těchto látek v upravené vodě. Jedním z opatření byla rekonstrukce ozonizace. Dle získaných dat od počátku roku 2010 nová ozonizace snižuje množství pesticidních látek resp. terbuthylazinu o cca 1/3. V současné době je nová ozonizace ve zkušebním provozu a po jeho ukončení bude provedeno komplexní zhodnocení, kde budou mimo sledování snížení pesticidních látek vyhodnoceny výkonové parametry ozonizace a odzkoušeny různé varianty provozu pro její další provozování v optimálním režimu.

Jsme si vědomi toho, že optimálním řešením by byla kombinace ozonizace s filtrací přes aktivní uhlí, ale to v současné době na ÚV Želivka realizovat nelze. Proto důsledně využíváme ozonizaci v max. možné dávce ozónu při výskytu zvýšené koncentrace kteréhokoliv sledovaného pesticidu. Dodržením tohoto principu řízení technologie se

zde podařilo i v nejkritičtějších obdobích snížit koncentrace pod hygienický limit, zvýšení bylo pouze jednorázové.

Další možností je prevence – snížení koncentrace v surové vodě. Preventivní opatření jsou součástí Plánů Povodí, které jsou zpracovány i z tohoto ohledu pro jednotlivé lokality a jako provozovatel jsme měli možnost připomínkovat tyto plány v průběhu realizace. Kromě toho probíhá intenzivní monitoring jak na straně PVK, tak na straně Povodí Vltavy, obě společnosti jsou v přímém kontaktu a vzhledem k velmi dobré spolupráci se vzájemně neprodleně informují.

## **Literatura**

1. Technický dokument společnosti Veolia Voda, TECHNICAL MANAGEMENT Drinking Water Department, Tech Doc. no. 11: Guide to treatment of pesticides - Maria PRADOS, Daniel CLERET (2002).