

Vodovod Malé Hradisko

Hodnocení zdravotních rizik relevantního metabolitu acetochloru ESA z pitné vody

Znalecký posudek

Výtisk č. 2

Zadavatel posudku:
MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.
Tovární 41
722 11 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, květen 2016

Obsah:

I. Zadání a výchozí podklady znaleckého posudku.....	2
II. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik.....	3
III. Hodnocení nebezpečnosti.....	5
IV. Hodnocení expozice.....	10
V. Charakterizace rizika.....	12
VI. Analýza nejistot.....	12
VII. Závěr.....	14
VIII. 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 jako provozovatele vodovodu Malé Hradisko má být zpracováno hodnocení zdravotních rizik z pitné vody tohoto vodovodu pro ukazatel acetochlor ESA (relevantní metabolit 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 uvedeném ukazateli podle zákona č. 258/2000 Sb.² Úkolem hodnocení rizik je tedy zodpovězení otázky, zda dočasným používáním vody z uvedeného vodovodu může dojít k ohrožení veřejného zdraví ve smyslu citovaného zákona.

Jako podklad k hodnocení rizika byly poskytnuty základní údaje o vodovodu a kopie protokolů rozborů vzorků surové a dodávané pitné vody. Stanovení pesticidních látek prováděla jako subdodávku akreditovaná laboratoř Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě.

Podle těchto podkladů vodovod Malé Hradisko využívá jako zdroj vody prameniště, situované jihozápadně od obce. V prameništi je vybudován jímací zárez, stažený do studny a vrt hloubky 39,1 m. V současné době je využíván pouze vrt. Jímaná voda je čerpána do vodojemu 100 m³, kde je upravována aerací k odstranění radonu a dezinfikována roztokem chlornanu sodného. Vodovodem je zásobováno 394 obyvatel.

Obsah acetochloru ESA se podle dokladovaných protokolů rozborů pohyboval v surové vodě na přítoku do vodojemu do 0,45 µg/l, v dodávané vodě ve vodovodní sítí do 0,34 µg/l. Konkrétní výsledky rozborů vzorků vody na přítoku do vodojemu a v sítí vodovodu jsou uvedeny v tabulce 1.

Obsah acetochloru a druhého nejčastějšího metabolitu acetochloru OA byl pod mezí stanovitelnosti 0,025 µg/l. V podlimitní úrovni byla ve vodě zjištěna přítomnost nerelevantních metabolitů metazachlor ESA, metazachlor OA, metolachlor ESA a metolachlor OA.

Provozovatel vodovodu hodlá požádat orgán ochrany veřejného zdraví o povolení mírnějšího hygienického limitu pro obsah acetochloru ESA do maximální koncentrace 0,6 µg/l na dobu 3 let.

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

Tab. 1 – Vodovod Malé Hradisko – obsah acetochloru ESA

Datum odběru	Místo odběru	Acetochlor ESA ($\mu\text{g/l}$)
27.7.2015	VDJ Malé Hradisko, přítok	0,45
16.3.2016	VDJ Malé Hradisko, přítok	0,2
22.3.2016	VDJ Malé Hradisko, přítok	0,23
11.4.2016	VDJ Malé Hradisko, přítok	0,19
25.4.2016	VDJ Malé Hradisko, přítok	0,052
3.5.2016	VDJ Malé Hradisko, přítok	0,2
29.6.2015	Malé Hradisko MŠ	0,19
18.1.2016	Malé Hradisko MŠ	0,34
15.2.2016	Malé Hradisko MŠ	0,24
14.3.2016	Malé Hradisko MŠ	0,16
22.3.2016	Malé Hradisko Kult. dům	0,23
11.4.2016	Malé Hradisko MŠ	0,21
25.4.2016	Malé Hradisko Kult. dům	<0,025
9.5.2016	Malé Hradisko MŠ	0,12

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 odborného zástupce a pro poskytování poradenských služeb 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.

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.

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:

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, které nejsou podezřelé z bezprahového genotoxického karcinogenního účinku, se předpokládá tzv. prahový účinek.

Tento účinek, spočívající v poškození různých systémů v organismu, se projeví až po překročení kapacity fyziologických detoxikačních a reparačních obranných mechanismů v organismu. Lze tedy identifikovat dávku škodlivé látky, která je pro organismus člověka ještě bezpečná a za normálních okolností nevyvolá nepříznivý efekt.

Při hodnocení rizika toxicických 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. Odvozuje 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 látce a jaká jc její dávka. Cílem je přitom postihnout nejen průměrného jedince z exponované populace, nýbrž i reálně možné případy osob s nejvyšší expozičí 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 přičin.

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.

⁵US EPA – United States Environmental Protection Agency

⁶WHO – World Health Organization

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 – TD_I)

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.

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

Použití, chování a výskyt ve vodě

Mateřská 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 (hydrolýze 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 jednoho vodovodu. Metabolity acetochloru ještě nebyly v uvedených letech v pitné vodě veřejných vodovodů sledovány [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.

Vyznačuje se velmi vysokou mobilitou a střední až vysokou perzistence. Za laboratorních aerobních podmínek v různých typech půd byl zjištěn poločas rozkladu (DT₅₀) 33 – 148 dní, doba rozkladu 90% původní koncentrace (DT₉₀) byla 108 – 491 dní [2].

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. Subsystém 2 monitoringu se zabývá zdravotními důsledky a riziky znečištění pitné vody.

Příjem a chování v organismu

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 metabolismy 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 efekt zjištěn nebyl, u člověka jej na základě existujících podkladů nelze zcela vyloučit [3].

Acetochlor ESA se na rozdíl od původní látky po požití vstřebává podstatně méně (asi 10-12 % podané dávky) a podléhá jen malé biotransformaci (76-79 % dávky je vyloučeno v původní formě). Cytotoxický potenciál acetochloru je díky odstranění aktivního chloru u acetochloru ESA redukován až eliminován, takže výše popsaný účinek karcinogenní účinek na nosní sliznici u potkanů tento metabolit nevykazuje [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 pokusních 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 myší.

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 myší byla pro první známky postižení 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 mateřské látky podstatně nižší účinky na činnost štítné žlázy a vykazuje podstatně nižší subchronickou toxicitu.

V 90denním experimentu u samců a samic potkanů byly pro snížení tělesné hmotnosti jako kritický účinek zjištěny dávky NOAEL acetochloru ESA 225,4/259,1 mg/kg/den a dávky LOAEL 919,4/1073,2 mg/kg/den.

U acetochloru 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].

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.

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 [3], ani při hodnocení zdravotních rizik pro nové využití acetochloru u dalších plodin v roce 2013 [7], nebyly do hodnocení zdravotního rizika zahrnuty.

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA¹¹) ve zprávě o odborném přezkoumání rizika acetochloru v roce 2011 na rozdíl od US EPA považuje jeho metabolismu 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

Acetochlor klasifikuje US EPA acetochlor 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 negenotoxicický 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) [8].

Acetochlor ESA v testech nevykazuje mutagenní aktivitu. Podle EFSA nemá genotoxicický potenciál [2]. Též podle US EPA je karcinogenní účinek u této látky nepravděpodobný

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 mezi 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 metabolismus). Přehled pesticidních látek a jejich metabolitů s určením, zda se jedná o metabolismus relevantní nebo nerelevantní, zveřejňuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ).

V USA jsou stanoveny limity pitné vody (MCL¹³) pro jednotlivé pesticidní látky. Pro acetochlor a jeho metabolismus na federální úrovni limity pro pitnou vodu stanoveny nejsou. Stanovily je pouze stát Wisconsin v hodnotě 7 µg/l pro acetochlor a 230 µg/l pro součet acetochlor ESA+ OXA [9] a stát Minnesota v hodnotě 9 µg/l pro acetochlor, 300 µg/l pro acetochlor ESA a 100 µg/l pro acetochlor OXA [10].

¹¹EFSA – European Food Safety Authority

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

¹³MCL (Maximum Contaminant Level) - Nejvyšší přípustná koncentrace kontaminujících látek v pitné vodě.

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 $0,5 \mu\text{g/l}$, u součtu všech zjištěných pesticidů koncentraci do $2,5 \mu\text{g/l}$ [11].

US EPA stanovuje od roku 2012 k účelu interpretace výsledků monitoringu v pitné vodě pro pesticidní látky, které nemají závazné limity, hodnoty HHBPs¹⁴. Jsou stanoveny k ochraně před nepříznivými účinky pesticidních látek pro akutní a chronickou expozici pesticidům z povrchové nebo podzemní pitné vody.

Pro acetochlor byla stanovena akutní jednodenní HHBP $1,5 \text{ mg/l}$ a chronická HHBP $0,14 \text{ mg/l}$. Byly odvozeny z akutní a chronické RfD EPA, přičemž u chronické expozice se počítá pouze 20% příjem RfD z pitné vody [12].

Acetochlor a acetochlor ESA – referenční hodnoty:

EFSA - akceptovatelný denní příjem (ADI)

Evropský úřad pro bezpečnost potravin stanovil pro acetochlor akceptovatelný denní příjem ADI $3,6 \mu\text{g/kg/den}$ na základě LOAEL z chronické studie u myší a faktoru nejistoty 300. Odvozena byla i akutní RfD $1,5 \text{ mg/kg/den}$ vycházející z akutní neurotoxicické studie u potkanů s faktorem nejistoty 100 [2].

US EPA - Referenční dávka pro orální expozici (RfDo)¹⁵ – databáze IRIS¹⁶

US EPA stanovila pro acetochlor v roce 1993 v databázi IRIS referenční perorální dávku RfDo $20 \mu\text{g/kg/den}$. Podkladem byla dávka NOAEL 2 mg/kg/den (LOAEL 10 mg/kg/den) zjištěná v 1roční perorální studii u psů, provedené v roce 1988. K odvození RfD byl použit faktor nejistoty 100 (10x pro mezdruhové rozdíly a 10x pro rozdíly v citlivosti v rámci lidské populace). Referenční dávce byla přisouzena vysoká míra spolehlivosti [13].

US EPA - RfDo – TRED¹⁷

V procesu přehodnocení registrace v USA v roce 2005 a při hodnocení zdravotních rizik pro nové využití acetochloru u dalších plodin v roce 2013 byla pro acetochlor potvrzena původní chronická perorální referenční dávka RfD = $20 \mu\text{g/kg/den}$. Kvantifikace karcinogenního rizika nebyla vyžadována se zdůvodněním, že chronická RfD zajišťuje ochranu jak před nekarcinogenními, tak i karcinogenními účinky.

Stanovena byla i akutní RfD $1,5 \text{ mg/kg/den}$ na základě NOAEL 150 mg/kg/den zjištěné v akutní studii neurotoxicity u potkanů a faktoru nejistoty 100 (10x pro mezdruhové rozdíly, 10x pro individuální variabilitu citlivosti u lidí) [3,7].

MDH – referenční dávka (RfD)

Minnesota Department of Health (MDH) odvodil v roce 2011 pro stanovení limitní koncentrace acetochloru ESA v podzemních vodách chronickou RfD $75 \mu\text{g/kg/den}$.

¹⁴HHBPs (Human Health Benchmarks for Pesticides) – vztazné dávky pesticidů k ochraně lidského zdraví, jsou stanoveny pro akutní jednodenní expozici u dětí a chronickou expozici u celé populace z pitné vody.

¹⁵Referenční 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.

¹⁶IRIS (Integrated Risk Information System) - Databáze US EPA obsahující referenční hodnoty pro toxicitý i karcinogenní účinek chemických látek, u kterých bylo dosaženo shody odborníků US EPA.

¹⁷TRED (Tolerance Reassessment Eligibility Decision) – Závěr přehodnocení expozice a rizika se stanovením přijatelných reziduí v různých komoditách.

Podkladem byla hodnota NOAEL 225,4 mg/kg/den ze subchronické studie u potkanů s aplikací faktoru nejistoty 3000 (10x pro extrapolaci na člověka, 10x pro variabilitu v citlivosti u lidské populace, 10x pro omezenou databázi dat a 3x pro užití subchronické studie). Kritickým účinkem bylo snížení tělesné hmotnosti pokusných zvířat a alterace hladiny hormonů štítné žlázy v krevním séru [10].

TERA – referenční dávka (RfD)

Stanovením referenční dávky metabolitů acetochloru se v USA též zabývala skupina expertů, sezvaná nezávislou vědeckou institucí Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA) v roce 2009.

Pro acetochlor ESA byla jako podklad též použita dávka NOAEL 225,4 mg/kg/den z 90denní subchronické studie u potkanů, přičemž bylo za odpovídající kritický účinek označeno pouze snížení tělesné hmotnosti pokusných zvířat. Ovlivnění činnosti štítné žlázy v závislosti na expozici experti neshledali za dostatečně konzistentní efekt.

S aplikací faktoru nejistoty 1000 (10x pro extrapolaci na člověka, 10x pro variabilitu v citlivosti u lidské populace, 10x pro omezenou databázi dat a absenci chronické studie) byla pro acetochlor ESA odvozena referenční dávka RfD 200 µg/kg/den, které byla přisouzena nízká až střední míra spolehlivosti [14].

Vůči nezávislosti organizace TERA, která je částečně sponzorována i výrobcí chemických látok, byly v odborném tisku v USA vzneseny určité výhrady.

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 metabolismu acetochloru nalézané v podzemních vodách z hlediska toxikologických vlastností za významné a považuje za opodstatněné jejich hodnocení rizika s použitím ADI acetochloru [2].

Metabolity acetochloru (t-oxanilic acid, t-sulfinylacetic acid, t-sulfonic acid, s-sulfonic acid) hodnotí jako relevantní ve svém seznamu i ÚKZÚZ [15].

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

Populační skupiny se zvýšenou citlivostí:

U acetochloru ESA existující toxikologické údaje neindikují specifické účinky s vyšším rizikem pro určité populační skupiny. Pro jeho 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 vztáhnout i na jeho metabolismus, i když u acetochloru ESA je sekundární účinek na hladinu hormonů štítné žlázy podstatně nižší.

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 sc 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.

Acetochlor ESA nevykazuje mutagenní aktivitu a jeho karcinogenní účinek je závěrů US EPA nepraviděpodobný. I pro jeho 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 hodnocené látky popsána a vzhledem k jejím 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 populaci 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 populacních skupin. Výpočet denní průměrné dávky je proto dále proveden pro tyto skupiny populace:

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

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

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

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

IR (Intake Rate) - množství požité 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 toxicitních účinků. Hodnocení rizika chronických účinků je podle autorizačního návodu AN 16/04 verze 4 doporučeno provést jak pro maximální koncentraci, do které je žádano 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 jsou však k dispozici výsledky pouze za kratší období. Proto byla jako maximální koncentrace do žádosti o výjimku navržena cca dvojnásobná hodnota nalezené koncentrace v pitné vodě 0,6 µg/l a na tuto koncentraci bude proveden výpočet průměrné denní dávky.

Doporučené hodnoty IR u různých věkových skupin populace uvádí autorizační návod SZÚ Praha 16/04 verze 4, přičemž jejichž podkladem byly materiály US EPA z roku 2004 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.

US EPA vydala v roce 2011 novou příručku expozičních faktorů včetně hodnot příjmu vody a tělesných hmotností [17].

Z tohoto novějšího podkladu jsou převzaty hodnoty spotřeby vody u kojenců (95percentil) a u těhotných a kojících ženy (90percentil), které jsou vyšší, nežli doposud doporučené a používané hodnoty.

Průměrná tělesná hmotnost u dětí byla stanovena z výsledků posledního celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže v ČR [18]. Byl použit aritmetický průměr zjištěných hodnot za dané věkové období a byly zprůměrovány hodnoty pro chlapce a dívky. Průměrná tělesná hmotnost u žen byla převzata ze zmíněných podkladů US EPA.

Konkrétní expoziční parametry jsou uvedeny v tabulce 1, výsledné hodnoty průměrné denní dávky z pitné vody jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 1 - Použité expoziční parametry:

<i>Maximální koncentrace acetochloru ESA ve vodě</i>	<i>0,6 µg/l</i>
<i>IR (množství požité vody) – kojenec do 3 měsíců</i>	<i>1,0 l/den</i>
<i>IR – kojenec 3-12 měsíců</i>	<i>1,1 l/den</i>
<i>IR – dítě 1-3,99 roky</i>	<i>0,95 l/den</i>
<i>IR – těhotné ženy</i>	<i>2,3 l/den</i>
<i>IR – kojící ženy</i>	<i>3,0 l/den</i>
<i>BW (tělesná hmotnost) – kojenec do 3 měsíců</i>	<i>4,60 kg</i>
<i>BW – kojenec 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 ženy</i>	<i>75 kg</i>
<i>BW – kojící ženy</i>	<i>67 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. 2 - Průměrná denní dávka acetochloru ESA z pitné vody (µg/kg/den)

<i>Věková skupina</i>	<i>Průměrná denní dávka při koncentraci 0,6 µg/l</i>
<i>Kojenci do 3 měsíců</i>	<i>0,130</i>
<i>Kojenci 3-12 měsíců</i>	<i>0,081</i>
<i>Děti 1-3,99 roky</i>	<i>0,040</i>
<i>Těhotné ženy</i>	<i>0,018</i>
<i>Kojící ženy</i>	<i>0,026</i>

V. Charakterizace rizika

Ke kvantitativnímu vyjádření míry zdravotního rizika toxického nekarcinogenního účinku škodlivin se používá kvocient nebezpečí IIQ (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).

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

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. V daném případě je obsah acetochloru i acetochlor OA ve vodě hodnoceného vodovodu podle výsledků rozborů pod mezí stanovitelnosti. Pro výpočet HQ chronických toxických účinků acetochloru ESA je v souladu s již zmíněným autorizačním návodem SZÚ použita hodnota ADI acetochloru dle EFSA 3,6 µg/kg/den.

Při důvodech ke konzervativnímu přístupu k hodnocení rizika doporučuje US EPA jako hraniční hodnotu HQ hodnotu 0,5. Podle podložených hodnocení US EPA vykazuje acetochlor ESA podstatně nižší toxicitu, nežli mateřská látka. Použití ADI acetochloru ke kvantitativní charakterizaci acetochloru ESA je proto samo o sobě konzervativním přístupem. Konkrétní hodnoty kvocientu nebezpečí pro riziko toxických účinků acetochloru ESA v pitné vodě hodnoceného vodovodu jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3 – Riziko toxických účinků acetochloru ESA z pitné vody (HQ)

Věková skupina	HQ při koncentraci 0,6 µg/l
Kojenci do 3 měsíců	0,036
Kojenci 3-12 měsíců	0,022
Děti 1-3,99 roky	0,011
Těhotné ženy	0,005
Kojící ženy	0,007

Vypočtené hodnoty kvocientu nebezpečí expozice acetochloru ESA z pitné vody vodovodu Malé Hradisko spolehlivě dokladují, že ani trvalá kontaminace vody v úrovni maximální koncentrace, do které je žádano o určení mírnějšího hygienického limitu, by nepředstavovala riziko toxických účinků pro zásobované obyvatele včetně nejcitlivějších skupin populace. Výsledek hodnocení rizika přitom skýtá dostatečnou rezervu na straně bezpečnosti pro případnou přítomnost dalších neanalyzovaných metabolitů acetochloru.

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 relevantního metabolitu acetochloru ESA 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 rozbory pouze za kratší období, proto byla jako maximální koncentrace do žádosti i výjimku navržena cca dvojnásobná hodnota dosud nalezené koncentrace v pitné vodě a na tuto koncentraci byl proveden výpočet průměrné denní dávky.

Vzhledem k téměř tři roky trvajícímu zákazu používání acetochloru k ochraně rostlin v ČR je však další vzrůstající trend v kontaminaci vody touto látkou nepravděpodobný.

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 95percentil 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.

Výsledek hodnocení rizika skýtá dostatečnou rezervu na straně bezpečnosti pro případnou přítomnost dalších neanalyzovaných metabolitů acetochloru nebo stopového množství původní mateřské látky.

Hlavní cestou expozice běžné populace pesticidním látkám jsou potraviny a ADI platí pro celkový dietální příjem. Rezidua herbicidů se však až na výjimky v potravinách nacházejí minimálně.

Konkrétně pro acetochlor vyhodnotil Evropský úřad pro bezpečnost potravin EFSA v roce 2011, kdy byl acetochlor ještě používán, pro rezidua v potravinových komoditách včetně metabolitů hodnotu TMDI¹⁸ v úrovni 11% ADI. Upozornil však přitom na riziko překročení ADI expozicí metabolitů acetochloru z podzemní vody [2].

V roce 2013 již EFSA uvádí, že vzhledem k zákazu používání acetochloru v EU se přítomnost jeho reziduí v rostlinných ani živočišných potravinových komoditách neočekávají a nejsou pro ně proto stanoveny MRLs¹⁹ [19].

Hodnocení rizika acetochloru ESA proto bylo provedeno pouze pro expozici z pitné vody a dietální příjem reziduí acetochloru z potravin nebyl uvažován.

2. Použité referenční hodnoty

V hodnocení nebezpečnosti acetochloru ESA je významný rozdíl mezi americkými (US EPA, MDH, 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.

¹⁸ TMDI – Theoretical Maximum Daily Intake (teoretický maximální denní příjem)

¹⁹ MRLs – Maximum Residue Levels (maximální limity reziduí)

VII. Závěr

Z provedeného hodnocení zdravotních rizik metabolitu acetochloru ESA z pitné vody z vodovodu Malé Hradisko vyplývá tento závěr:

Nadlimitní obsah acetochloru ESA v dodávané pitné vodě nepředstavuje riziko nepříznivých zdravotních účinků pro zásobované obyvatele včetně nejcitlivějších skupin populace. Výsledek hodnocení rizika přitom skýtá dostatečnou rezervu na straně bezpečnosti pro případnou přítomnost dalších neanalyzovaných metabolitů acetochloru.

Uvedený závěr je platný za předpokladu platnosti poskytnutých výchozích podkladů.

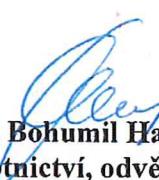
VIII. Přehled použité a citované literatury

1. SZÚ Praha: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsytém 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: Acetochlor Human Health Risk Assessment for Proposed New Uses of Acetochlor on Sugar Beet and Peanut, US EPA, 2013
8. US EPA, Health Effects Division, Office of Pesticide Programs: Cumulative Risk from Chloroacetanilide Pesticides, US EPA, 2006
9. Wisconsin Department of Natural Resources: Drinking Water and Groundwater Quality Standards/Advisory Levels, 2011
10. Minnesota Department of Health: Health Risk Limits
[\(<http://www.health.state.mn.us/divs/eh/risk/guidance/gw/table.html>\)](http://www.health.state.mn.us/divs/eh/risk/guidance/gw/table.html)
11. SZÚ Praha: Nouzové zásobování pitnou vodou (metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu), 2007
12. US EPA: Human Health Benchmarks for Pesticides: Updates 2013 Technical Document, US EPA, 2013
13. US EPA: Data base IRIS (Integrated Risk Information System), Acetochlor, US EPA, 1993
14. 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
15. ÚKZÚZ: Přehled účinných látek přípravků na ochranu rostlin a jejich metabolitů, 27.2.2015

16. SZÚ Praha: Autorizační návod AN 16/04 VERZE 4, Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám v pitné vodě, 2015
17. US EPA: Exposure Factors Handbook, US EPA 2011
18. Bláha, P. a kol.: 6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001, SZÚ, Praha, 2005, ISBN 80-7071-251-1.
19. EFSA: Reasoned opinion on the review of the existing maximum residue levels (MRLs) for acetochlor according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005, EFSA Journal 2013, 11(7):3315
20. IPCS/WHO: Environmental Health Criteria No.210, Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals, 1999
21. SZÚ Praha: Manuál prevence v lékařské praxi, díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, Praha, 2000

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

Ve Svitavách 23.5.2016


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



Znalecká doložka

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 456/16/16 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 znalece:

Svitavy dne 23.5.2016

MUDr. Bohumil Havrl

