

Skupinový vodovod Zlín – ÚV Tlumačov
Hodnocení zdravotních rizik relevantních metabolitů
acetochlor ESA a acetochlor OA z pitné vody

Znalecký posudek

Výtisk č. 2

Zadavatel posudku:
MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.
Tovární 41
779 00 Olomouc

Posudek zpracoval:

MUDr. Bohumil Havel, Větrná 9, 568 02 Svitavy

Tel.: 461 532 921, 602 482 404 E-mail : bohumil.havel@centrum.cz

*Soudní znalec v oboru zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací:
hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik*

(jmenován krajským soudem v Hradci Králové dne 5.11.2002 pod č.j. Spr. 2706/2002)

*Držitel osvědčení o autorizaci k hodnocení zdravotních rizik expozice chemickým látkám
v prostředí vydaného Státním zdravotním ústavem Praha pod č. 008/04.*



Svitavy, listopad 2015

Obsah:

I. Zadání a výchozí podklady znaleckého posudku.....	2
II. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik.....	4
III. Hodnocení nebezpečnosti	6
IV. Hodnocení expozice.....	10
V. Charakterizace rizika.....	12
VI. Analýza nejistot.....	13
VII. Závěr.....	14
Příloha - přehled použité a citované literatury	14
Znalecká doložka.....	16

I. Zadání a výchozí podklady znaleckého posudku

Na základě objednávky společnosti MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. Olomouc má být zpracováno hodnocení zdravotních rizik z pitné vody z úpravny vody Tlumačov (dále ÚV Tlumačov) skupinového vodovodu Zlín pro ukazatele acetochlor ESA a acetochlor OA (relevantní metabolity pesticidní látky acetochlor), nevyhovující hygienickému limitu, stanovenému vyhláškou č. 252/2004 Sb.¹ Hodnocení zdravotních rizik má sloužit jako jeden z podkladů žádosti o dočasnou výjimku z jakosti vody ve výše uvedených ukazatelích podle zákona č. 258/2000 Sb.²

Úkolem hodnocení rizik je tedy zodpovězení otázky, zda dočasným používáním pitné vody z ÚV Tlumačov může dojít k ohrožení veřejného zdraví ve smyslu citovaného zákona.

Jako podklad k hodnocení rizika byly poskytnuty základní údaje o ÚV Tlumačov, využívaných zdrojích vody, výsledky analýz vzorků vody ze zdrojů, ÚV a spotřební sítě vodovodu na obsah pesticidních látek v roce 2015 a kopie výsledků 12 úplných rozborů upravené vody z ÚV Tlumačov za období 2010 – 2015.

Podle těchto podkladů jsou zdrojem vody pro ÚV Tlumačov jímací území Tlumačovský les a Štěrковиště – Kvasice. Jímací území Tlumačovský les je zdrojem podzemní vody z kvarteru údolní nivy řeky Moravy. Voda je jímána soustavou kopaných a vrtaných studní, situovaných podél řeky, připojených na 3 násoskové řady, zaústěné do sběrné studny čerpací stanice, odkud je voda čerpána výtlačným řadem do ÚV Tlumačov. Z 30 studní jímacího území je dle úvahy a potřeby provozovatele využívána jen část.

Jímací území Štěrковиště – Kvasice je zdrojem podzemní i povrchové vody, ale v současné době se využívají jen zdroje podzemní vody. Ta je jímána pomocí 7 hydrogeologických vrtů hloubky 35 – 40 m a 10 vrtaných studní násoskového řadu. Z vrtů je voda čerpána ponornými čerpadly do gravitačního sběrače, ústícího do sběrné studny v čerpací stanici Kvasice. Do této ČS je zaústěn i násoskový řad 10 studní. Z ČS je voda čerpána výtlačným řadem do ÚV Tlumačov.

V úpravně vody Tlumačov se surová voda z obou jímacích území směšuje a společně upravuje za účelem snížení vysokého obsahu železa, manganu a amonných iontů. Prvním stupněm je intenzivní aerace na aerační kaskádě, dále je voda vedena do flokulační nádrže, kde je aplikován flokulant (vápenné mléko) a odváděna na první a druhý separační stupeň (usazovací nádrž a pískové rychlofiltry). Před vstupem do akumulací nádrže je dávkován vodný roztok plynného chloru.

¹Vyhláška MZ č.252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů

²Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Z akumulární nádrže je upravená voda vedena dvěma směry na vodojem Hrabůvka a vodojem Malenovice. Oba vodojemy slouží v systému SV Zlín pro větší polovinu města Zlín a dále pro města Otrokovice, Napajedla a další přilehlé obce. V roce 2014 ÚV Tlumačov zásobovala pitnou vodou cca 30 536 obyvatel.

Podle poskytnutých výsledků rozborů je z ÚV Tlumačov dodávána kvalitní podzemní voda se středním stupněm mineralizace a tvrdostí v optimálním rozmezí, doporučeném vyhláškou č.252/2004 Sb. Obsah sledovaných pesticidních látek se v uplynulých letech vždy pohyboval pod mezí stanovitelnosti, případně pod úrovní limitu.

V roce 2015 byl rozsah sledovaných pesticidních látek rozšířen a v surové i upravené dodávané vodě byla opakovaně zjištěna přítomnost metabolitů několika pesticidních látek. V nadlimitní úrovni byl ve vzorcích ze spotřební sítě vodovodu zjištěn pouze acetochlor ESA, ve vzorcích surové vodě z jednotlivých zdrojů i acetochlor OA. Metabolity jiných pesticidních látek, konkrétně hydroxyatrazin, metazachlor ESA, metolachlor ESA a metolachlor OA, byly v surové a upravené a dodávané vodě zjištěny pouze v hluboce podlimitní koncentraci.

Na obsah obou metabolitů acetochloru byla jednorázově analyzována i surová voda z jednotlivých zdrojů obou jímacích území. Acetochlor ESA byl zjištěn ve většině zdrojů obou jímacích území v koncentraci až 0,430 µg/l, acetochlor OA byl nad mezí stanovitelnosti zjištěn v menším počtu zdrojů v koncentraci maximálně do 0,280 µg/l. Výsledky rozborů vody ze spotřební sítě vodovodu na oba metabolity acetochloru a na celkový obsah všech zjištěných pesticidních látek poskytnuté zadavatelem jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 – Obsah metabolitů acetochloru a pesticidních látek celkem v síti SV Zlín

Datum odběru	Místo odběru	Acetochlor ESA	Acetochlor OA	PL celkem
12.1.2015	Otrokovice, nám. 3. května 1340			0,038
26.1.2015	Pohořelice u Nap., Školní č.p. 126			0,038
9.2.2015	Hostišová, č.p.142	0,12	<0,025	0,247
16.3.2015	Zlín, Mladcová, Náves č.p.64, MŠ	<0,025	<0,025	0
30.3.2015	Otrokovice, J.Jabůrkové 273	0,16	0,054	0,19
13.4.2015	Napajedla, Nábřeží 1357	0,14	<0,025	0,14
13.4.2015	Salaš u Zlína, č.p. 86	<0,025	<0,025	0
4.5.2015	Jaroslavice u Zlína, rest.	0,12	<0,025	0,152
4.5.2015	Šarovy, č.p. 100	0,11	<0,025	0,138
11.5.2015	Machová, č.p.241	0,14	<0,025	0,165
11.5.2015	Sazovice, č.p.216	0,14	<0,025	0,165
25.5.2015	Žlutava, č.p. 305	0,13	0,043	0,175
25.5.2015	Spytihněv č.p. 359	0,13	0,043	0,173
22.6.2015	Březnice u Zlína, č.p. 485	0,12	<0,025	0,12
13.7.2015	Tečovice, č.p.31	0,13	<0,025	0,13
10.8.2015	Lhota u Malenovic 265	0,24	<0,025	0,24
14.9.2015	Tlumačov n.M., U Trojice č.p. 336	0,12	<0,025	0,12
5.10.2015	Otrokovice, Zahradní 1139	0,15	0,047	0,2
5.10.2015	Mysločovice,č.p.21	0,17	<0,025	0,17
12.10.2015	Bohuslavice u Zlína č.p.185	0,17	0,055	0,26
12.10.2015	Zlín, Malenovice, Bezručova č.p.52	0,16	0,046	0,25
19.10.2015	Halenkovice, č.p. 76	0,14	0,044	0,18
19.10.2015	Karlovice u Zlína, č.p.47	0,12	0,045	0,17

Moravská vodárenská, a.s. hodlá jako provozovatel vodovodu požádat orgán ochrany veřejného zdraví o povolení mírnějšího hygienického limitu pro obsah acetochloru ESA a acetochloru OA do koncentrace 0,5 µg/l. Jako opatření k dosažení vyhovující jakosti vody se připravuje rekonstrukce ÚV, která bude zahrnovat i filtraci přes granulované aktivní uhlí. Tento stupeň úpravy vody by měl podle provedených testů problém pesticidních látek a jejich metabolitů vyřešit. Zdrojem kontaminace vody jsou podle názoru provozovatele pravděpodobně obhospodařované zemědělské plochy v okolí vodních zdrojů, i když kontrolou hospodařících subjektů nebylo žádné jejich pochybení v nakládání s přípravky na ochranu rostlin prokázáno.

Hodnocení zdravotních rizik je zpracováno v souladu s obecnými metodickými postupy US EPA a WHO a autorizačními návody AN 14/03 verze 3³ a AN 16/04 verze 4⁴ Státního zdravotního ústavu Praha pro autorizované hodnocení zdravotních rizik dle zákona č. 258/2000 Sb.

Problematika zdravotních rizik z pitné vody spadá do náplně oboru hygieny obecné a komunální. Zpracovatel znaleckého posudku má v tomto oboru nástavbovou atestaci, licenci ČLK k výkonu funkce lektora a vedoucího lékaře a více než třicetiletou praxi. Je spoluautorem výše zmíněných autorizačních návodů.

II. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik

Kvalita pitné vody je jedním z nejvýznamnějších faktorů životního prostředí, působících bezprostředně na zdraví člověka. Zdravotní rizika z pitné vody jsou dlouho a poměrně dobře známá a také intenzivně vnímána spotřebitelskou veřejností.

Kromě nejčastějšího rizika přenosu infekčních onemocnění se při používání pitné vody může jednat i o riziko toxického působení některých chemických látek, které se mohou ve vodě vyskytovat buď přirozeně v důsledku skladby horninového podloží a fyzikálně chemických vlastností vody nebo mohou vodu kontaminovat v důsledku činnosti člověka.

Na rozdíl od rizika přenosu infekčních onemocnění, které lze z řady důvodů obtížně kvantifikovat, je většinou možné míru rizika nepříznivého působení chemických látek z pitné vody v konkrétních případech hodnotit a vyjádřit kvantitativně.

Základní metodické postupy hodnocení zdravotních rizik byly vypracovány Americkou agenturou pro ochranu životního prostředí - US EPA⁵ a Světovou zdravotnickou organizací - WHO⁶. Jsou využívány ke zhodnocení závažnosti zdravotního rizika v konkrétních situacích a k následnému řízení rizika, tj. rozhodování o nápravných opatřeních a jejich prioritě.

Mezi základní metodické podklady pro hodnocení zdravotních rizik v České republice patří Manuál prevence v lékařské praxi díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, vydaný v roce 2000 Státním zdravotním ústavem Praha a autorizační návody a literatura doporučená ke kurzu a zkoušce odborné způsobilosti v rámci autorizace k hodnocení zdravotních rizik. Hodnocení zdravotního rizika obecně zahrnuje čtyři základní kroky:

³Autorizační návod AN/14/03 verze 3 – Autorizující osobou doporučené zdroje informací pro hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha

⁴Autorizační návod AN 16/04 verze 4 – Přehled základních údajů ke sjednocení postupu při hodnocení zdravotních rizik (HRA) v rámci žádostí o povolení užití vody nebo určení mírnějšího hygienického limitu dle § 3 odst. 4 resp. § 3a zákona č.258/00 Sb., v platném znění. Obsahuje doporučené referenční hodnoty a další výchozí data k hodnocení zdravotních rizik z pitné vody pro 18 nejčastějších látek včetně acetochloru a jeho metabolitů. Aktualizovaná verze 4 byla vydána dne 25. 5. 2015.

⁵US EPA – United States Environmental Protection Agency

⁶WHO – World Health Organization

Prvním krokem je **identifikace nebezpečnosti**, při které se zjišťuje, zda a za jakých podmínek může daná látka nepříznivě ovlivnit lidské zdraví. Zdrojem informací jsou toxikologické databáze a odborná literatura, obsahující údaje z epidemiologických studií, experimentů na pokusných zvířatech nebo laboratorních testů.

Druhým krokem je **hodnocení vztahu dávky a účinku**, které má objasnit kvantitativní vztah mezi dávkou dané škodliviny a mírou jejího účinku, což je nezbytným předpokladem pro možnost odhadu míry rizika. U látek, u kterých není prokázán genotoxický bezprahový karcinogenní účinek, se předpokládá tzv. prahový účinek. Ten spočívá v poškození různých systémů v organismu a projeví se až po překročení kapacity fyziologických detoxikačních a reparačních obranných mechanismů. Lze tedy identifikovat dávku škodlivé látky, která je pro organismus člověka ještě bezpečná a za normálních okolností nevyvolá nepříznivý efekt.

Při hodnocení rizika toxických účinků z pitné vody se jako bezpečná podprahová dávka hodnocené látky většinou používá hodnota akceptovatelného denního přívodu – ADI⁷, stanovená WHO, popř. obdobné referenční hodnoty jiných institucí. Odvozují se buď z výsledků epidemiologických studií známých účinků u člověka, nebo pomocí pokusů na laboratorních zvířatech s použitím faktorů nejistoty.

V běžné praxi hodnocení zdravotních rizik jsou informace o nebezpečnosti a vztahu dávky a účinku většinou čerpány formou literární rešerše z uznávaných databází vědeckých institucí. Mohou pak být spojeny do společného kroku nazvaného **hodnocení nebezpečnosti**.

Třetí etapou standardního postupu hodnocení zdravotních rizik je **hodnocení expozice**. Na základě znalosti dané situace se sestavuje expoziční scénář, tedy představa, jakými cestami a v jaké intenzitě a množství je konkrétní populace exponována dané látky a jaká je její dávka. Cílem je přitom postihnout nejen průměrného jedince z exponované populace, nýbrž i reálně možné případy osob s nejvyšší expozicí a obdrženou dávkou.

Za tímto účelem se identifikují citlivé podskupiny populace, u kterých předpokládáme vyšší míru expozice nebo zvýšenou vnímavost vůči hodnocenému faktoru, popř. kombinaci obou příčin.

Konečným krokem v odhadu rizika, který shrnuje všechny informace získané v předchozích etapách, je **charakterizace rizika**, kdy se snažíme dospět ke kvantitativnímu vyjádření míry reálného konkrétního zdravotního rizika za dané situace, která může sloužit jako podklad pro rozhodování o opatřeních, tedy pro řízení rizika.

U toxických nekarcinogenních látek je míra rizika většinou vyjádřena pomocí poměru konkrétní zjištěné expozice či dávky k expozici nebo dávce, považované za ještě bezpečnou. Tento poměr se nazývá kvocient nebezpečí.

Při hodnotě kvocientu nebezpečí >1 teoreticky hrozí riziko toxického účinku. Při důvodech ke konzervativnímu přístupu k hodnocení rizika doporučuje US EPA jako hraniční hodnotu HQ hodnotu 0,5. Avšak po přechodnou dobu ani mírné překročení hodnoty 1 nepředstavuje závažnou míru rizika

Nezbytnou součástí hodnocení je **analýza nejistot**, se kterými je každé hodnocení rizika nevyhnutelně spojeno. Přehled a kritický rozbor nejistot zkvalitní pochopení a posouzení dané situace a je užitečné je zohlednit při řízení rizika, tedy rozhodování o významnosti rizika a o přijatých opatřeních.

⁷ADI - Acceptable Daily Intake (akceptovatelný denní přívod stanovený WHO pro člověkem úmyslně používané látky v potravinách nebo pitné vodě. Vyjadřuje denní dávku, kterou může člověk celoživotně požívat bez rizika nepříznivých zdravotních účinků. Je udáván v mg/kg/den. Jeho obdobou pro cizorodé látky je tolerovatelný denní přívod – TDI)

Postup hodnocení zdravotních rizik se používá u pitné vody již při návrhu limitních koncentrací, u nás uvedených ve Vyhlášce MZ č. 252/2004 Sb.

V některých případech je účelné hodnotit zdravotní riziko i v konkrétních situacích jednotlivých zdrojů a systémů zásobování pitnou vodou. Při překročení limitů se tímto postupem získají podklady o závažnosti situace užitečné při rozhodování o prioritách, termínech a nákladech na opatření, popř. možnosti dočasné výjimky, jako je v tomto případě.

III. Hodnocení nebezpečnosti

Acetochlor ESA, C₁₄H₂₁NO₅S, CAS No: 187022-11-3

Acetochlor OA, C₁₄H₁₉NO₄, CAS No: 194992-44-4

Použití, chování a výskyt ve vodě

Původní pesticidní látka acetochlor (C₁₄H₂₀ClNO₂, CAS No: 34256-82-1) patří do skupiny chloracetanilidových herbicidů. V minulých letech byl hojně využíván k prevenci plevelů u obilí a kukuřice a obsažen v řadě registrovaných přípravků.

Od roku 2013 není jeho používání k ochraně rostlin v Evropské Unii povoleno. V ČR se přípravky s touto účinnou látkou mohly používat do června 2013.

V půdě má acetochlor průměrnou až vysokou mobilitu. Jeho použití bylo proto omezeno v ochranných pásmech vodních zdrojů. V půdě podléhá relativně rychlé biodegradaci působením mikroorganismů s poločasem do 36 dnů. Biotickým procesům (hydrolyze a fotolýze) za laboratorních podmínek nepodléhá.

V pitné vodě veřejných vodovodů v ČR nebyl podle zpráv Monitoringu HS⁸ v roce 2013 ani 2014 obsah acetochloru převyšující mez stanovitelnosti zjištěn. Ze zásobovaných oblastí s výjimkou z kvality pitné vody byl stanoven mírnější hygienický limit pro acetochlor pouze v oblasti SKV Plzeň [1].

Metabolity acetochloru se ve srovnání s původní látkou vyskytují v povrchových vodách v podobné koncentraci, ve spodních vodách však byly nalezeny koncentrace podstatně vyšší. Acetochlor ESA (t-sulfonic acid) patří spolu s acetochlorem OA (t-oxanilic acid) k nejčastějším metabolitům pesticidů, nalézaným v podzemních vodách i v ČR.

Vyznačují se velmi vysokou mobilitou v půdě a střední až vysokou perzistencí. Za laboratorních aerobních podmínek v různých typech půd byl zjištěn poločas rozkladu (DT₅₀) 33 – 148 dní u acetochloru ESA, resp. 15 – 131 dní u acetochloru OA. Doba rozkladu 90% původní koncentrace (DT₉₀) byla 108 – 491, resp. 50 – 434 dní [2].

Příjem a chování v organismu

Vlastní acetochlor se v experimentu u potkanů po požití rychle a téměř úplně vstřebává, je metabolizován a rychle vyloučen hlavně močí. V cestách biotransformace a vznikajících metabolitech jsou druhové rozdíly.

Sulfoxidové metabolity vznikající u potkanů se váží na makromolekuly nosního čichového epitelu a vyvolávají cytotoxický účinek, který druhotně následkem metaplasie epitelu vede ke vzniku tumorů této tkáně. U jiných zvířat tento účinek zjištěn nebyl, u člověka jej na základě existujících podkladů nelze zcela vyloučit [3].

⁸Monitoring hygienické služby - Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí, prováděný Státním zdravotním ústavem v Praze a pracovišti hygienické služby v ČR od roku 1994. Substém 2 monitoringu se zabývá zdravotními důsledky a riziky znečištění pitné vody.

Acetochlor ESA a **acetochlor OA** se na rozdíl od původní látky po požití vstřebávají podstatně méně (asi 10-12 % podané dávky acetochloru ESA, resp. 34-39 % acetochloru OA) a podléhají jen malé biotransformaci (76-79 % dávky acetochloru ESA, resp. 81-85 % acetochloru OA je vyloučeno v původní formě). Cytotoxický potenciál obou metabolitů je díky odstranění aktivního chloru redukován až eliminován, takže výše popsany karcinogenní účinek na nosní sliznici u potkanů tyto metabolity nevykazují [4].

Toxicita

Acetochlor má nízkou akutní toxicitu při perorální, kožní i inhalační expozici. Je mírně dráždivý pro oči a dráždí i pokožku. Je silný kožní senzibilizátor [3].

V aktualizované klasifikaci nebezpečnosti pesticidů z roku 2010 WHO zařadila acetochlor do třídy III mezi látky s malou akutní toxicitou [5].

Mezi cílové orgány systémových toxických účinků pozorovaných v experimentech u pokusných zvířat patří játra, štítná žláza (sekundární účinek), nervový systém, ledviny, varlata a červené krvinky. Druhově specifickým cílovým orgánem je epitel nosní dutiny u potkanů a plíce u myši.

U psů bylo v experimentu s roční expozicí zjištěno snížení tělesné hmotnosti a histopatologické změny v ledvinách a varlatech s dávkou NOAEL⁹ 2 mg/kg/den, resp. LOAEL¹⁰ 10 mg/kg/den. Ve třech chronických studiích u potkanů byla pro systémovou toxicitu i karcinogenní účinky zjištěna dávka NOAEL 9,4 mg/kg/den. Ve dvou chronických studiích u myši byla pro první známky poškození ledvin zjištěna LOAEL 1,1 mg/kg/den [2].

Acetochlor způsobuje narušení hormonální rovnováhy endokrinního systému, konkrétně systému štítná žláza-hypofýza, patří tedy mezi tzv. endokrinní disruptory. K tomuto účinku dochází dle US EPA v důsledku zvýšené inaktivace hormonů štítné žlázy v játrech a následné kompenzační zvýšené aktivace štítné žlázy působením regulačního hormonu (TSH) hypofýzy. Dostupná data neindikují, že acetochlor narušuje rovnováhu androgenního a estrogenního hormonálního systému [3,6].

Teratogenita nebyla u acetochloru zjištěna. Vývojová toxicita byla zjištěna až při dávkách, způsobujících toxické účinky u mateřských zvířat.

Acetochlor ESA má na rozdíl od původní látky podstatně nižší účinky na činnost štítné žlázy a vykazuje nižší subchronickou toxicitu. V 90denním experimentu u samců a samic potkanů byly snížení tělesné hmotnosti jako kritický účinek zjištěny dávky NOAEL 225,4/259,1 mg/kg/den a dávky LOAEL 919,4/1073,2 mg/kg/den. Pro acetochlor byly ve stejném experimentu pro příznaky systémové toxicity zjištěny hodnoty NOAEL a LOAEL podstatně nižší 16,1/19,1 a 161/191 mg/kg/den [4].

Acetochlor OA též vykazuje ve srovnání s acetochlorem podstatně nižší toxicitu. V 90denním experimentu u samců a samic potkanů byly zjištěny dávky NOAEL 230,2/268 mg/kg/den a dávky LOAEL 955,2/1082,7 mg/kg/den. Pro tento metabolit je k dispozici i výsledek studie vývojové toxicity u potkanů. Byla zjištěna dávka NOAEL pro mateřskou toxicitu 500 mg/kg/den, pro vývojovou toxicitu dávka NOAEL 1000 mg/kg/den [4].

Rozpadové produkty acetochloru nacházené ve vodě jsou proto podle US EPA méně toxické nežli původní látka a v rámci přehodnocení registrace acetochloru v USA v roce 2005 nebyly do hodnocení zdravotního rizika zahrnuty [3].

⁹NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) - Nejvyšší dávka, při které ještě není na statisticky významné úrovni ve srovnání s kontrolní skupinou pozorován žádný nepříznivý zdravotní účinek.

¹⁰LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) - Nejnižší dávka, při které je již pozorován nepříznivý zdravotní účinek na statisticky významné úrovni ve srovnání s kontrolní skupinou.

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA¹¹) ve zprávě o odborném přezkoumání rizika acetochloru však v roce 2011 na rozdíl od US EPA považuje jeho metabolity z hlediska toxikologických vlastností vzhledem k omezeným podkladům a karcinogennímu potenciálu acetochloru za významné a považuje za opodstatněné zahrnout je do hodnocení rizika s použitím ADI acetochloru [2].

Genotoxicita a karcinogenita

V testech mutagenity acetochlor vykazuje slabě pozitivní výsledky. US EPA jej klasifikuje jako pravděpodobný karcinogen pro člověka. Podkladem je experimentálně vyvolaný vyšší výskyt plicních nádorů u myší, sarkomů u myších samic a tumorů epitelu nosní dutiny a štítné žlázy u potkanů. Pro nádory nosní dutiny a štítné žlázy byl zjištěn prahový negenotoxický mechanismus vzniku. U ostatních nádorů není způsob jejich vyvolání objasněn. Z tohoto důvodu nelze dle US EPA vyloučit bezprahový účinek.

V rámci skupiny chloracetanilidových herbicidů US EPA předpokládá kumulativní avšak prahový karcinogenní účinek na čichový epitel nosní dutiny u acetochloru, alachloru a butachloru (NOAEL 10 mg/kg/den pro acetochlor, resp. 0,5 mg/kg/den pro alachlor) [7].

Acetochlor ESA v testech nevykazuje mutagenní aktivitu. **Acetochlor OA** sice zvyšuje frekvenci mutací myších bílých krvinek, ale tento účinek nebyl potvrzen dalšími testy mutagenity. Podle US EPA je karcinogenní účinek u těchto látek nepravděpodobný [6].

Doporučený limit WHO

WHO se hodnocením rizika acetochloru ani jeho metabolitů z pitné vody nezabývala a v současném 4. vydání směrnice WHO pro kvalitu pitné vody není tato látka zařazena.

Přijaté limity

Vyhláška MZ č.252/2004 Sb. stanoví pro jednotlivé pesticidní látky včetně herbicidů v souladu se Směrnicí Rady č.98/83/ES¹² nejvyšší mezní hodnotu 0,1 µg/l a pro součet zjištěných pesticidů nejvyšší mezní hodnotu 0,5 µg/l.

Tato limitní koncentrace nevychází z hodnocení rizika konkrétních pesticidů, nýbrž z dřívějších mezí detekce analytických metod. Vyjadřuje snahu minimalizovat přítomnost pesticidů v pitné vodě jako jednoznačně cizorodých kontaminant s neúplně prozkoumaným účinkem na lidské zdraví.

Nejvyšší mezní hodnota 0,1 µg/l platí i pro rozkladné produkty (metabolity), u kterých lze předpokládat, že mohou mít podobné toxikologické vlastnosti jako původní mateřské pesticidní látky (relevantní metabolity). Přehled pesticidních látek a jejich metabolitů s určením, zda se jedná o metabolity relevantní nebo nerelevantní, zveřejňuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ).

Limity pro krátkodobý příjem

Dle SZÚ Praha lze připustit pro nouzové zásobování pitnou vodou v trvání do 30 dnů u jednotlivé pesticidní látky koncentraci do 0,5 µg/l, u součtu všech zjištěných pesticidů koncentraci do 2,5 µg/l [8].

US EPA v seznamu únosných koncentrací pro krátkodobý příjem pitnou vodou (Health Advisories) acetochlor ani jeho metabolity neuvádí.

¹¹EFSA – European Food Safety Authority

¹²Směrnice Rady č.98/83/ES - Směrnice Rady Evropského společenství z roku 1998 o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu.

Acetochlor, acetochlor ESA, acetochlor OA – referenční hodnoty:

EFSA - akceptovatelný denní příjem (ADI)

Evropský úřad pro bezpečnost potravin stanovil pro acetochlor akceptovatelný denní příjem ADI 3,6 µg/kg/den na základě LOAEL z chronické studie u myši a faktoru nejistoty 300. Odvozena byla i akutní RfD 1,5 mg/kg/den vycházející z akutní neurotoxické studie u potkanů s faktorem nejistoty 100 [2].

TERA – referenční dávka (RfD)¹³

Stanovením referenční dávky metabolitů acetochloru se v USA zabývala nezávislá skupina expertů sezvaná vědeckou institucí Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA) v roce 2009. Pro acetochlor ESA i acetochlor OA byla jako podklad použita dávka NOAEL z 90denní subchronické studie u potkanů a s aplikací faktoru nejistoty 1000 (10x pro extrapolaci na člověka, 10x pro variabilitu v citlivosti u lidské populace, 10 x pro omezenou databázi dat a absenci chronické studie) byla odvozena referenční dávka RfD 0,2 mg/kg/den. Kritickým účinkem bylo snížení tělesné hmotnosti pokusných zvířat a odvozené RfD byla přisouzena nízká až střední míra spolehlivosti [9].

US EPA - Referenční dávka pro orální expozici (RfDo) – databáze IRIS¹⁴

US EPA stanovila pro acetochlor v roce 1993 v databázi IRIS referenční perorální dávku RfDo 20 µg/kg/den. Podkladem byla dávka NOAEL 2 mg/kg/den (LOAEL 10 mg/kg/den) zjištěná v Iroční perorální studii u psů, provedené v roce 1988.

K odvození RfD byl použit faktor nejistoty 100 (10x pro mezidruhové rozdíly a 10x pro rozdíly v citlivosti v rámci lidské populace. Referenční dávce byla přisouzena vysoká míra spolehlivosti [10].

US EPA - RfDo – TRED¹⁵

V procesu přehodnocení registrace v USA byla v roce 2005 pro acetochlor potvrzena původní chronická perorální referenční dávka RfD = 20 µg/kg/den.

Stanovena byla i akutní RfD 150 µg/kg/den na základě NOAEL 150 mg/kg/den zjištěné v akutní studii neurotoxicity u potkanů a faktoru nejistoty 1000 (10x pro mezidruhové rozdíly, 10x pro individuální variabilitu citlivosti u lidí a 10x pro chybějící studii vývojové neurotoxicky). Tuto RfD považuje US EPA za adekvátní i pro jednotlivé expozice u těhotných a kojících žen, neboť stejná NOAEL byla zjištěn i pro vývojovou toxicitu [3].

Výběr referenční hodnoty a zdůvodnění:

Při volbě referenčních hodnot je jednou ze zásad autorizovaného hodnocení zdravotních rizik v ČR, stanovených SZÚ Praha, přednostní využití zdrojů WHO a dalších evropských vědeckých institucí. Jak již bylo uvedeno, Evropský úřad pro bezpečnost potravin EFSA považuje na rozdíl od amerických institucí metabolity acetochloru nalézané v podzemních vodách z hlediska toxikologických vlastností za významné a považuje za opodstatněné jejich hodnocení rizika s použitím ADI acetochloru [2].

¹³Referenční dávka pro orální příjem (RfDo) - Průměrná denní dávka dané látky, která pravděpodobně nevyvolá při dlouhodobém příjmu ani u citlivých populačních skupin nepříznivé zdravotní účinky. Přesnost odhadu této dávky je přibližně v rozsahu jednoho řádu. Je udávána v mg/kg/den. Je obdobou ADI nebo TDI WHO.

¹⁴IRIS (Integrated Risk Information System) - Databáze US EPA obsahující referenční hodnoty pro toxický i karcinogenní účinek chemických látek, u kterých bylo dosaženo shody odborníků US EPA.

¹⁵TRED (Tolerance Reassessment Eligibility Decision) – Závěr přehodnocení expozice a rizika se stanovením přijatelných reziduí v různých komoditách.

Metabolity acetochloru (t-oxanilic acid, t-sulfinylacetic acid, t-sulfonic acid, s-sulfonic acid) hodnotí jako relevantní ve svém seznamu i ÚKZÚZ [11].

Použití ADI acetochloru 3,6 µg/kg/den, stanoveného EFSA i pro jeho metabolity, doporučuje v rámci hodnocení zdravotních rizik expozice chemickým látkám v pitné vodě i platný autorizační návod SZÚ Praha 16/04 verze 4 [12].

Populační skupiny se zvýšenou citlivostí:

U hodnocených látek existující toxikologické údaje neindikují specifické účinky s vyšším rizikem pro určité populační skupiny. Pro mateřskou látku acetochlor by vzhledem k jeho účinkům na hormonální systém bylo možné považovat za populační skupinu s potencionálně zvýšenou citlivostí těhotné ženy. Z principu předběžné opatrnosti je to možné vztáhnouti na jeho metabolity, i když u acetochloru ESA ani OA tento účinek potvrzen nebyl. Obecně z důvodu relativně vyššího příjmu vody ve vztahu k tělesné hmotnosti jsou citlivou populační skupinou u expozice z pitné vody kojenci a malé děti. U dospělé populace je zvýšený příjem pitné vody u kojících žen.

IV. Hodnocení expozice

Expoziční scénář: celoroční používání vody z veřejného vodovodu

Pro kvantitativní odhad expozice se v rámci zvoleného expozičního scénáře provádí výpočet průměrné denní dávky ADD (Average Daily Dose) pro látky s toxickým nekarcinogenním účinkem a průměrné celoživotní denní dávky LADD (Lifetime Average Daily Dose) pro látky s předpokládaným karcinogenním účinkem.

Karcinogenní účinek je u obou hodnocených metabolitů acetochloru podle závěrů US EPA nepravděpodobný. I pro jejich mateřskou látku, acetochlor, je k hodnocení rizika stanovena pouze referenční hodnota k hodnocení prahového účinku.

Významnější expozice z vody dermální a inhalační cestou nebyla u hodnocených látek popsána a vzhledem k jejich fyzikálně-chemickým vlastnostem a reálné koncentraci v pitné vodě není důvod ji předpokládat. Hodnocena je proto pouze expozice požitím pitné vody. Při odhadu dávky z pitné vody je použit konzervativní přístup, neboť cílem není odhad rizika jen pro průměrného spotřebitele, nýbrž i pro reálné případy nejvíce ohrožených osob. Za více citlivé populační skupiny je z důvodů popsaných v předešlé kapitole možné považovat těhotné ženy, kojence a malé děti. U dospělé populace je zvýšený příjem pitné vody u kojících žen. V rámci zásobování pitnou vodou obyvatel veřejným vodovodem je třeba počítat se zastoupením všech těchto citlivých populačních skupin. Výpočet denní průměrné dávky je proto dále proveden pro tyto skupiny populace:

- kojenci ve věku do 3 měsíců věku pro hypotetický případ používání vodovodní vody k přípravě umělé kojenecké výživy*
- starší kojenci ve věku 3-12 měsíců, kde je použití vodovodní vody již pravděpodobnější*
- děti ve věku 1-3 roky se stále relativně vysokým příjmem vody*
- dospělá populace se zaměřením na těhotné ženy a na kojící ženy s vyšším příjmem vody*

Pro výpočet denní dávky je použit klasický vzorec dle metodiky US EPA:

$$ADD_0 = CW \times IR \times EF \times ED / BW \times AT$$

CW (Concentration Water) - koncentrace látky ve vodě v mg/l

IR (Intake Rate) - množství požití vody v l/den

EF (Exposure Frequency) - frekvence expozice ve dnech za rok

ED (Exposure Duration) - trvání expozice v letech

BW (Body Weight) - tělesná hmotnost v kg

AT (Averaging Time) - doba ve dnech, na kterou expozici průměrujeme

Vzhledem k nízké akutní toxicitě i původní mateřské látky je bezpředmětné hodnotit riziko akutních toxických účinků.

Hodnocení rizika chronických účinků je podle autorizačního návodu AN 16/04 verze 4 doporučeno provést jak pro maximální koncentraci, do které je žádáno o výjimku, tak i pro skutečnou průměrnou koncentraci za poslední 3 roky, pokud se od maximální koncentrace významně liší a časový vývoj koncentrace hodnoceného polutantu nemá rostoucí tendenci. V daném případě je však k dispozici pouze omezený počet výsledků rozborů vzorků dodávané upravené vody v období únor – říjen 2015.

Výpočet průměrné denní dávky z pitné vody je proto proveden pro maximální koncentraci 0,5 µg/l, do které bude žádáno o zmírnění hygienického limitu. Vzhledem ke stejné referenční hodnotě pro oba metabolity je do výpočtu dosazen součet maximálních koncentrací obou metabolitů, tedy 1 µg/l.

Jako IR jsou použity hodnoty doporučené v autorizačním návodu SZÚ Praha 16/04 verze 4, jejichž podkladem byly poslední materiály US EPA a výsledky průzkumu individuální spotřeby potravin v ČR, provedené SZÚ Praha. U dětí ve věku 1-3 roky představují 95percentil zjištěné spotřeby vody, u ostatních skupin populace jde o 90percentil.

Pro těhotné a kojící ženy jsou použity hodnoty 2 l/den, resp. 2,9 l/den, představující 90percentil dle údajů US EPA [13].

Průměrná tělesná hmotnost u dětí byla stanovena z výsledků posledního celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže v ČR [14]. Byl použit aritmetický průměr zjištěných hodnot za dané věkové období a byly zprůměrovány hodnoty pro chlapce a dívky. Průměrnou tělesnou hmotnost 66 kg uvádí pro těhotné a kojící ženy US EPA [13].

Konkrétní expoziční parametry jsou uvedeny v tabulce 2, výsledné hodnoty průměrné denní dávky z pitné vody jsou uvedeny v tabulce 3.

<i>Tab. 2 - Použité expoziční parametry:</i>	
<i>Max. koncentrace acetochloru ESA + acetochloru OA ve vodě</i>	<i>1 µg/l</i>
<i>IR (množství požití vody) – kojeneček do 3 měsíců</i>	<i>0,75 l/den</i>
<i>IR – kojeneček 3-12 měsíců</i>	<i>1,0 l/den</i>
<i>IR – dítě 1-3,99 roky</i>	<i>0,95 l/den</i>
<i>IR – těhotné ženy</i>	<i>2,0 l/den</i>
<i>IR – kojící ženy</i>	<i>2,9 l/den</i>
<i>BW (tělesná hmotnost) – kojeneček do 3 měsíců</i>	<i>4,60 kg</i>
<i>BW – kojeneček 3-12 měsíců</i>	<i>8,15 kg</i>
<i>BW – dítě 1-3,99 roky</i>	<i>13,75 kg</i>
<i>BW – těhotné a kojící ženy</i>	<i>66 kg</i>
<i>EF (frekvence expozice)</i>	<i>350 dní/rok*</i>
<i>EF – kojenci</i>	<i>365 dní/rok</i>
<i>ED (trvání expozice) – nekarcinogenní riziko</i>	<i>1 rok**</i>
<i>AT (průměrná doba expozice) – nekarcinogenní riziko</i>	<i>365 dní (365x1)</i>

* předpokládá se 15 denní pobyt v roce mimo bydliště

** počítá se momentální riziko pro populaci v daném věku, respektive pro období 1 rok

Tab. 3 - Průměrná denní dávka metabolitů acetochloru z pitné vody ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{den}$)

Věková skupina	Průměrná denní dávka při koncentraci $1\ \mu\text{g}/\text{l}$
Kojenci do 3 měsíců	0,16
Kojenci 3-12 měsíců	0,12
Děti 1-3,99 roky	0,07
Těhotné ženy	0,03
Kojící ženy	0,04

V. Charakterizace rizika

Ke kvantitativnímu vyjádření míry zdravotního rizika toxického nekarcinogenního účinku škodlivin se používá kvocient nebezpečí HQ (Hazard Quotient), získaný vydělením odhadované denní průměrné dávky ještě bezpečnou dávkou, která pravděpodobně ani při celoživotním příjmu nevyvolá nepříznivé zdravotní účinky. WHO tuto dávku stanovuje jako akceptovatelný denní přívod (ADI), US EPA jako referenční dávku (RfD).

$$\text{HQ} = \text{ADD} / \text{ADI (RfD)}$$

Pokud se HQ (popř. HI – Hazard Index získaný součtem kvocientů nebezpečí jednotlivých látek u směsi látek s podobným systémovým účinkem, kdy předpokládáme aditivní působení) pohybuje v hodnotách < 1 , neočekává se riziko toxických účinků.

Aditivní účinek by bylo možné hodnotit v případě současné přítomnosti původní mateřské látky nebo dalších metabolitů acetochloru v pitné vodě. Obsah acetochloru ve vodě hodnoceného vodovodu je však podle výsledků rozboru pod mezí stanovitelnosti, další možné metabolity nebyly analyzovány.

Pro výpočet HQ chronických toxických účinků acetochloru ESA a acetochloru OA je v souladu s již zmíněným autorizačním návodem SZÚ použita hodnota ADI acetochloru dle EFSA $3,6\ \mu\text{g}/\text{kg}/\text{den}$.

Při důvodech ke konzervativnímu přístupu k hodnocení rizika doporučuje US EPA jako hraniční hodnotu HQ hodnotu 0,5. Podle podložených hodnocení US EPA vykazují acetochlor ESA i acetochlor OA podstatně nižší toxicitu, nežli mateřská látka. Použití ADI acetochloru ke kvantitativní charakterizaci těchto metabolitů je proto samo o sobě konzervativním přístupem.

Konkrétní hodnoty kvocientu nebezpečí pro riziko toxických účinků hodnocených metabolitů acetochloru v pitné vodě z ÚV Tlumačov jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4 – Riziko toxických účinků metabolitů acetochloru z pitné vody (HQ)

Věková skupina	HQ při koncentraci $1\ \mu\text{g}/\text{l}$
Kojenci do 3 měsíců	0,05
Kojenci 3-12 měsíců	0,03
Děti 1-3,99 roky	0,02
Těhotné ženy	0,01
Kojící ženy	0,01

Vypočtené hodnoty kvocientu nebezpečí expozice acetochloru ESA a acetochloru OA z pitné vody z úpravny Tlumačov ve SV Zlín spolehlivě dokladují, že ani trvalá kontaminace vody v úrovni maximální koncentrace obou látek, do které má být žádáno o určení mírnějšího hygienického limitu, by nepředstavovala riziko toxických účinků pro zásobované obyvatelé včetně nejcitlivějších skupin populace. Výsledek hodnocení rizika přitom skýtá více než dostatečnou rezervu na straně bezpečnosti pro případnou přítomnost stopového množství původní mateřské látky a jejích dalších neanalyzovaných metabolitů.

VI. Analýza nejistot

Každé hodnocení zdravotního rizika je nevyhnutelně spojeno s určitými nejistotami, danými použitými daty, stavem poznání vlastností a účinků hodnocených látek, expozičními faktory, odhady chování exponované populace, apod. Proto je jednou z neopominutelných součástí hodnocení rizika i popis a analýza nejistot, které jsou s hodnocením spojeny a kterých si je zpracovatel vědomý.

V daném případě hodnocení zdravotního rizika relevantních metabolitů acetochloru z pitné vody je jistá míra nejistoty daná jak použitými expozičními faktory, tak i referenčními hodnotami a podklady. Jde hlavně o tyto oblasti nejistot:

1. Použité expoziční parametry

Při hodnocení expozice je vždy zdrojem určité nejistoty další vývoj kvality vody. V daném případě jsou k dispozici výsledky rozborů pouze za období 9 měsíců letošního roku. Vzhledem k již více než dva roky trvajícím zákazům používání acetochloru k ochraně rostlin v ČR je však další vzrůstající trend v kontaminaci vody touto látkou nepravděpodobný.

Při výpočtu průměrné denní dávky obou látek z pitné vody byl použit konzervativní postup s použitím maximální koncentrace, do které má být žádáno o výjimku z kvality vody. Tento postup spolu s výsledkem hodnocení rizika skýtá více než dostatečnou rezervu na straně bezpečnosti pro případnou přítomnost stopového množství původní mateřské látky a jejích dalších neanalyzovaných metabolitů.

Hodnocení expozice bylo zaměřeno na rizikové skupiny populace. Použité expoziční parametry odpovídají standardnímu postupu při hodnocení expozice z pitné vody, kdy ovšem nevyhnutelným zdrojem nejistoty při odhadu expozice jsou údaje o skutečné spotřebě pitné vody z vodovodu. Byly zde použity hodnoty představující 90 až 95. percentil pravděpodobného rozmezí u průměrné populace dané věkové skupiny. Skutečná spotřeba vody z vodovodu k pití je tedy v průměru nižší, je však třeba si uvědomit, že vyhodnocená míra rizika by měla zohledňovat reálně možný nejhorší případ, tedy osobu, která si nekupuje ve větší míře jiné nápoje a pro kterého je hlavním zdrojem tekutin tato voda.

Použitý údaj o frekvenci expozice předpokládá pobyt pouze 15 dní v roce mimo bydliště, skutečnost může být vyšší. U tělesné hmotnosti byly použity průměrné hodnoty pro dané věkové skupiny.

2. Použité referenční hodnoty

V hodnocení nebezpečnosti acetochloru ESA je významný rozdíl mezi americkými (US EPA, TERA) a evropskými odbornými institucemi (EFSA, SZÚ).

Názor evropských institucí o relevantnosti tohoto metabolitu a vhodnosti použití ADI mateřské látky je podstatně konzervativnější a snižuje nejistotu danou omezenou databází existujících dat.

VII. Závěr

Z provedeného hodnocení zdravotních rizik relevantních metabolitů acetochloru ESA a acetochloru OA z pitné vody z úpravny vody Tlumačov skupinového vodovodu Zlín vyplývá tento závěr:

Nadlimitní obsah acetochloru ESA a acetochloru OA v dodávané pitné vodě nepředstavuje riziko nepříznivých zdravotních účinků pro zásobované obyvatele včetně nejcitlivějších skupin populace.

Výsledek hodnocení rizika přitom skýtá více než dostatečnou rezervu na straně bezpečnosti pro případnou přítomnost dalších neanalyzovaných metabolitů acetochloru, případně stopového množství této mateřské látky.

Uvedený závěr je platný za předpokladu platnosti poskytnutých výchozích podkladů.

PŘÍLOHA - přehled použité a citované literatury

1. SZÚ Praha: *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 2 „Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody“ odborné zprávy za rok 2013 a 2014*
2. EFSA: *Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance acetochlor*, EFSA Journal 2011, 9(5):2143
3. US EPA, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances: *Acetochlor. Revise HED Chapter of the Tolerance Reassessment Eligibility Decision (TRED) Document*, US EPA, 2005
4. US EPA: *Acetochlor, Report of the Metabolism Assessment Review Committee, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances*, 2004
5. WHO/IPCS: *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2009*, WHO 2010
6. US EPA: *Report of the Food Quality Protection Act (FQPA) Tolerance Reassessment Progress and Risk Management Decision (TRED) for Acetochlor*, US EPA, 2006
7. US EPA, Health Effects Division, Office of Pesticide Programs: *Cumulative Risk from Chloroacetanilide Pesticides*, US EPA, 2006
8. SZÚ Praha: *Nouzové zásobování pitnou vodou (metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu)*, 2007
9. Gadagbui B., Maier A., Dourson M. at al.: *Derived Reference Doses (RfDs) for the Environmental Degradates of the Herbicides Alachlor and Acetochlor: Results of the Independent Expert Panel Deliberation*, Reg. Tox. Pharmacol. 2010, 57:220-234
10. US EPA: *Data base IRIS (Integrated Risk Information System), Acetochlor*, US EPA, 1993
11. ÚKZÚZ: *Přehled účinných látek přípravků na ochranu rostlin a jejich metabolitů*, 27.2.2015
12. SZÚ Praha: *Autorizační návod AN 16/04 VERZE 4, Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám v pitné vodě*, 2015
13. US EPA: *Estimated Per Capita Water Ingestion and Body Weight in the United States – An Update*, US EPA, Office of Water, 2004
14. Bláha, P. a kol.: *6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001*, SZÚ, Praha, 2005, ISBN 80-7071-251-1.

15. IPCS/WHO: *Environmental Health Criteria No.210, Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals*, 1999
16. SZÚ Praha: *Manuál prevence v lékařské praxi, díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik*, Praha, 2000.

Tento znalecký posudek nesmí být bez písemného souhlasu zpracovatele reprodukován jinak než celý. Na souhlas zpracovatele je vázáno i další využití znaleckého posudku nad rámec původního určení nebo jeho předání třetí osobě.

Ve Svitavách 26.11.2015


MUDr. Bohumil Havel

Soudní znalec v oboru zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací
hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik
jmenovaný rozhodnutím krajského soudu v Hradci Králové
ze dne 5.11.2002 č.j. Spr. 2706/2002



Z n a l e c k á d o l o ž k a

Znalecký posudek jsem podal jako znalec, jmenovaný rozhodnutím krajského soudu v Hradci Králové ze dne 5.11.2002 č.j. Spr. 2706/2002 pro základní obor zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik.

Znalecký úkon je zapsán pod poř. číslem 438/16/15 znaleckého deníku. Posudek obsahuje celkem 16 stránek včetně této doložky a je zadavateli předán ve dvou vyhotoveních.

Znalečné účtuji podle připojené likvidace podle platných předpisů a dle dohody se zadavatelem.

Podpis znalce:

Svitavy dne 26.11.2015

MUDr. Bohumír Havel