

STUDIE POSOUZENÍ VLIVŮ NA VEŘEJNÉ ZDRAVÍ HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK

**Zadání: *Hodnocení zdravotního rizika alachloru ESA z pitné vody:
Veřejný vodovod Předslav***



Zadavatel: Šumavské vodovody a kanalizace, a.s.
Koldinova 672, 339 01 Klatovy II

Vypracoval: RNDr. Svatopluk Krýsl, CSc.,
Pod Vrškem 699/II., 339 01 Klatovy
Datum zpracování: červenec 2024

OBSAH

- 1. Rizika spojená s kvalitou pitné vody**
- 2. Identifikace nebezpečnosti**
 - 2.1. Použití, chování a výskyt ve vodě a v prostředí
 - 2.2. Příjem a chování v organismu
 - 2.3. Toxicita
 - 2.4. Karcinogenita a genotoxicita
- 3. Charakterizace rizika, vztah dávky a účinku**
 - 3.1. Referenční dávka pro orální expozici
 - 3.2. Doporučené limity
 - 3.3. Přijaté limity
- 4. Hodnocení expozice**
- 5. Charakterizace rizika**
- 6. Analýza nejistot**
- 7. Závěr**
- 8. Literatura, použité zkratky**

1. Rizika spojená s kvalitou pitné vody

Na základě objednávky je zpracována studie posouzení vlivů na veřejné zdraví. Studie bude sloužit jako podklad dokumentace vlivu pesticidů a jeho metabolitů přítomných v pitné vodě vodovodu v obci Předslav na okrese Klatovy.

Následující hodnocení zdravotních rizik expozice pesticidům je zpracováno v souladu s obecnými metodickými postupy WHO a **autorizačními** návody Státního zdravotního ústavu Praha (AN/16/05) pro autorizované hodnocení zdravotních rizik dle § 83e zákona č. 258/00 Sb., v platném znění. Současně bylo přihlédnuto k Metodickému doporučení SZÚ – Národního centra pro pitnou vodu pro hodnocení relevantnosti metabolitů pesticidů v pitné vodě¹.

Hodnocení zdravotních rizik je postup založený na využití všech dostupných údajů týkajících se **identifikace nebezpečnosti**, při které se zjišťuje, jak a kdy daná látka může ovlivnit lidské zdraví. Tento krok též vychází z **hodnocení dávky a účinku**, které je závislé na bezprahovém nebo prahovém působení dané látky na organismus. V případě prahových, tedy negenotoxických a nekarcinogenních účinků, se zkoumá dávka škodlivé látky, která je pro organismus ještě bezpečná a nevyvolává tedy nepříznivý efekt. U karcinogenních účinků se zkoumá teoretický počet statisticky předpokládaných případů nádorového onemocnění na počet obyvatel. Třetí etapou je **hodnocení expozice**, které se provádí na základě sestavení expozičního scénáře, který zahrnuje především všechny citlivé populační skupiny, kterých se nebezpečnost dané látky může týkat a to jakou cestou a jakou dávkou dochází k jejich expozici. Při hodnocení rizika toxických účinků z pitné vody se podle metodiky, kterou využívá WHO, používá tzv. **tolerovatelný denní přívod** (Tolerable Daily Intake - TDI), popřípadě podle US EPA **referenční dávka pro perorální příjem** (Reference Daily Intake – Oral – RfDo).

Dalším krokem je **charakterizace rizika**, tj. vyjádření kvantitativní míry konkrétního zdravotního rizika platného pro danou konkrétní situaci. Pro toxické nekarcinogenní látky se vyjadřuje míra rizika poměrem mezi zjištěnou expozicí platnou pro konkrétní situaci a expozicí bezpečnou, zjištěnou na základě současných znalostí pro působení dané noxy. Tento poměr, tzv. **kvocient nebezpečnosti** (Hazard Quotient - HQ), by v případě větším než jedna znamenal, že daná látka při dané expozici představuje toxické riziko. Pokud současně působí na danou populaci více toxických látek s podobným systémovým účinkem, využívá se pro vyhodnocení nebezpečnosti **index nebezpečnosti** (Hazard Index – HI), který je pak součtem jednotlivých kvocientů nebezpečnosti. V případě karcinogenního účinku je míra rizika vyjadřována **vzestupem pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění** (Individual Lifetime Cancer Risk – ILCR). Určitou přijatelnou mírou tohoto rizika je vzestup o jedno takovéto onemocnění na 1.10^6 exponovaných obyvatel. Vzhledem k tomu, že jde o vyjádření pravděpodobnosti je přesnost tohoto odhadu spíše řádová.

Z tohoto závěru pak vyplývá možnost dané riziko ovlivnit, tedy jej řídit. Návrh řešení rizika pro danou zdravotní situaci s sebou nese i nejistotu, takže je nezbytnou součástí hodnocení rizika i **analýza nejistot**.

Hodnocení rizik je výchozím podkladem pro rozhodování o opatřeních při překročení limitů kvality pitné vody nebo v případě, že nalezené látky nemají určený limit, k vyhlášení tohoto limitu orgánem ochrany veřejného zdraví. To byl hlavní důvod, proč byla zpracována tato studie pro použití vody jako pitné u vodního zdroje obce.

Zadání:

Obec Předslav leží cca 9 km severovýchodně od Klatov. Jde o obec s rozšířenou působností, její součástí je dalších 6 obcí. V obci žije podle údajů z roku 2021 806 obyvatel. Kromě občanské zástavby sídlí v obci jeden z největších zemědělských subjektů v regionu společnost Měcholupská zemědělská, a.s., která je společně s Obcí Předslav i spoluvlastníkem vodovodu.

Provozovatelem vodovodu jsou Šumavské vodovody a kanalizace a.s. Provozovaný vodovod zásobuje pitnou vodou obec Předslav a Měcholupy, které se nachází asi 1,5 km jihovýchodně od obce Předslav a jsou její administrativní součástí (viz provozní řád vodovodu *). Vodovodní řád obce zásobuje cca 400 obyvatel. Vodovodní řád v obci je napájen přes úpravnu a vodojem ze čtyř vrtů (HV-1, HV-2, HV-3 a HV-4).

Úprava surové vody z vrtů zahrnuje předchloraci a po oxidaci manganistanem jsou odstraněny oxidy železa a manganu. Upravená voda je pak dopravena do vodojemu 2x100 m² a odtud do obou zmíněných obcí. Druhý výtlačný řád je veden přes vodojem 1x250 m³ do Měcholupské zemědělské a.s. Maximální vydatnost vrtů zásobujících obyvatele obou obcí je 3 l/s.

Charakter pitné vody lze popsat podle dodaných údajů takto: jde o středně tvrdou vodu s nízkým obsahem dusičnanů (<10 mg/l), železo, mangan i arsen jsou prováděnou úpravou dostatečně sníženy, takže zcela vyhovují limitním hodnotám platným pro pitnou vodu. Pro nadlimitní obsah uranu byla povolena dočasná výjimka z hlediska zdravotních rizik, která je v řešení. Mikrobiologická jakost vody odpovídá charakteru zdroje – voda je dezinfikována dávkováním chlornanu sodného jak ve zdroji, tak vodojemu.

Voda je však znečištěna metabolitem **alachlorem ESA** a vyskytují se zde i další pesticidní látky, i když ve velmi nízkých koncentracích (viz tab. I.). Naprostá většina z nich je zařazena do skupiny toxikologicky nerelevantních metabolitů pesticidů^{2,3}, pro které jsou určeny doporučené nebo směrné hodnoty koncentrací, jak je uvádí novelizovaná vyhláška 371/2023, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. Jsou zde však přítomné i pesticidní látky, jejichž přítomnost je limitována nejvyšší meznou hodnotou. V tomto případě nejde o metabolity pesticidů, ale o mateřské látky (chlortoluron a pethoxamid) pronikající do zvodně, ze které je čerpána podzemní voda. Jejich koncentrace však nepřekračují nejvyšší meznou hodnotu (NMH).

Tab. I. Nalézané průměrné hodnoty koncentrací pesticidních látek v období 2021 – 2023 a jejich limitní hodnoty

pesticid	průměrná koncentrace (µg/l)	limitní hodnota (NMH)
alachlor ESA	1,23	0,5 (SH)
chloridazon desfenyl	0,04	3 (SH)
chloridazon methyl desfenyl	0,02	3 (SH)
dimethachlor ESA	0,05	3 (SH)
metazachlor ESA	0,3	2,5 (SH)
metazachlor OA	0,06	2,5 (SH)
metolachlor ESA	0,2	6 (DH)
metolachlor OA	0,05	6 (DH)
chlortoluron	0,08	0,1
pethoxamid	0,02	0,1

Vysvětlivky: SH.. směrná hodnota, DH..doporučená limitní hodnota
NMH..nejvyšší mezná hodnota

Jak je patrné z tabulky I. jsou nalézané koncentrace podstatně nízké, takže i **součet pesticidů** (0,1 µg/l) je nižší než povolená hodnota NMH 0,5 µg/l.

Alachlor ESA patří do skupiny toxikologicky nerelevantních metabolitů pesticidů, má však sníženou směrnou hodnotu (0,5 µg/l), což je „indikační hodnota iniciující hodnocení a řízení

* Provozní řád vodovodu pro obec Předslav - Měcholupy, Šumavské vodovody a kanalizace, Klatovy, 2013

zdravotních rizik“, jak ji definuje novelizovaná vyhláška 371/2023 pro pitnou vodu. Proto je také provedena tato studie týkající se pouze alachloru ESA. Jeho výskyt ve vodovodu, jak byl monitorován v uplynulém časovém období, je uveden přehledně v tabulce II. Jde z hlediska časového monitoringu o celkem stabilní koncentrace, takže je vhodné vzít v úvahu průměrnou koncentraci za uvedené časové období, tj. hodnotu 1,2 µg/l, ke které budeme zvažovat zdravotní riziko, a hodnotu 2,0 µg/l, která zatím nebyla překročena a pro které lze žádat o výjimku.

Tab. II. Monitorované koncentrace alachloru ESA

Datum odběru	místo odběru	koncentrace (µg/l)
6.12.2021	surová	1,54
17.10.2022	síť DDŠ čp.2	1,25
16.10.2023	síť DDŠ čp.2	1,14
4.12.2023	surová	1,20

Základní metodické postupy pro hodnocení zdravotních rizik, jak bylo v úvodu již uvedeno, vycházejí především z postupů, které vypracovala Americká agentura pro ochranu životního prostředí (US EPA) a Světová zdravotnická organizace (WHO). Důležitým vodítkem při tomto hodnocení je též autorizační návod⁴ AN 16/04 verze 7 Státního zdravotního ústavu Praha sloužící pro autorizované hodnocení zdravotních rizik.

1. Identifikace nebezpečnosti

2.1. Použití, chování a výskyt ve vodě

Mateřská látka alachloru ESA je alachlor, který patří do skupiny chloracetanilidových herbicidů³. Jedná se o selektivní herbicid používaný především proti plevelům u kukuřice. Jeho použití v ČR zakázáno od roku 2008. Jde o látku, která je v půdě dosti mobilní a relativně rychle se v ní rozkládá fotokatalyticky, ale i biodegradací (uváděný poločas je do jednoho měsíce). Vzhledem k jeho relativně rychlému rozkladu, je běžně ve vodě nenalézán.

Alachlor ESA (CAS 142363-53-9) představuje spolu s alachlorem OA hlavní produkt mikrobiální degradace. Vzhledem k jeho mobilitě je často nalézán ve spodních vodách. Na rozdíl od mateřské látky je dostatečně stabilní. Ve Zprávě o kvalitě pitné vody v ČR v roce 2023⁵ se uvádí, že jeho překročení limitní hodnoty 0,1 µg/l bylo zjištěno ve 3,6 % případů. Maximální hodnota zjištěná v pitné vodě v rámci tohoto monitoringu (vodovody do 5000 obyvatel) byla 6,5 µg/l a průměrná hodnota (medián) 0,02 µg/l.

2.2. Příjem a chování v organismu

Alachlor ESA se na rozdíl od své mateřské látky vstřebává při experimentech u pokusných zvířat velmi málo a je rychle vylučován s minimální metabolizací⁶. Mateřská látka alachlor se na rozdíl od svého metabolitu vstřebává do epitelu nosní sliznice, kde vyvolává cytotoxický účinek s následnou regenerativní proliferací a metaplezií epitelu vedoucí k nádorům tkáně. Nutné je dodat, že jde o druhovou závislost v rámci druhů pokusných zvířat.

2.3 Toxicita

Alachlor ESA je na rozdíl od své mateřské látky méně toxický. K tomuto závěru vedlo několik studií^{7,8}. Zjištěné účinky jsou většinou minimální bez klinického významu, vedou pouze ke snížení hmotnosti, jde o jediný relevantní účinek. Mateřská látka alachlor je podle klasifikace WHO o nebezpečnosti pesticidů podle akutní perorální a dermální toxicity zařazen⁹ mezi látky s mírnou akutní toxicitou.

2.4 Karcinogenita a genotoxicita

Alachlor, jako mateřská látka pro metabolit alachlor ESA, je hodnocen jako pravděpodobný karcinogen pro člověka, ale pouze při vysokých dávkách^{6,8,9}. To bylo například doloženo u potkanů krmených dávkami 0 – 126 mg/kg tělesné váhy po dobu dvou roků. Tato studie poskytla jasný důkaz zvýšeného výskytu adenomů u nosních skořep, maligních i zhoubných nádorů žaludku a folikulárních nádorů štítné žlázy. Podobně je tomu u několika dalších chloracetanilidových herbicidů. Vzhledem k tomu, že se karcinogenní účinek pro člověka uvažuje jako pravděpodobný až při vysokých dávkách, byla stanovena prahová hodnota NOAEL 0,5 mg/kg/den.

Alachlor ESA vykazuje v testech mutagenity a genotoxicity negativní výsledky. Dle US EPA¹⁰ je jeho karcinogenní účinek v nízkých koncentracích nepravděpodobný.

3. Charakterizace rizika, vztah dávky a účinku

Pro metabolity pesticidů obecně platí, že pro ně není obvykle stanovena referenční hodnota. Důvodem je, že nejsou k dispozici odborné podklady, podle kterých by tato hodnota mohla být stanovena. Většinou se doporučuje vyhodnotit referenční hodnotu mateřské látky a podle ní přistupovat k účinku jejích metabolitů. Zároveň je třeba uvažovat kumulaci účinků jednotlivých pesticidů stejné chemické skupiny, což v našem případě nelze uplatnit.

3.1 Referenční dávka pro orální expozici

Pro hodnocení rizika samotného alachloru je v databázi IRIS¹¹ uvedena referenční dávka 10 µg/kg/den. Pro výpočet této hodnoty sloužila studie provedená u psů, kdy byla získána dávka NOAEL 1 mg/kg/den při sledování kritického účinku alachloru na vznik hemosiderózy, tj. ukládání hemosiderinu s vyšším obsahem železa ve tkáních doprovázené vyšší incidencí hemolytická anémie.

V rámci EU je využíván akceptovatelný denní příjem pro alachlor (ADI) stanovený¹² hodnotou 2,5 µg/kg/den (na základě NOAEL 0,5 mg/kg/den), která byla odvozena ze vzniku adenomů nosních skořep u potkanů.

Minnesota Department of Health (MDH) stanovil¹³ v roce 2016 limitní koncentraci alachloru ESA a OA při sledování hematologických parametrů a hmotnosti u potkanů. V tomto případě šlo o chronickou expozici při dávce 157 mg/kg/den. Spolehlivost výsledku byla zaručena dostatečným využitím faktorů nejistoty. Výsledná RfD, pro oba metabolity shodná, byla **12 µg/kg/den**.

Autorizační návod, který vydal SZÚ⁴, počítá v případě alachloru ESA s RfD stanovenou Minnesota Department of Health, tj. s hodnotou **12 µg/kg/den**, přičemž jako citlivé skupiny uvádí kojence a malé děti.

3.2 Doporučené limity

Výsledky kvantitativního hodnocení karcinogenního rizika nádorů nosní tkáně u potkanů u alachloru umožnily podle WHO⁶ zjistit pomocí linearizovaného multistupňového modelu hodnoty doporučeného limitu alachloru v pitné vodě. Uvedená koncentrace 2 µg/l odpovídá celoživotnímu riziku 1×10^{-6} . Hodnocením metabolitů alachloru nalézáných v pitné vodě se WHO nezabývala. Francouzský úřad pro bezpečnost potravin ANSES stanovil¹⁴ na základě hodnocení zdravotních rizik zdravotně bezpečnou maximální koncentraci (V_{MAX}) alachloru ESA a OA v pitné vodě na koncentrační úrovni 50 µg/l. Výchozí hodnotou byla RfD 15,7 µg/kg/den s alokací 10% z denní spotřeby vody 2 l a pro tělesnou hmotnost 60 kg.

Pro metabolity alachloru stanovil¹³ stát Minnesota limitní hodnotu pro pitnou vodu v případě jejího chronického působení rovněž na úrovni limitní koncentrace 50 µg/l. Tato hodnota

byla odvozena z referenční dávky 12 µg/kg/den, při alokaci 20% a pro kojence do tří let věku (při příjmu pitné vody 0,044 l / kg tělesné váhy za den¹³).

3.3 Přijaté limity

Vyhláška MZ č.252/2004 Sb. stanoví pro jednotlivé pesticidní látky v souladu se Směrnicí Rady č. 98/83/ES nejvyšší mezní hodnotu 0,1 µg/l a pro součet zjištěných pesticidů nejvyšší mezní hodnotu 0,5 µg/l. Uvedené limitní koncentrace pesticidů jsou vztaženy i na jejich produkty biotransformace, ke které dochází činností mikroorganismů v půdě, ale jen na ty metabolity, které jsou toxikologicky relevantní, tj. mají podobné nebo stejné toxikologické vlastnosti jako jejich mateřská látka, ze které vznikly.

Alachlor ESA a alachlor OA jsou vzhledem k jejich nízké toxicitě zařazeny mezi nerelevantní metabolity, takže jejich závazný limit by měl být určen orgánem ochrany veřejného zdraví vzhledem ke konkrétním podmínkám kvality a využití daného zdroje pitné vody. V USA nejsou na federální úrovni limity pro tyto metabolity stanoveny, jen pro samotný alachlor (2 µg/l). V každém případě US EPA doporučuje, již vzhledem k jejich vysoké mobilitě, snížit jejich koncentraci ve zdrojích pitné vody na minimum. WHO se metabolity alachloru vzhledem k limitům v pitné vodě zatím nezabývala.

V ČR stanovil pro nejčastější nerelevantní metabolity pesticidů doporučené limitní hodnoty v pitné vodě Státní zdravotní ústav a jsou uvedeny na webové stránce MZ ČR. Pro alachlor ESA i alachlor OA doporučuje SZÚ, za předpokladu podlimitní koncentrace mateřské látky, limitní koncentraci 1 µg/l. Při odvození této hodnoty byla použita referenční dávka RfD 12 µg/kg/den, která v případě kojence do 3 let věku (předpokládaná průměrná hmotnost 4,6 kg a spotřeba vody za den 1 litr) s alokací 20% a s bezpečnostním faktorem 10, vzhledem k nejistotám vstupních údajů o chronickém působení, vychází 1,1 µg/l, po zaokrouhlení na jednotky pak **1 µg/l**. Lze předpokládat, že tato úvaha vedla k tomu, že směrná hodnota pro oba metabolity (viz tab. I.) byla stanovena nižší - 0,5 µg/l, což iniciuje hodnocení a řízení zdravotních rizik.

4. Hodnocení expozice

Hodnocení expozice je provedeno podle **expozičního scénáře** založeného na celoročním využívání zdroje vody jako pitné v domácnostech obyvatel obou obcí. Podle její spotřeby a na základě průměrné denní dávky, lze učinit závěr o míře expozice obyvatel při využití vody z vodovodu jako jediného zdroje pitné vody k pití i k přípravě stravy. V expozičním scénáři předpokládáme, že vstup pesticidů do organismu je pouze orální cestou – dermální a inhalační příjem při mytí lze považovat za nevýznamný.

Předpokládáme, že zdroj pitné vody v obci je využíván všemi populačními skupinami obce, tj. dětmi, těhotnými i kojícími ženami a staršími osobami.

Pro výpočet denní průměrné dávky (ADD, µg/kg tělesné hmotnosti/den) je použit vzorec, který uveřejnila US EPA:

$$ADD = \frac{CW \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

kde:

CW (Concentration of Water) koncentrace pesticidu ve vodě (µg/l),

IR (Intake Rate) množství použité vody (l/den)

EF (Exposure Frequency) frekvence expozice ve dnech za rok

ED (Exposure Duration) trvání expozice (roky)

BW (Body Weight) tělesná hmotnost (kg)

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

Při odhadu dávky vycházíme z jejich **průměrných hodnot** a současně uvažujeme nejvyšší zaokrouhlenou hodnotu, ke které se zjištěné koncentrace v rámci monitorovacího období přibližovaly.

Údaje o průměrné spotřebě pitné vody podle jednotlivých populačních skupin uvádí autorizační návod SZÚ⁴, který vychází z publikovaných údajů EPA¹⁵.

Výpočet je proveden pro průměrnou tělesnou hmotnost platnou pro dětskou populaci, která byla převzata z výsledků celostátního antropologického průzkumu dětí a mládeže¹⁶. Pro daný účel byly zprůměrovány údaje pro dané věkové období a pro dívky i chlapce. Průměrná tělesná hmotnost pro těhotné ženy 75 kg byla převzata z údajů, které rovněž zveřejnila US EPA¹⁵. Průměrné tělesné hmotnosti pro konkrétní hodnoty expozičních parametrů jsou uvedeny v tab. III.

Tab. III. Použité expoziční parametry

Věková skupina	IR – (l/d) spotřeba vody	BW (kg) tělesná hmotnost.
kojenci do 3 měsíců věku	0,75	4,6
kojenci 3 – 11,99 měsíců věku	1	8,15
děti 1 až 4 roky	0,95	13,75
děti 4 až 11 roků	1,2	16
těhotné ženy	2,9	75
kojící ženy	3,1	67

V následující tabulce IV. jsou uvedeny hodnoty denního příjmu pro průměrnou koncentraci, která byla zjištěna ve vodovodu obce (1,2 µg/l) a pro maximální koncentraci (2 µg/l), o kterou lze žádat o výjimku.

Tab. IV. Průměrný denní příjem pro zvolené koncentrace

věková skupina	alachlor ESA	
	1,2 µg/l	2 µg/l
	(µg/kg-t.hm./den)	
kojenci do 3 měsíců věku	0,250	0,417
kojenci 3 – 11,99 měsíců věku	0,155	0,259
děti 1 až 4 roky	0,080	0,133
děti 4 – 11 roků	0,086	0,144
těhotné ženy	0,044	0,073
kojící ženy	0,053	0,089

Tento příjem zahrnuje pouze příjem alachloru ESA vodou, příjem potravinami se neuvažuje již vzhledem k tomu, že se uvedený mateřský herbicid dlouhodobě v ČR nepoužívá.

5. Charakterizace rizika

Míru zdravotního rizika toxického nekarcinogenního účinku vyjadřujeme pomocí kvocientu nebezpečnosti HQ (Hazard Quotient) – poměr odhadované denní dávky orálního příjmu (ADD) a akceptovatelného denního příjmu ADI (WHO), resp. RfD (US EPA):

$$HQ = \frac{ADD}{ADI (RfD)}$$

Obecně platí, že pokud HQ dosahuje hodnoty menší než 1, neočekává se žádné významné riziko toxických účinků. Pokud dochází k expozici pro více látek, které mají podobný systémový účinek, kdy předpokládáme aditivní působení, je nutné jednotlivé kvocienty sečíst a výsledná hodnota – tzv. Hazard Index je rovněž porovnávána s hodnotou 1 (ani v tomto případě k tomu nedochází – viz dále).

V kapitole 3.1 jsou uvedeny hodnoty tolerovatelného denního příjmu, resp. referenční dávky (RfD), pro alachlor ESA, které lze využít pro stanovení kvocientu nebezpečnosti. Jako referenční dávka (RfD) je uvažována hodnota 12 µg/kg/den.

Výsledky kvocientu nebezpečnosti pro orální příjem alachloru ESA z vody uvádí tabulka V.

Tab. V. Výsledky stanovení kvocientu nebezpečnosti (HQ)

pesticid	alachlor ESA	
	koncentrace ve vodě (µg/l)	
	1,2	2,0
věková skupina	HQ	
kojenci do 3 měsíců věku	0,0208	0,0347
kojenci 3 – 11,99 měsíců věku	0,0129	0,0216
děti 1 až 4 roky	0,0066	0,011
děti 4 – 11 roků	0,0072	0,012
těhotné ženy	0,0037	0,0061
kojící ženy	0,0044	0,0074

Jak je patrné z výsledků uvedených v tabulce V. pro kvocient nebezpečnosti, je jeho výsledná hodnota pro všechny věkové i populační skupiny (včetně těhotných a kojících žen) velmi nízká, nižší než 1/10. Pro dospělou populaci nebo starší děti, včetně těhotných a kojících žen, je riziko toxických účinků z hlediska pití pitné vody podstatně nižší než pro zvolené populační skupiny. Zvláště důležitý je údaj HQ pro nejvíce exponovanou populační skupinu kojence. O teoretické možnosti rizika účinků by bylo možné uvažovat až u hodnot blízkých jedna. Vypočtené hodnoty kvocientu nebezpečnosti ukazují, že ani zvýšená koncentrace, pro kterou lze žádat o výjimku, nevede k riziku toxických účinků.

Vzhledem k tomu, že v pitné vodě obce byly nalezeny další chloracetanilidové herbicidy patřící mezi nerelevantní pesticidy, lze uvažovat o jejich podobném působení na lidský organismus, i když jejich přítomnost v pitné vodě byla nižší než jejich limitní koncentrace uvedená v tabulce I. Tento aditivní účinek lze nejlépe prokázat využitím kvocientu nebezpečnosti pro nejrizikovější populační skupinu – kojence do 3 měsíců věku. Pro výpočet referenční hodnoty pro jednotlivé pesticidy lze využít údaje, které uvádí SZÚ v autorizačním návodu AN16/04 (verze 7) pro chloracetanilidové herbicidy, resp. jejich metabolity. Jsou zde uvedeny aktuální hodnoty ADI nebo RfD společně s odkazy, ze kterých byly tyto údaje čerpány (kromě metabolitu dimethachloru ESA, kde byl využita hodnota ADI čerpána z údajů EFSA¹⁷). Výsledky kvocientu nebezpečnosti pro zjištěné chloracetanilidové herbicidy uvádí následující tabulka VI. Je zde uveden rovněž součet jednotlivých kvocientů nebezpečnosti této skupiny chloracetanilidových herbicidů a zjištěná hodnota Hazard Indexu jako součtu jednotlivých kvocientů nebezpečnosti. Jak je patrné

z tabulky VI. Kvocienty nebezpečnosti nejsou vyšší než HQ pro alachlor ESA a jejich součet (tzv. Hazard Index) je stále nízký (0,023).

Tab. VI. Hodnoty kvocientu nebezpečnosti (HQ) pro průměrné koncentrace nalézaných acetanilidových herbicidů (kojenci do 3 měsíců věku) a výpočet hazard indexu

pesticid	průměrná koncentrace (µg/l)	ADD [µg/kg/den]	ADI/RfD	HQ
			[µg/kg/den]	
alachlor ESA	1,23	0,2564	12	0,021
dimethachlor ESA	0,05	0,0104	100	0,0001
metazachlor ESA	0,3	0,0625	200	0,0003
metazachlor OA	0,06	0,0125	330	0,00004
metolachlor ESA	0,2	0,0417	30	0,0014
metolachlor OA	0,05	0,0104	30	0,0003
Hazard Index (součet kvocientů nebezpečnosti chloracetanilidových herbicidů)				0,02314

Dalšími metabolity, které byly dále nalezeny rovněž v koncentracích nižších než 0,1 µg/l, jsou chloridazon desfenyl a chloridazon methyl desfenyl, což jsou nerelevantní metabolity chloridazonu. V citovaném autorizačním návodu je pro něj stanovena limitní hodnota 6 µg/l, která byla odvozena z ADI mateřské látky s ohledem na nejcitlivější část populace - kojence do 3 měsíců věku. Vzhledem k nalezené koncentraci tohoto pesticidu ve vodě (0,06 µg/l), je z hlediska zdravotního rizika a neprokázaných aditivních účinků s jinými pesticidy, jejich přítomnost málo významná.

Jak je patrné z výsledků uvedených v tabulkách V. a VI. pro kvocient nebezpečnosti a pro hazard index, který byl vypočítán pro skupinu chloracetanilidových herbicidů, je jejich hodnota pro všechny věkové i citlivé populační skupiny (kojenci, těhotné a kojící ženy) velmi nízká, nižší než 1/10.

6. Analýza nejistot

Hodnocení zdravotního rizika je vždy spojeno s určitými nejistotami, danými použitými daty, expozičními faktory, odhady chování exponované populace apod. Proto je jednou z neopomenutelných součástí hodnocení rizika popis a analýza nejistot, které jsou s hodnocením spojeny a kterých si je zpracovatel vědom.

V daném případě odhadu zdravotního rizika pesticidních látek z pitné vody je na místě připomenout tyto nejistoty:

1) Použité expoziční parametry

Výběr průměrné koncentrace byl zvolen na základě dosud provedených rozborů. Nelze však úplně vyloučit, že další vývoj koncentrace k vyšším hodnotám může pokračovat. Proto byla zvolena relativně vyšší koncentrace 2 µg/l, pro kterou je pravděpodobné, že podle dosavadních trendů vývoje koncentrace alachloru ESA, nebude překračována. Přesto z hlediska zjištěných hodnot kvocientu nebezpečnosti, lze zvažovat i vyšší koncentrace, aniž by došlo k významnému zvýšení rizika. Podle principu předběžné opatrnosti, že se v současném zdroji pitné vody vyskytují ještě další látky, je vhodné zatím zvažovat jako zatím bezpečnou navrženou koncentraci 2 µg/l.

Pro vyšší objektivitu zjištěného nálezu nebezpečnosti byl posouzen vliv dalších přítomných pesticidů na úroveň zdravotního rizika. Ukázalo se, že navýšení součtu kvocientů nebezpečnosti, který je nazýván Hazard Index, neznamená významné zvýšení zdravotního rizika. Je však třeba zvážit jako možnou nejistotu náhlé zvýšení některých ze sledovaných pesticidů, jako k tomu došlo na začátku sledování.

Využití vody jako pitné je směřováno především na rizikové skupiny populace. Předpokládaná spotřeba vody u těchto skupin je odvozená ze statistických údajů publikovaných v ČR ale i jinde. Nejde tedy o skutečnou spotřebu, ta by mohla být i vyšší. Proto byl u rizikových skupin využit 90. a 95. percentil pravděpodobného rozmezí spotřeby vody. Tím vyhodnocovaná míra rizika zohledňuje i reálně možný nejhorší případ. U tělesné hmotnosti byly použity průměrné hodnoty pro danou věkovou skupinu.

Do hodnocení celkového příjmu nebyly zařazeny potraviny. Lze se totiž domnívat, že v případě alachloru jde o látku, která se vyskytuje v potravinách minimálně, již vzhledem k tomu, že její zákaz použití je v tomto případě dlouhodobý.

2) Použité referenční hodnoty

Jak bylo již uvedeno v kapitole 3.1 byla pro alachlor ESA zvolena referenční dávka, která byla odvozena Minnesotským ministerstvem zdraví (Minnesota Department of Health), který vychází z publikované studie sledování hematologických parametrů a hmotnosti u potkanů. S uvedeným výsledkem je ve shodě i doporučení Státního zdravotního ústavu, které zmiňuje jako možnou nejistotu karcinogenitu mateřské látky v působení na člověka⁴, která byla zjištěna u pokusných zvířat, kdy vstřebávání alachloru do epitelu nosní sliznice vyvolávalo cytotoxický účinek s následnou regenerativní proliferací a metaplasíí epitelu vedoucí až k nádorům tkáně. Podle publikovaných studií, které jsou nám k dispozici, nebylo karcinogenní působení metabolitů prokázáno. Citlivou populační skupinou jsou zde kojenci a malé děti.

7. Závěr

Na základě provedeného odhadu zdravotního rizika zvýšené koncentrace metabolitu alachloru ESA ve veřejném vodovodu obce Předslav uvádím následující závěry:

- 1. Obsah alachloru ESA do maximální koncentrace 2 µg/l a metalochloru ESA a OA (pro které bylo rovněž žádáno o vyhodnocení jejich zdravotního rizika) do maximální koncentrační úrovně 1 µg/l, v pitné vodě vodovodu v Předslavi, nepředstavuje podle současných vědeckých poznatků zdravotní riziko známých nepříznivých účinků na zdraví obyvatel včetně nejcitlivějších skupin populace.**
- 2. Vzhledem k možným nejistotám hodnocení rizika a též zachování důvěry spotřebitelů vody k dodávané pitné vodě, je třeba realizovat potřebná technická opatření k zajištění vyhovující kvality vody například instalací filtru s aktivním uhlím.**

Doporučení:

- 1. Zjištěná koncentrace alachloru ESA a dalších stopově přítomných pesticidů či jejich metabolitů indikují nedostatečnou ochranu zdroje pitné vody, a proto doporučuji dát podnět Zemědělské inspekci ÚKZÚZ k prošetření používání přípravků na ochranu rostlin v dané lokalitě.**
- 2. Doporučuji provádět nadále monitoring pesticidních látek s dostatečnou frekvencí, aby bylo možné podchytit eventuální extrémní změny koncentrací.**

Pozn.: Uvedený závěr je platný za předpokladu platnosti poskytnutých výchozích podkladů.

8. Literatura

1. Metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu pro hodnocení relevantnosti metabolitů pesticidů v pitné vodě, SZÚ 2014.
2. Seznam posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů a jejich doporučené limitní hodnoty v pitné vodě, MZ 2020, <https://www.mzcr.cz/seznam-posouzenych-nerelevantnich-metabolitu-pesticidu-a-jejich-doporucene-limitni-hodnoty-v-pitne-vode/>
3. Přehled účinných látek a jejich metabolitů, ÚKZÚZ 2021. <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/pripravky-na-or/prehled-ucinnych-latek-a-jejich.html>
4. Autorizační návod AN 16/04 verze 7. SZÚ 2023.
5. Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR v roce 2023. SZÚ Praha 2024.
6. Alachlor in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality, WHO 2003.
7. W.F. Heiden, A.G.E. Wilson, L.J. Kraus, W.E. Hopkins, K.J. Hotz: Ethane sulfonate metabolite of alachlor: Assessment of oncogenic potential based on metabolic and mechanistic consideration. *Toxicol. Science* 55, 36 (2000).
8. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. WHO 2020.
9. Cumulative Risk Assessment for the Chloroacetanilides (acetochlor, alachlor), EPA 2006.
10. Alachlor EPA R.E.D. Facts, U.S. EPA 1998.
11. Integrated Risk Information System (IRIS): Alachlor, EPA 1993.
12. Rotterdam Convention Operation of the prior informed consent procedure for banned or severely restricted chemicals, Decision Guidance Document: ALACHLOR, (FAO, UNEP) 2011.
13. Toxicological Summary for: Alachlor ESA and Alachlor OXA, Minnesota Department of Health, 2016.
14. ANSES: Monitoring drinking water quality and protecting human health: ANSES proposes a method for identifying relevant pesticide metabolites, 2019.
15. US EPA: Exposure Factors Handbook, US EPA 2011, update 2019.
16. Bláha, P. a kol.: 6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001, SZÚ, Praha 2005.
17. Conclusion on the peer review of dimethachlor, *EFSA Scientific Report* 169, 2008.

Použitá literatura (necitovaná v textu)

1. Manuál prevence v lékařské praxi, VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha 2000.
2. K. Bláha, M. Cikrt: Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha 1996.
3. J. Volf: Metodiky hodnocení zdravotních rizik v hygienické službě, Ostrava 2002.

Některé používané zkratky:

ADD – (Average Daily Dose), průměrný denní přívod dané látky (nevyvolávající karcinogenní účinek)

ADI – (Acceptable Daily Intake) průměrný denní příjem – je množství specifické látky v potravině nebo pitné vodě, které je konzumováno denně bez rizika pro zdraví

ANSES – (French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety) Francouzský úřad pro bezpečnost potravin

ATSDR – (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) Agentura Ministerstva zdravotnictví USA, jejíž úlohou je ochrana veřejného zdraví před nebezpečnými látkami v prostředí

EPA- (Environmental Protection Agency), US EPA – Americká agentura pro ochranu životního prostředí.

EFSA – (European Food Safety Authority), Evropský úřad pro bezpečnost potravin

FAO – (Food and Agriculture Organization) Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů

HQ – (Hazard Quotient) – kvocient nebezpečnosti – poměr potenciální expozice látky a úrovně, při které se neočekávají žádné nepříznivé účinky.

IRIS (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.

JECFA FAO/WHO (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) – komise expertů působících při Organizaci pro potraviny a zemědělství OSN a WHO

MDH – (Minnesota Department of Health) Ministerstvo zdraví Minnesoty.

MF – (Modifying Factor) – Modifikující faktor, používaný při odvození referenční dávky. Nabývá velikosti od 1 do 10 a vyjadřuje míru neznalosti o účincích látky (nezohledňuje faktor nejistoty)

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

RfDo (Reference dose) referenční dávka pro orální příjem – Průměrná denní dávka dané látky, která pravděpodobně nevyvolá při dlouhodobém příjmu ani u citlivých populačních skupin nepříznivé zdravotní důsledky

TDI – (Tolerable Daily Intake) tolerovatelná denní dávka - odhad množství chemického kontaminantu, kterému jsme vystaveni z kontaminace životního prostředí

WHO – (World Health Organization) Světová zdravotnická organizace