



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

**ODSTRAŇOVÁNÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK
Z PITNÉ VODY S VYUŽITÍM RŮZNÝCH TYPŮ
AKTIVNÍHO UHLÍ**

REMOVAL OF PESTICIDES FROM DRINKING WATER USING DIFFERENT TYPES OF
ACTIVATED CARBON

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Lahodný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Tomáš Kučera, Ph.D

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	David Lahodný
Název	Odstraňování pesticidních látek z pitné vody s využitím různých typů aktivního uhlí
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] PIVOKONSKÝ, Martin. Tvorba suspenze při úpravě vody: teorie a praxe. Líbeznice: Medim, 2011, 218 s. ISBN 9788087140185.
- [2] PITTER, Pavel. Hydrochemie. 3. přeprac. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, 568 s. ISBN 8070803401.
- [3] KRIŠ, Jozef, Oskár ČERMÁK a Ivona ŠKULTÉTYOVÁ. Vodárenstvo 1: Zásobovanie vodou. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2006. ISBN 80-227-2426-2.
- [4] TUHOVČÁK, Ladislav, Pavel ADLER, Tomáš KUČERA a Jaroslav RACLAVSKÝ. Vodárenství: Studijní opora pro studijní programy s kombinovanou formou studia [online]. Brno: VUT v Brně, 2006 [cit. 2012-03-26].
- [5] Water quality and treatment: a handbook of community water supplies. 4th ed. New York: McGraw-Hill, c1990. ISBN 00-700-1540-6.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude obsahovat teoretickou část a část praktickou. Teoretická část bude obsahovat řešení na téma aktivní uhlí, jeho výroba, vlastnosti a využití ve vodárenství. V rámci praktické části bude provedeno porovnání účinnosti jednotlivých typů aktivního uhlí, a to formou nejméně laboratorních a modelových zkoušek. Rozsah a způsob provedení zkoušek bude upřesněn vedoucím práce.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá účinností vybraných typů aktivního uhlí na odstraňování pesticidních látek z pitné vody. Práce je rozdělena na dvě části: teoretickou a praktickou. První část je zaměřena na pesticidy a aktivní uhlí. U pesticidních látek je popsáno jejich působení v přírodě, rozdělení, výskyt a možné odstraňování. Aktivní uhlí je rozděleno dle typu, je popsána jeho výroba a reaktivace, proces adsorpce a také hlavní parametry aktivního uhlí. Druhá část je zaměřena na laboratorní experiment odstranění pesticidů z modelových vod. Jsou zde charakterizovány testované druhy aktivního uhlí, popsán laboratorní postup a následná analýza vzorků. V závěru je provedeno vyhodnocení jednotlivých druhů aktivního uhlí s ohledem na účinnost.

KLÍČOVÁ SLOVA

aktivní uhlí, pesticidy, pitná voda, adsorpce, úprava vody

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the effectiveness of selected types of activated carbon for the removal of pesticide substances from drinking water. The thesis is divided into two parts: theoretical and practical. The first part focuses on pesticides and activated carbon. For pesticides, their nature, distribution, occurrence and possible removal are described. Activated carbon is divided according to type, production and reactivation, the process of adsorption and also the main parameters of activated carbon are described. The second part is focused on laboratory experiment of pesticide removal from model waters. There are characterized the tested types of activated carbon, described the laboratory procedure and subsequent analysis of samples. In conclusion, the evaluation of individual types of activated carbon is evaluated with consideration to efficiency.

KEYWORDS

activated carbon, pesticides, drinking water, adsorption, water treatment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

David Lahodný *Odstraňování pesticidních látek z pitné vody s využitím různých typů aktivního uhlí*. Brno, 2019. 99 s., 16 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Odstraňování pesticidních látek z pitné vody s využitím různých typů aktivního uhlí* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

David Lahodný
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Odstraňování pesticidních látek z pitné vody s využitím různých typů aktivního uhlí* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

David Lahodný
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto formou poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáši Kučerovi, Ph.D. za odborné vedení a rady v rámci bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval firmě VODASERVIS s.r.o, konkrétně Ing. Lucii Kolesíkové za zajištění testovaných materiálů a analytických rozborů a také firmě VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. za umožnění odebrání vzorku vody.

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	PESTICIDY	12
2.1	Působení v přírodě.....	12
2.2	Dělení pesticidů a jejich vlastnosti.....	13
2.3	Skupiny pesticidů dle biologické účinnosti	14
2.4	Degradace pesticidů	16
2.4.1	Relevantní metabolity	16
2.4.2	Nerelevantní metabolity.....	17
2.5	Právní předpisy	19
2.6	Výskyt pesticidů v ČR	19
3	ODSTRAŇOVÁNÍ PESTICIDŮ PŘI ÚPRAVĚ VODY	23
3.1	Membránové procesy.....	23
3.2	Oxidační procesy	23
3.3	Sorpce na aktivním uhlí.....	24
4	REKONSTRUKCE ÚV TLUMAČOV	25
5	AKTIVNÍ UHLÍ	27
5.1	Typy aktivního uhlí.....	27
5.2	Výroba aktivního uhlí.....	28
5.3	Reaktivace aktivního uhlí.....	30
5.4	Parametry aktivního uhlí	30
5.5	Adsorpce na aktivním uhlí	32
6	LABORATORNÍ EXPERIMENT	34
6.1	Cíl experimentu	34
6.2	Zdroje podzemní surové vody.....	34
6.2.1	Ivančice.....	34

6.2.2	Olešenka	37
6.3	Testované aktivní uhlí.....	39
6.3.1	S 814	39
6.3.2	K 814	40
6.3.3	S 835	41
6.3.4	F 400	42
6.3.5	GAC 1240 W	43
6.4	POPIS EXPERIMENTU.....	44
6.4.1	Laboratorní vybavení	44
6.4.2	Průběh experimentu	49
6.4.3	Měřené charakteristiky	50
6.4.4	Analytické stanovení pesticidních látek.....	51
7	VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU.....	53
7.1	Výsledky rozborů pesticidních látek	56
7.1.1	Vzorek surové vody z Ivančic.....	56
7.1.2	Vzorek surové vody z Olešenky	57
7.2	Analyzované metabolitní pesticidní látky	57
7.3	Vyhodnocení testovaného aktivního uhlí	61
7.3.1	Vyhodnocení S 814.....	62
7.3.2	Vyhodnocení K 814.....	66
7.3.3	Vyhodnocení S 835.....	70
7.3.4	Vyhodnocení F 400.....	74
7.3.5	Vyhodnocení GAC 1240 W	78
8	ZÁVĚR.....	82
9	POUŽITÁ LITERATURA.....	84
	SEZNAM TABULEK	90
	SEZNAM GRAFŮ.....	92
	SEZNAM OBRÁZKŮ	93
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	95
	SEZNAM PŘÍLOH.....	98
	SUMMARY	99

1 ÚVOD

S rozvojem nových metod a technologií došlo v posledních letech k rozšíření sledování pesticidních látek, jedná se o jedno z nejaktuálnějších témat ve vodárenství. Současně je právě kvůli pesticidům udělováno nejvíce hygienických výjimek v provozování zásobování pitnou vodou. Samotný výskyt jakékoli nežádoucí látky v pitné vodě vyvolává ve spotřebiteli pocit nejistoty. V posledních letech se ve společnosti přirozeně zvyšují nároky na kvalitu a distribuci vody, také je patrný vyšší zájem o vodu jako takovou.

Primárně by měla být snaha o zabránění průniku pesticidních látek do vodních zdrojů, to je však problém téměř neřešitelný. Proto je především nutné dbát na dodržování stanovených limitních množství a aplikačních postupů, v ideální případě přistoupit ke zvýšené regulaci pesticidních látek. Nezbytnou součástí je také monitoring v rámci celé České republiky s ohledem na rizikové oblasti.

I přesto, že se ve vodách vyskytují nadlimitní hodnoty pesticidních látek je nutné zmínit, že se jedná o limity, které nejsou stanoveny toxikologicky a jsou zatíženy velkou mírou opatrnosti, která je ovšem na místě. Koncentrace, které se mohou zdát z pohledu akutní toxicity nízké, mohou v řádech let vyvolat nepředvídatelné zdravotní problémy, jak je často zmiňováno odborníky na danou problematiku, absolutně nelze predikovat, co může vyvolat tzv. „koktejlový efekt“, tedy kombinace pesticidů, léčiv a ostatních nebezpečných polutantů.

Odstranění pesticidních látek je až posledním krokem, jedná se ovšem o krok nezbytný. Možné způsoby odstranění pesticidních látek jsou: membránové procesy, oxidační procesy nebo filtrace pomocí aktivního uhlí. S ohledem na efektivitu a ekonomickou stránku se jako ideální volba nabízí filtrace pomocí aktivního uhlí. Dále je také aktivní uhlí využíváno k odstranění organických látek, těžkých kovů, nežádoucích produktů vznikajících v technologické lince úpravy vody a v neposlední řadě ke zlepšení organoleptických vlastností vody. Sorbci na aktivní uhlí však omezuje mnoho vlivů. Jde o samotné vlastnosti vybraného adsorbentu i adsorbované látky, ale také o charakter upravované vody.

2 PESTICIDY

Pesticidy jsou chemické prostředky, které jsou využívány ke zvýšení zemědělské produkce a v boji proti nejrozličnějším organismům škodícím lidem, zvířatům i rostlinám. V současné době se používají až na 95 % zemědělské půdy. [1]

Na trhu je k dispozici široká škála účinných látek. Celosvětově je registrováno okolo 900 účinných látek pesticidů. V České republice se používá více než 400 druhů účinných látek a jejich počet se neustále rozšiřuje. [2]

2.1 PŮSOBENÍ V PŘÍRODĚ

K hlavním zdrojům znečištění ekosystémů patří používání pesticidů v polním, lesním a vodním hospodářství, zdravotnictví a hygieně. Jedná se především o velkoplošné postřikování polí a lesů, aplikování na vodní hladinu proti přenašečům chorob nebo vodním rostlinám v zavlažovacích systémech. Dalšími zdroji znečištění jsou odpady z průmyslové výroby, odpady z domácností apod. [2]

Do životního prostředí se dostává obrovské množství cizorodých látek, které mohou negativně působit i na jiné činitele a iniciovat narušení ekosystému. Negativním vlivem je také možnost vzniku rezistence vůči účinkům pesticidů. Kontaminace vod pesticidy je způsobena plošnými a bodovými zdroji. [2]

Dynamika a intenzita vyplavování pesticidů souvisí s řadou fyzikálních a chemických vlastností půdy. Přibližně 65 % aplikované látky zasáhne listovou plochu, asi 25 % přípravku vstupuje do půdy. Zbýlých 10 % je rozloženo světlem před vstupem do půdy nebo uvolněno do atmosféry. [3]

Ke znečišťování vod pesticidy dochází především nedodržováním základních předpisů a technologických doporučení pro správné manipulování. Do vod pronikají při aplikaci a následném proudění větrem, erozním pohybem částic, průsakem a vymýváním. [4]

Pesticidní látky jsou s jasným cílem vnášeny do životního prostředí, z tohoto důvodu jde o zřetelné potenciální kontaminanty všech jeho složek. Do vody se mohou dostávat různými cestami. [4]

Při dodržení správných aplikačních postupů připadá v úvahu jako zdroj kontaminace:

- u povrchových vod: úlet postřikové kapaliny
odplavení z povrchu do povrchových vod
průnik do drenážního systému
- u podzemních vod: vertikální vyplavování [4]

2.2 DĚLENÍ PESTICIDŮ A JEJICH VLASTNOSTI

Přípravky se mohou vyskytovat ve dvou základních skupenstvích, v kapalném nebo pevném. Tyto přípravky lze používat jako pevné či tekuté nástrahy, postřiky, aerosoly, poprašky, mořidla, nátěry a impregnace. [2]

Důležitým vlastnostmi ovlivňujícími chování pesticidů jsou: teplota tání, teplota varu, tlak par, rozpustnost ve vodě, koeficient sorpce, difúzní vlastnosti, bioakumulační faktor a perzistence. [3]

Dle biologické účinnosti

- **insekticidy, fungicidy, herbicidy, zoocidy, ostatní**

Dle chemického složení

Pesticidy je možné zařadit do více než 100 klasifikačních tříd z hlediska chemického složení.

- **organochlorové deriváty** (aldrin, dieldrin, DDT, lindan)
- **organofosfáty** (chlorpyrifos, dimethoát, forát)
- **karbamáty** (fenoxycarb, karbofuran, karbaryl)
- **pyrethroidy** (cypermethrin, bifenthrin, deltamethrin)
- **fenoxyalkanové pesticidy** (2,4-D, MCPA, MCPB, MCPA, 4-CPA)
- **pesticidy na bázi močoviny** (diuron, isoproturon, chloroturon)
- **triazinové a diazinové pesticidy** (atrazin, cyanazin, terbutylazin)
- **pesticidy na bázi bipyridilů** (dikvat a parakvat)
- **pesticidy na bázi kovů** (fenylrtuť, tributylcín, chlorid rtuťnatý)
- **pesticidy na bázi glyfosátu**

Dle působení na organismus

- **kontaktní** – účinná látka neproniká do rostlinné tkáně a zůstává na povrchu pouze na místech, kam dopadla při aplikaci (DDT, dikvat).
- **systémové** – pronikají kutikulou do buněk a jsou rozváděny cévním systémem. Aplikace je dokonalejší, ale systémové přípravky jsou náchylné ke vzniku rezistence (glyfosát, terbutylazin).
- **kombinované** – obsahují jak kontaktní, tak i systémovou látku.

Dle spektra účinku

- **totální**
- **šírokospektré**
- **selektivní**

Dle poločasu rozpadu

- **neperzistentní pesticidy** – poločas rozpadu je menší než 30 dnů (malathion, dicamba)
- **středně perzistentní pesticidy** – poločas rozpadu je 30–100 dnů (benomyl, diuron)
- **vysoce perzistentní pesticidy** – poločas rozpadu je více než 100 dnů (prometon) [2]

Fyzikálně–chemické vlastnosti

- **rozpustnost ve vodě** – jeden z klíčových faktorů, rozhoduje o distribuci a stabilitě v prostředí, ale i organismu. Dobře rozpustné pesticidy ve vodě nejsou zadržovány na půdních částicích a pronikají do zdrojů pitné vody. Polární pesticidy se v ekosystému rychle hydrolyzují a oxidují.
- **tlak nasycených par** – rozhoduje o tom, zda látka snadno přechází do plynné fáze či je spíše asociována s částicemi pevnými.
- **rozdělovací koeficient oktanol/voda (K_{ow})** – indikuje hydrofobitu pesticidu. Látky s vysokou hodnotou ($K_{ow} > 4$) mají velkou afinitu k lipidům, kde se kumulují.
- **disociační konstanta (K_a)** – vypovídá o schopnosti látky disociovat ve vodním prostředí.
- **půdní adsorpční koeficient (K_{oc})** – informuje o schopnosti látky vázat se k organické složce půdy. Při vysokých hodnotách je látka obtížně biodegradovatelná a také imobilizovaná vůči pohybu v půdě. [7]

2.3 SKUPINY PESTICIDŮ DLE BIOLOGICKÉ ÚČINNOSTI

Podle cílových organismů, na které pesticidy mohou působit, je lze rozdělit do mnoha kategorií. Zmíněny jsou pouze nejčastěji využívané.

Insekticidy

Insekticidy jsou biocidní přípravky na ochranu rostlin, které usmrcují hmyz a jeho vývojová stadia. Působení přípravků je kontaktní, požerové nebo formou vdechového jedu. Mezi přírodní insekticidy patří např. nikotin a pyrethroidy. Nejznámějším chlorovaným insekticidem je DDT, které má silný kumulativní charakter a špatně se vylučuje z organismu.

Dalším známým zástupcem je HCH, který byl používán po zákazu používání DDT, je však velice toxický v působnosti na ryby a včelstvo. [5]

Fungicidy

Slouží k hubení a potlačování houbových organismů, které způsobují různé typy chorob. Působí kontaktně, na místě aplikace nebo systémově, rozváděním po těle rostliny. Aplikují se jako postřiky nebo formou mořidla. Průmyslové fungicidy se používají na ochranu dřeva, textilu, kůže nebo papíru. Známé a komerčně používané produkty jsou Kuprikol, Thiram a Chloranil. [5]

Herbicidy

Jedná se o nejpoužívanější skupinu pesticidních látek. Herbicidy mohou mít selektivní účinek, který škodí plevelům, na rozdíl od kulturních rostlin. Neselektivní (totální) herbicidy mají účinek na veškerou vegetaci. Herbicidy je možno rozdělit na kontaktní, které usmrcují část rostliny v místě dotyku a systémové, které jsou absorbovány kořeny a rozváděny dále do ostatních částí rostlin. Mezi využívanými produkty jsou známé obchodní značky jako Travex, Roundup a Gramoxone. [5]

Ostatní

Antimikrobiální látky a biocidy

Užívají se k likvidaci mikroorganismů jako jsou bakterie a viry.

Atraktanty

Mají za úkol přilákat škůdce (nalákání hmyzu nebo hlodavce do pastí).

Biopesticidy

Získávají se z přírodních materiálů jako jsou zvířata, rostliny, bakterie a některé minerály.

Defolianty

Slouží k vysušení a odlistění některých rostlin, za účelem usnadnění sklizně, tzv. předsklizňové postřiky.

Desikanty

Podporují vysušení živých tkání, jako jsou nežádoucí vrchní části rostlin (vrcholy rostlin).

Dezinfekční a sanační prostředky

Ničí a deaktivují původce nakažlivých chorob, jako jsou mikroorganismy na neživých objektech (např. plísně na omítkách).

Feromony

Biochemické látky používané k ovlivnění (narušení) reprodukce hmyzu.

Fumiganty

Produkují plyn nebo páry určené k ničení škůdců v budovách či půdě.

Protihnilobné prostředky

Používají se k likvidaci organismů, které se vážou na podvodní povrchy, jako jsou například dna lodí.

Regulátory růstu rostlin

Látky (kromě hnojiv a jiných rostlinných živin), které mění rychlost růstu, kvetení nebo rozmnožování kulturních rostlin.

Repelenty

Odpuzují škůdce, zahrnující hmyz (např. komáři) a ptáky. [2]

2.4 DEGRADACE PESTICIDŮ

Degradace pesticidů v jednotlivých složkách životního prostředí (voda, půda) probíhá působením fyzikálních (teplota, záření), chemických (oxidačně-redukční reakce, hydrolýza) a biologických vlivů (činnost mikroorganismů). Perzistence reziduí v půdě závisí na jejich rozpustnosti ve vodě a schopnosti vázat se na organické i anorganické složky. Kontaminace podzemních a povrchových zdrojů vody rezidui pesticidů a jejich degradačních produktů představuje v mnohých případech vysoké riziko. [7]

2.4.1 Relevantní metabolity

Nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 1107/2009, které nahradilo směrnici 91/414/EHS je relevantnost definována. Přesto ani tato definice jednoznačně neurčuje kritérium, jak posoudit, který metabolit je a který není relevantní. Vychází však z metodiky, kterou vydala v roce 2003 Evropská komise, a v které jsou obsaženy potřebná kritéria: Guidance document on the assessment of the relevance of metabolites in groundwater of substances regulated under council directive 91/414/EEC. [6]

Metabolit se považuje za významný (v anglickém znění nařízení je použit termín „relevantní“), existuje-li důvod předpokládat, že jeho přirozené vlastnosti jsou srovnatelné s vlastnostmi mateřské látky, pokud jde o účinek na biologický cíl, nebo že představuje pro organismy vyšší riziko než mateřská látka nebo riziko srovnatelné anebo že má určité toxikologické vlastnosti, jež jsou považovány za nepřijatelné. Takový metabolit je významný pro rozhodnutí o celkovém schválení nebo pro stanovení opatření ke snížení rizika. [6]

Relevantní metabolit je proto posuzován jako mateřská látka dle nařízení č. 1107/2009 a je limitně omezen dle vyhlášky č.252/2004 Sb., která stanovuje limit 0,1 µg/l pro každý jednotlivý pesticid nebo jeho metabolit, s výjimkou aldrinu, dieldrinu, heptachloru, heptachlorepoxydu, pro které platí limit 0,03 µg/l. Limit pro součet jednotlivých stanovených a kvantitativně zjištěných pesticidů a jejich metabolitů je 0,5 µg/l. [6]

Tab. 2.1 Nejvyšší mezní hodnoty dle vyhlášky č.252/2004 Sb., zpracováno dle [8]

Ukazatel	Jednotka	Limit	Typ limitu
Pesticidní látky (PL)	µg/l	0,1	NMH
Pesticidní látky celkem (PLC)	µg/l	0,5	NMH

2.4.2 Nerelevantní metabolity

Pro nerelevantní metabolity, které nesplňují kritéria pro relevantní metabolity a vyskytují se v koncentraci v rozsahu 0,75 µg/l až 10 µg/l je vyžadováno další posouzení rizika s ohledem na posouzení potenciálního toxikologického vlivu na spotřebitele pitné vody. [2]

Tab. 2.2 Seznam posouzených nerelevantních metabolitů s doporučenými hodnotami [9]

Název pesticidní látky	Název nerelevantního metabolitu	Doporučená limitní hodnota metabolitu	Datum stanovení	Poznámka
Chloridazon (CAS 1698-60-8)	Chloridazon-desphenyl (CAS6339-19-1) a Chloridazon-desphenyl-methyl (CAS17254-80-7)	6 µg/l*) (platí pro sumu obou látek)	11.7.2014	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky chloridazon bude méně než 0,1 µg/l
S-Metolachlor (**) (CAS 87392-12-9)	Metolachlor sulfonic acid (ESA) (CAS 171118-09-5)	6 µg/l*)	24.3.2015	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky metolachlor (S-Metolachlor) bude méně než 0,1 µg/l
S-Metolachlor (**) (CAS 87392-12-9)	Metolachlor oxanilic acid (OA) (CAS 152019-73-3)	6 µg/l*)	29.7.2015	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky metolachlor (S-Metolachlor) bude méně než 0,1 µg/l

Název pesticidní látky	Název nerelevantního metabolitu	Doporučená limitní hodnota metabolitu	Datum stanovení	Poznámka
Metazachlor (CAS 67129-08-2)	Metazachlor sulfonic acid (ESA) (CAS 172960-62-2)	5 µg/l*)	22.5.2015	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky metazachlor bude méně než 0,1 µg/l
Metazachlor (CAS 67129-08-2)	Metazachlor oxanilic acid (OA) (CAS 1231244-60-2)	5 µg/l*)	29.7.2015	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky metazachlor bude méně než 0,1 µg/l
Alachlor (CAS 15972-60-8)	Alachlor ethanesulfonic acid (ESA) (CAS 142363-53-9)	1 µg/l*)	22.5.2015	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky alachlor bude méně než 0,1 µg/l
Alachlor (CAS 15972-60-8)	Alachlor oxanilic acid (OA) (CAS 171262-17-2)	1 µg/l*)	23.11.2015	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky alachlor bude méně než 0,1 µg/l
Atrazin (CAS 1912-24-9)	Atrazin-2-hydroxy (CAS 2163-68-0)	2 µg/l*)	23.11. 2015	*) za předpokladu, že hodnota mateřské látky (atrazin) bude v rámci stanoveného limitu, čili méně než 0,1 µg/l. Nerelevantnost atrazinu-2-hydroxy stanovilo Centrum hygieny práce a pracovního lékařství SZÚ v roce 2015. Zároveň stanovilo, že metabolity atrazinu desethyl-atrazin a atrazin-desisopropyl jsou relevantní.
Dichlobenil (CAS 1194-65-6) Fluopikolid (CAS 239110-15-7)	2,6-dichlorbenzamid (BAM) CAS 2008-58-4) <i>tato látka může být metabolitem dvou různých mateřských látek</i>	3 µg/l*)	19.9.2018	*) za předpokladu, že hodnota každé z mateřských látek (dichlorbenil, flupikolid) bude méně než 0,1 µg/l

(**) Běžně používaná analytická metoda není schopna rozlišit, zda se jedná formu S Metolachlor (CAS 87392-12-9) nebo Metolachlor (CAS 67129-08-2). Protože se již ale řadu let v pesticidních přípravcích používá výhradně S-Metolachlor, můžeme odůvodněně předpokládat, že stanovovaná látka je S-Metolachlor. [9]

2.5 PRÁVNÍ PŘEDPISY

Užívání pesticidů je v ČR řízeno směrnicí rady a EP 2009/128/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů. [10]

Národní akční plán (NAP) k bezpečnému používání pesticidů v ČR pro rok 2018–2022. NAP je soubor opatření, kterým je ve členských státech EU realizován program pro snížení nepříznivého vlivu přípravků na ochranu rostlin na zdraví lidí a životní prostředí. [10]

V České republice provádí registraci pesticidů Státní rostlinolékařská správa dle vyhlášky č. 329/2004 Sb. Koncentrační limity pesticidů stanovuje vyhláška č. 252/2004 Sb., která uvádí nejvyšší mezní hodnoty (NMH) pro jednotlivé pesticidní látky (PL) a pesticidní látky celkem (PLC). [10]

2.6 VÝSKYT PESTICIDŮ V ČR

V posledních letech se obraz výskytu výrazně mění, protože je mnohem více pesticidních látek ve vodě nejen detekováno (okolo 70 % vodovodů je kontaminací PL zasaženo, i když zdaleka ne ve všech jsou překračovány stanovené limity), ale mnohem četněji je překračována i stanovená limitní hodnota 0,1 µg/l. To vše souvisí především s novým výběrem a rozšířením spektra sledovaných PL, včetně některých jejich metabolitů. V roce 2017 se PL dokonce dostaly na první místo jako příčina výjimek z kvality pitné vody. [12]

Výběr monitorovaných míst vzorkování PL byl prováděn v r. 2017 ve dvou etapách. První etapa probíhala těsně před začátkem vegetačního období (přelom března a dubna), aby se zjistily dlouhodobé koncentrace těchto látek v pitných vodách. Druhá etapa proběhla na konci vegetační sezony (září, začátek října), aby bylo možno zachytit případné přechodné zvýšení jejich koncentrace po období jejich nejčastější aplikace. Odebrané vzorky reprezentují pitnou vodu z povrchových, smíšených a podzemních zdrojů, které se nacházejí na území všech 14 krajů. Při přípravě plánu sběru vzorků byly vytipovány vodovody, které zásobují obce, malá, střední a velká města, tak, aby jejich počet byl vyvážený a rovnoměrně pokrýval celé území republiky. Vzorky celkově představují vodu, kterou je zásobováno přibližně 48 % obyvatel ČR. [12]

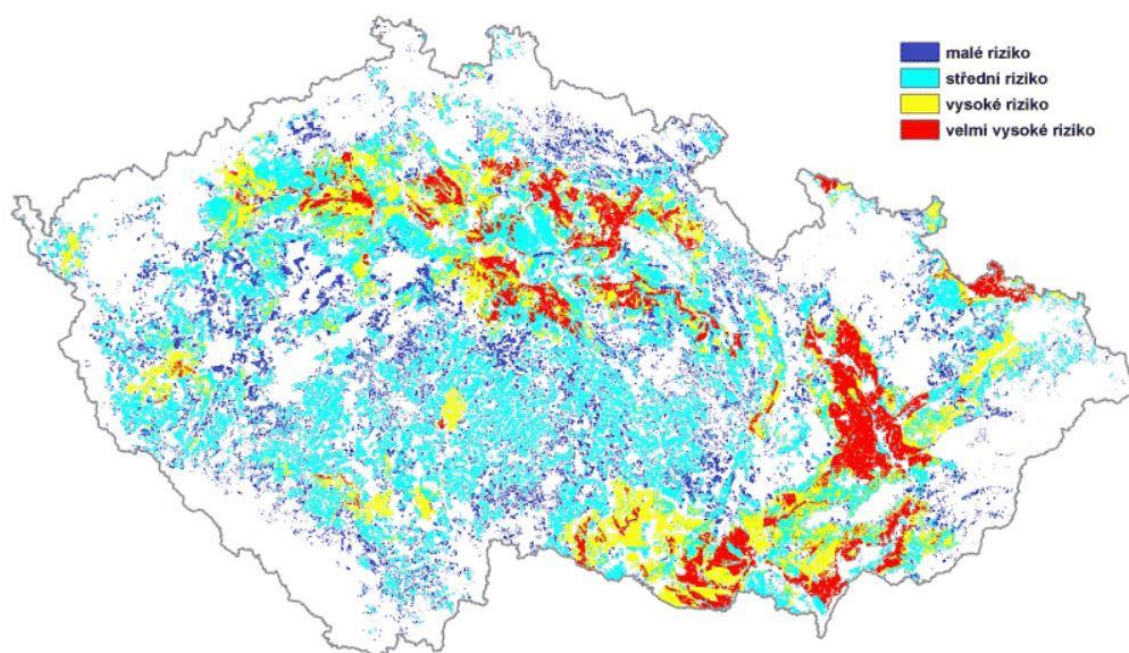


Obr. 2.1 Mapa vzorkovaných míst [13]

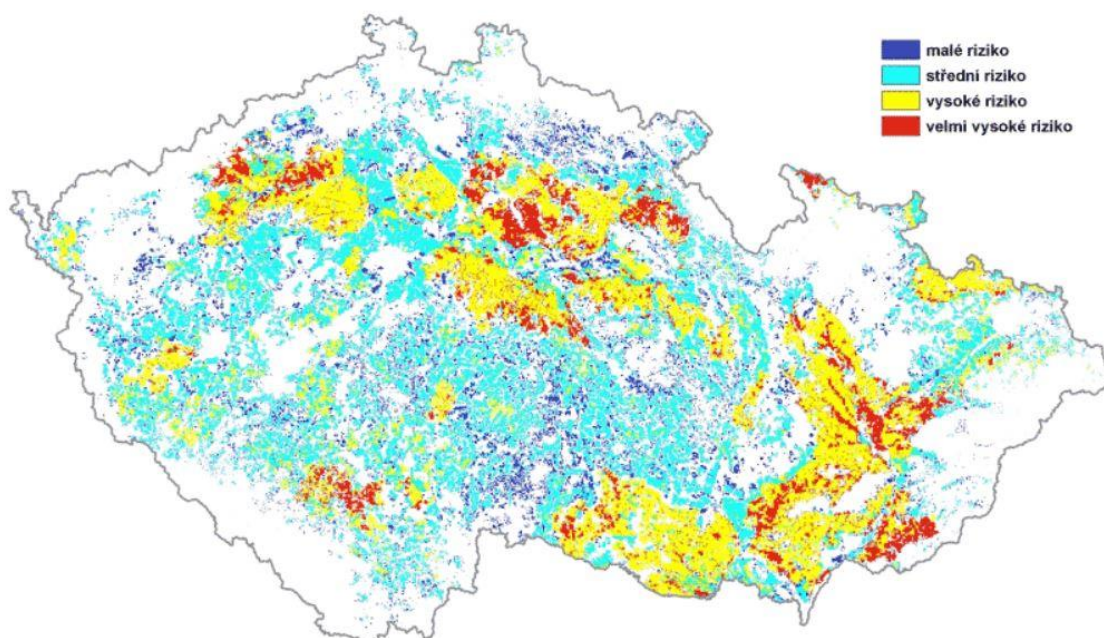
Schopnost předvídat chování pesticidních látek v životním prostředí závisí na mnoha faktorech. Po kontaminaci atmosféry se pesticidy váží na pevné částice rozptýlené v atmosféře a jsou dále transportovány do vzdálených lokalit. Srážkami se mohou rezidua pesticidů a jejich metabolitů dostávat do podzemních a povrchových vod. Pesticidy se nejlépe sorbují na jílovité půdy s vysokým obsahem organické hmoty, nejhůře pak do půd písčitých či vápencových. Pesticidy, které se nesorbují v půdě, mají vysokou mobilitu půdou a stávají se kontaminanty vod. [16]

Dlouhodobé výzkumy ukazují, že čistírny odpadních vod jsou vzhledem k jejich vysoké produkci významným zdrojem kontaminace životního prostředí těmito látkami. Konvenční metody čištění odpadních vod se v bodových zdrojích znečištění zaměřují na odstranění organických látek a na snížení koncentrací dusíku a fosforu na míru přijatelnou pro ekosystém daného toku. Zatížení toků mikrobiálním znečištěním a dalšími negativně působícími chemickými látkami jako například léčivy a pesticidy zůstává vysoké. [17]

Významným faktorem jsou také zemědělské oblasti, kde je používání pesticidních látek nejrozsáhlejší. V ČR se jedná o oblast Polabí, Pomoraví, Podyjí. Celosvětová roční spotřeba pesticidů je v rozmezí 2–2,5 miliónů tun. V České republice se každoročně jen k zemědělským účelům spotřebuje přibližně 5000 tun pesticidů. [17]



Obr. 2.2 Rizikovost území z hlediska kontaminace podzemních vod pesticidy [14]



Obr. 2.3 Rizikovost území z hlediska kontaminace povrchových vod pesticidy [14]

Pesticidy v podzemních vodách v roce 2017 (látky, které překročily limit ve 2 a více objektech monitorovací sítě)

Legenda:

- atrazin desethyl desisopropyl
- 2,6-dichlorbenzamid
- atrazin 2-hydroxy
- atrazin desethyl
- atrazin

Legenda:

- překročena referenční hodnota
- koncentrace nad mezí stanovitelnosti
- koncentrace pod mezí stanovitelnosti

Legenda:

- vodní tok
- vodní nádrž
- hranice dílčího povodí

Vodní útvary podzemních vod

- kvartérní sedimenty
- terciální sedimenty
- karpatský flyš
- křídové sedimenty
- permokarbonské sedimenty
- proterozoikum, paleozoikum a krystalinikum

Legenda:

- metazachlor OA
- metazachlor ESA
- terbutylazin
- terbutylazin desethyl
- metribuzin desamino diketo
- dimetachlor OA
- dimetachlor ESA
- chlortoluron
- klopýralid
- bentazon
- prometryn
- hexazinon
- chloridazon
- chloridazon desfenyl
- chlondazon metyl desfenyl
- acetochlor OA
- acetochlor ESA
- alachlor OA
- alachlor ESA
- metolachlor
- metolachlor OA
- metolachlor ESA

Hydrologická bilance jakosti podzemních vod pro rok 2017
© Český hydrometeorologický ústav, 2018

22

3 ODSTRAŇOVÁNÍ PESTICIDŮ PŘI ÚPRAVĚ VODY

3.1 MEMBRÁNOVÉ PROCESY

Jedním ze způsobů odstraňování mikropolutantů je membránová filtrace. Tato metoda je založena na zmenšující se velikosti pórů membrány v pořadí ultrafiltrace – nanofiltrace – reverzní osmóza. Se zmenšujícími se póry se zvyšuje účinnost filtrace. V současném vodárenství jsou tyto procesy používány v minimálním množství (úprava pouze speciálních průmyslových vod). [18]

Mezi membránové procesy patří mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza. S ohledem na účinnost odstranění PL je zmíněna pouze nanofiltrace a reverzní osmóza. [18]

Nanofiltrace

Nanofiltrace je předposlední stupeň membrán s velikostí pórů mezi ultrafiltrací a reverzní osmózou. Umožňuje odmítnutí molekul s velikostí v řádu už od 0,001 μm , jde o iontovou a molekulární velikost. Nanofiltrační membrány se obvykle používají ke změkčování vody, oddělování produktů a odsolování. [19]

Reverzní osmóza

Umožňuje odmítnutí molekul s velikostí v řádu už od 0,0001 μm v iontové a molekulární velikosti. V procesu úpravy pitné vody se využívá při odsolování, ale také k odstraňování mikrobů a virů. [19]

3.2 OXIDAČNÍ PROCESY

Pokrokové oxidační procesy jsou takové, při kterých dochází ke vzniku reaktivních hydroxylových radikálů. Tento druh radikálů je schopen úplné mineralizace těžko rozložitelných látek na oxid uhličitý a vodu, potažmo umožňuje rozklad na jednodušší a lépe degradovatelné produkty. [20]

Prostá ozonizace

Při aplikaci ozon reaguje dvěma způsoby. Prvním je přímá oxidace organických látek, která je však pomalá a selektivní. Druhým způsobem je reakce radikálová, reakce je velmi rychlá a neselektivní, je ovšem ovlivněna množstvím organických látek, pH a koncentrací ozonu v médiu. [20]

Kombinace O_3 a UV záření

UV záření o vlnové délce 254 nm může podpořit vznik hydroxylových radikálů, kdy se ozon štěpí a v reakci s vodou vzniká hydroxylový radikál. [20]

Peroxon

Reakční mechanismus je stejný jako při kombinaci ozonu s UV zářením. V procesu je nahrazena tvorba peroxidu vodíku přímým dávkováním H_2O_2 . Výhodou je nezávislost na zákalu při tvorbě hydroxylového radikálu. Nevýhodou je vyšší nákladnost peroxidu vodíku. [20]

Kombinace H_2O_2 a UV záření

Fotolýza peroxidu vodíku o vlnové délce 200 – 250 nm patří mezi nejefektivnější metody tvorby hydroxylových radikálů. Proces je ovlivněn pH a klesá s jeho rostoucí hodnotou. [20]

3.3 SORPCE NA AKTIVNÍM UHLÍ

Ve vodárenství se používá jako sorbent aktivní uhlí, vyrobené speciálními termickými a chemicko – termickými postupy z přírodních organických materiálů. [21]

V provozech úpraven vody na pitnou se aplikuje dvojím způsobem:

- dávkováním PAU do upravované vody v průtočném profilu – spočívá v dávkování společně s koagulanty a následné separaci s vysráženými hydroxidy. Proces neúsporný, využíván k rychlému zlepšení kvality vody.
- v koloně s GAU, přes kterou voda protéká – u tohoto dynamického způsobu je přiváděná voda již zbavena většiny nečistot. Za tímto stupněm je zpravidla pouze hygienizace. Vyskytuje se ve formě otevřených filtrů nebo uzavřených tlakových. [21]

Aktivní uhlí a procesy s ním spojené budou řešeny v kapitole č. 5.

4 REKONSTRUKCE ÚV TLUMAČOV

Úpravna vody Tlumačov je největší úpravnou v systému skupinového vodovodu Zlín. Je jedním ze dvou klíčových zdrojů pitné vody pro aglomeraci města Zlína a zásobuje 48 tisíc obyvatel. Po poslední rekonstrukci v letech 2017-2018 je dimenzována na maximální výkon 350 l/s surové vody ze zdrojů v lokalitách Tlumačovský les a Štěrkoviště–Kvasice. K oxidaci železa a manganu byla použita moderní chemická technologie využívající ozon. Dále byl doplněn třetí separační stupeň, a to filtrace přes granulované aktivní uhlí. [22]



Obr. 4.1 ÚV Tlumačov [23]

Údaje o zdrojích vody

- prameniště Tlumačovský les – skládá se z 25 jímacích objektů (mělkých vrtů a kopaných studní). Hloubka vrtů je do 11 m. Surová voda je z nich jímána systémem tří násoskových řadů, které ústí do sběrné studny čerpací stanice. Jedná se o nejstarší zdroj vody pro Otrokovice a Zlín.
- jímací území Kvasice-Štěrkoviště – mezi řekou Moravou a jezerem štěrkoviště Kvasice je vybudováno sedm hydrogeologických vrtů hlubokých 35–40 m, jejichž celková kapacita činí 120 l/s. Každý vrt je osazen čerpadlem a podzemní voda čerpaná z vrtů je společným sběrným potrubím gravitačně svedena do sběrné studny čerpací stanice Kvasice.
- jezero Štěrkoviště – Voda ze štěrkoviště měla původně charakter vody podzemní (infiltr z řeky Moravy), v důsledku otevřené hladiny získala vlastnosti povrchové vody z mělké nádrže. Tento zdroj je v současnosti odstaven a slouží jako záložní zdroj vody. [22]

Kvalita vody před rekonstrukcí

V roce 2015 byl zaznamenán nadlimitní výskyt u metabolitu Acetochlor ESA a metabolitu Acetochlor OA u vzorků pitné vody z ÚV Tlumačov. Vzhledem k tomu, že soudobá technologie úpravy vody použitá na ÚV Tlumačov nedokázala tyto metabolity zachytávat byla dne 7. 3. 2016 udělena od KHS Zlínského kraje výjimka určující mírnější hygienický limit pro: acetochlor ESA 0,5 µg/l, acetochlor OA 0,5 µg/l a pro PLC 1,5 µg/l. Výjimka byla udělena po dobu 3 let, konkrétně do 1. 3. 2019. [24]

Úprava vody po rekonstrukci

Důvodem pro rekonstrukci byl zejména výskyt metabolitů pesticidních látek Acetochlor ESA a Acetochlor OA, který stávající technologie nedokázala odstranit. A dále stáří úpravny, technického zařízení a zejména úrovně technologického procesu úpravy vody. [22]

V rámci poslední rekonstrukce byla úprava vody rozšířena v části předúpravy o novou metodu ozonizace. Oproti dávkování značného množství hydrátu vápenatého je do aerované vody dávkován ozon, jehož hlavní funkcí je dooxidace dvojmocného železa a manganu, které jsou obsaženy v přírodní podobě v surové vodě z obou zdrojů vody Tlumačovský les a Štěrkoviště Kvasice. Dalším významným krokem bylo zřízení třetího separačního stupně a to filtrace přes granulované aktivní uhlí. Pro tento účel bylo třeba provést rekonstrukci stávajících osmi filtrů levé strany. Ty jsou upraveny tak, že na levé straně úpravy vody jsou pro pískovou filtraci tři kruhové filtry, dva obdélníkové filtry a pro filtraci přes granulované uhlí tři kruhové filtry. Na pravé straně je všech šest kruhových filtrů a dva obdélníkové jako písková filtrace. [22]

Voda po filtraci na pískových filtrech odtéká gravitačně na 3. separační stupeň, což je filtrace na GAU filtrech, které vznikly ze 3 původních kruhových filtrů, kde původní filtrační náplň křemičitý písek byl nahrazen aktivním uhlím – Chemviron Filtrasorb TL 830. Výška náplně je 125 cm. Praní filtrů je stanoveno v rozmezí po 3-4 týdnech provozu. Tento stupeň lze považovat za doúpravu vody ve směru zlepšení organoleptických vlastností pitné vody, jakož i pro odstranění reziduí pesticidů a zbytku různých mikroorganismů. [22]

Kvalita vody po rekonstrukci

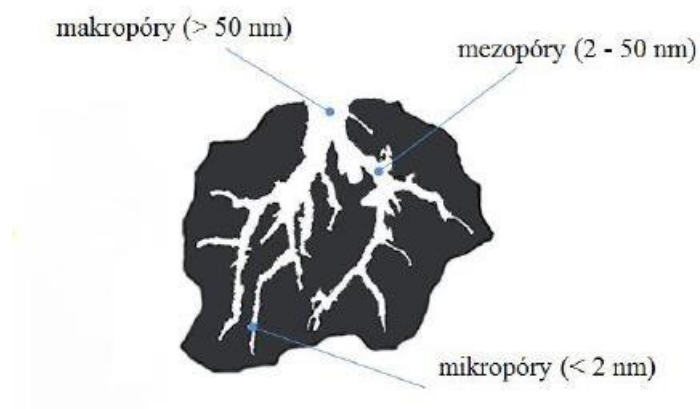
Z dostupných výsledků je patrné, že nová technologie má zásadní vliv na snížení koncentrace pesticidů. U volně dohledatelných výsledků zkoušení na pesticidní látky ze dne 11. 7. 2018 provedených Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě jsou všechny analyzované PL (vyjma desfenyl-chloridazonu 0,037 µg/l) pod hranicí stanovitelnosti (< 0,025 µg/l). [25]

Rekonstrukce ÚV Tlumačov získala v kategorii nad 50 mil. Kč ocenění Vodohospodářská stavba roku 2018. [26]

5 AKTIVNÍ UHLÍ

Aktivní uhlí je vysoce porézní nepolární adsorbent s rozsáhle vyvinutou interní strukturou pórů. Má jednu z nejvyšších objemových adsorpcí, díky své poréznosti. [27]

Rozeznáváme mikropóry o velikosti < 2 nm, kde se odehrává sorpce převážně organických látek a transportní póry (makropóry > 50 nm a mezopóry 2–50 nm), které umožňují přístup organických molekul k aktivním centrům aktivního uhlí. [28]



Obr. 5.1 Heterogenní pórovitá struktura [29]

5.1 TYPY AKTIVNÍHO UHLÍ

Na základě fyzikálních vlastností může být aktivní uhlí klasifikováno do následujících kategorií:

Práškové aktivní uhlí (PAU)

Toto aktivní uhlí se vyrábí v práškové formě či jako jemně granulované. Práškové AU má průměr mezi 15 a 25 μm . Poskytuje velký vnitřní povrch a velmi malé difúzní vzdálenosti. Využití spíše pro nárazové odstranění znečištění. [30]

Granulované aktivní uhlí (GAU)

Obvykle se používá na čištění kapalin a plynů. GAU adsorbuje širokou škálu rozpuštěných organických materiálů, včetně mnoha, které jsou biologicky rozložitelné. Odstraňuje organické nečistoty z pitných i odpadních vod. Typicky se velikost vnitřního povrchu pohybuje okolo 500–2 000 m^2/g , přičemž některé druhy vykazují až 3000 m^2/g . GAU má relativně menší větší částice než PAU, a proto poskytuje menší vnější povrch. Toto uhlí je také vhodné k sorpci ozonizačních produktů a ke zlepšení organoleptických vlastností. [30]

Sférické aktivní uhlí (SAU)

Uhlí se připravuje z malých sférických kuliček, kdy dochází k tavení materiálu v přítomnosti naftalenu nebo tetorlinu. Tyto kuličky se poté přivádí do styku s roztokem nafty, která extrahuje naftalen usazený v porézní struktuře. K provedení oxidace jsou sféry zahřívány mezi 100 a 400 °C. Oxidované kuličky se v přítomnosti amoniaku zahřívají v rozmezí 150 až 700 °C, aby došlo k zavedení dusíku, poté již následuje aktivace v páře nebo CO₂. [30]

Impregnované aktivní uhlí (IAU)

Při chemické aktivaci může být aktivní uhlí impregnováno katalytickou surovinou. Nejčastější používané chemické aktivátory jsou ZnCl₂, H₃PO₄, H₂SO₄, KOH, K₂S a KSCN. Výsledný produkt je poté karbonizován. Při čištění vod se využívá stříbrem impregnované aktivní uhlí, které chrání AU před mikrobiální kultivací. [30]

Aktivní uhlí s polymerním povlakem (POAU)

V tomto procesu dochází k potažení porézní struktury uhlí biokompatibilními polymery, což má za následek zvýšenou propustnost k pórům bez blokování pórů, ke kterému může dojít v procesu aktivace karbonizovaného zbytku. [30]

Práškové a granulované aktivní uhlí se nejčastěji používá pro vodárenské účely (úprava chuti, odstraňování zápachu, organických mikropolutantů, kovů), uplatnění však nachází i při průmyslovém čištění kapalin (např. odpadní vody). Extrudovaná forma se obvykle používá pro čištění plynné fáze. [31]

Tab. 5.1 Kontaktní doba a životnost s cílenou aplikací [27]

Aplikace AU	Kontaktní doba [min]	Životnost [roky]
Zlepšování organoleptických vlastností	6 – 12	2 – 4
Odstraňování pesticidů	10 – 15	1 – 3
Odstraňování humnových látek a trihalomethanů	15 – 30	1,5 – 3
Odstraňování chlorovaných uhlovodíků	10 – 20	0,5 – 1,5
Dechlorace	4 – 8	1 – 2

5.2 VÝROBA AKTIVNÍHO UHLÍ

Aktivní uhlí vyrobená z černého uhlí mají většinou vhodný poměr mikropórů a transportních pórů, zatímco u aktivních uhlí vyrobených z kokosových skořápek výrazně převažují mikropóry, u aktivních uhlí vyrobených ze dřeva makropóry. Aktivní uhlí vyrobená z černého uhlí jsou většinou mnohem vhodnější pro aplikace ve vodárenství než aktivní uhlí vyrobená z kokosových skořápek, která i při vyšším jodovém čísle a celkovém povrchu mají nižší sorpční schopnost, což se obvykle projevuje nižší účinností a životností. [27]

Výběr vhodné suroviny pro výrobu granulovaného aktivního uhlí je nejdůležitějším aspektem samotné výroby. Je důležité vzít v úvahu následující aspekty:

- průmyslově levné materiály s vysokým obsahem uhlíku a nízkým obsahem anorganických látek
- nečistoty v surovinách by měli být eliminovány na minimum, po aktivaci mohou být zastoupeny ve vyšší koncentraci než prekurzory
- význam by měl být dán prekurzorům s vysokou hustotou a dostatečným obsahem těkavých látek, těkavost má za následek pórovitost uhlí, zatímco vysoká hustota upřednostňuje zvýšení strukturální pevnosti
- suroviny by měly být lokální a zastoupeny v hojném množství [30]

Mezi nejčastěji používané suroviny pro produkci komerčně vyráběného aktivního uhlí patří dřevo (130 000 tun/rok), uhlí (100 000 tun/rok), lignit (50 000 tun/rok), skořápky ořechů (35 000 tun/rok) a rašelina (35 000 tun/rok). [30]

Tab. 5.2 Základní rozdíly v prekurzorových materiálech pro výrobu AU [30]

Surový materiál	Zastoupení uhlíku [%]	Zastoupení těkavých látek [%]	Zastoupení popelu [%]	Hustota [kg/m ³]	Textura aktivního uhlí	Aplikování
Těžké dřevo	40 – 42	55 – 60	0,25 – 1,2	0,50 – 0,8	Měkká s velkým objemem pórů	Adsorpce kapalin
Měkké dřevo	40 – 45	55 – 60	0,25 – 0,50	0,40 – 0,50	Měkká s velkým objemem pórů	Adsorpce kapalin
Skořápky ořechů	40 – 45	55 – 60	0,40 – 0,60	1,4	Tvrdá s velkým objemem pórů	Adsorpce plynů
Hnědé uhlí	50 – 70	25 – 40	5 – 6	1,0 – 1,40	Tvrdá s malým objemem pórů	Adsorpce kapalin
Měkké uhlí	60 – 80	25 – 30	2 – 12	1,25 – 1,50	Středně tvrdá se stř. objemem mikropórů	Adsorpce kapalin, plynů
Středně tvrdé uhlí	70 – 75	1 – 15	5 – 15	1,45	Tvrdá s velkým objemem pórů	Adsorpce kapalin
Černé uhlí	85 – 95	5 – 10	2 – 15	1,50 – 2,0	Tvrdá s velkým objemem pórů	Adsorpce kapalin

Proces karbonizace

Karbonizace, též zuhelnatění, konvertuje organický materiál na primární uhlík, což je směs popelu, dehtu, amorfního uhlíku a krystalického uhlíku. Při karbonizaci se materiál pomalu zahřívá za nepřítomnosti vzduchu. V tomto procesu se pyrolýzou odstraní většina nekarbonových prvků, vodík a kyslík. Důležitými parametry, které určují kvalitu karbonizovaného uhlíku je rychlost ohřevu, konečná teplota, doba působení. [30]

Proces aktivace

Aktivace se provádí pro zvětšení pórů, které vznikají během procesu karbonizace. Vytváří se nová pórovitost, díky které jsou póry lépe členěné, přístupné a mají velkou vnitřní plochu povrchu. [30]

Většina granulovaných AU je vyráběna přímou aktivací. Při druhém způsobu výroby je zařazen stupeň aglomerace. Tento způsob výroby ovládá pouze několik celosvětově působících firem, které disponují technologií pro takovou to výrobu. Výhodou je aktivace celého zrna, aktivní uhlí se rychleji smáčí a dosahuje vyšší účinnosti, a to i reaktivovaného AU. [27]

5.3 REAKTIVACE AKTIVNÍHO UHLÍ

Po vyčerpání sorpčních vlastností je aktivní uhlí nutno vyměnit za nové nebo ho reaktivovat. Reaktivace souvisí s odběrem AU v úpravně vody obvykle speciální autocisternou, transportem do reaktivačního závodu, vlastní reaktivací prováděnou zahříváním na různé teploty, doplněním úbytku aktivního uhlí při reaktivaci novým uhlím, transportem zpět k zákazníkovi a naplněním do filtru. [31]

Vlastní reaktivace zahrnuje 4 stupně:

- sušení
- desorpci těkavých organických sloučenin při teplotách do 250 °C
- pyrolýzu a karbonizaci netěkavých organických sloučenin při teplotách do 750 °C
- aktivaci při teplotách nad 800 °C [31]

5.4 PARAMETRY AKTIVNÍHO UHLÍ

Základní parametry charakterizující aktivní uhlí :

- **velikost částic** (mesh size) – důležitá je garance výrobce na distribuci velikosti částic aktivního uhlí
- **hustota** (density) – rozděluje se na sypnou hmotnost (apparent density), což je maximální hustota po vibračním setřesení a bed density, která se používá pro přepočet objemu a hmotnosti aktivního uhlí.

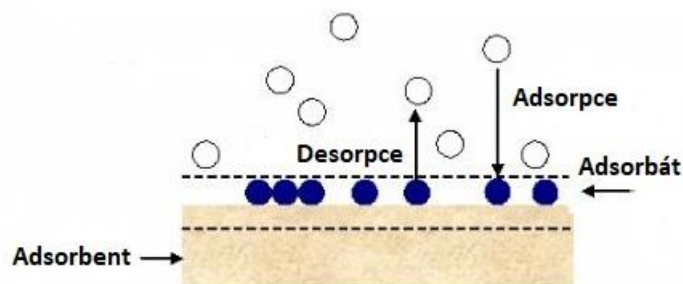
- **celkový povrch** (total surface area; BET) – větší část celkového povrchu se nachází v mikropórech zajišťujících adsorpci. Tento parametr má význam hlavně v plynné fázi, pro úpravu vod má omezenou vypovídající hodnotu, protože nepopisuje rozložení mikropórů, mesopórů a makropórů v aktivním uhlí. Udává se v jednotkách m^2/g .
- **jódové číslo** (iodine) – částečně charakterizuje sorpční vlastnosti aktivního uhlí. Tento parametr indikuje celkovou porozitu, ale zcela nevypovídá o sorpčních vlastnostech aktivního uhlí ve vodárenství. Příkladem je Filtrasorb 400 (j.č. min. 1050), které má horší sorpční vlastnosti pro chlorované uhlovodíky než Filtrasorb 200 (j.č. min. 850).
- **dechlorační půlhodnota** (chlorine half length) – vyjadřuje účinnost a životnost aktivního uhlí při odstraňování oxidačních látek typu ozon, chlordioxid nebo chlor. Princip odstraňování oxidačních látek (kombinace katalýzy rozkladu oxidačního činidla a reakce na povrchu aktivního uhlí) je odlišný od odstraňování (adsorpce) organických polutantů (např. snižování CHSK). Čím nižší je dechlorační půlhodnota, tím je aktivní uhlí účinnější a má delší životnost pro odstraňování oxidačních látek typu ozon, chlordioxid nebo chlor. Dechlorační půlhodnota je výška sloupce aktivního uhlí v cm, na kterém se sníží koncentrace chlóru ve vodě na 50 %.
- **otěr** (abrasion) – je indikátorem mechanické pevnosti granulovaného aktivního uhlí v kapalně fázi. K otěru dochází při plnění filtrů, praní a reaktivaci.
- **tvrdost** (hardness) - udává, kolik aktivního uhlí zůstane na příslušném síti po analýze velikosti částic. Tento parametr je vhodný pro aplikace v plynné fázi, nikoli v kapalně, protože vyjadřuje mechanickou degradaci jednoho rozměru zrna aktivního uhlí, a ne zmenšení průměru.
- **koeficient stejnoměrnosti** – je indikátorem distribuce velikosti částic aktivního uhlí. Čím je hodnota menší, tím je rozdíl velikosti nejmenších a největších částic menší.
- **obsah popela** (ash content) – ve vodárenství nemá praktický význam. Je významný pro speciální aplikace (např. čištění parních kondenzátů).
- **obsah vody při balení** – spíše komerční význam, obvykle udáván do 5 % obsahu balení. [32]

5.5 ADSORPCE NA AKTIVNÍM UHLÍ

Adsorpce z vodných roztoků je způsobena hromaděním rozpuštěné látky (adsorbátu) na povrchu tuhé fáze (adsorbentu). Koncentrace rozpuštěné látky ve vodném roztoku klesá z hodnoty c_0 až na hodnotu blížíící se rovnovážné koncentraci c_r . Adsorpce závisí za jinak stejných podmínek na chemické povaze adsorbentu i rozpuštěné látky. [33]

Sorpčních účinků aktivního uhlí je využíváno především pro odstranění zbytkových koncentrací nežádoucích látek z vody. Ve vodárenství se jedná např. o zbytkové koncentrace organických látek (např. chlorfenoly, chlorbenzeny, pesticidní látky, polychlorované bifenylly, polycyklické aromatické uhlovodíky aj.), řada z nich způsobuje pachové problémy, jiné mají karcinogenní či mutagenní účinky. Adsorpcí na aktivním uhlí dochází k snížení až odstranění volného chloru či jiných anorganických látek, např. těžkých kovů přítomných v pitné vodě. [33]

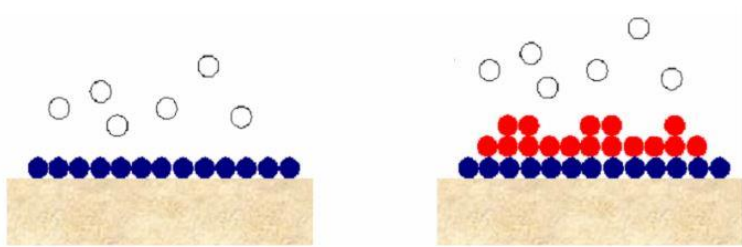
Při adsorpci výše uvedených látek z vodných roztoků dochází ke sdílení hmoty mezi kapalnou a tuhou fází. Mohou se adsorbovat celé molekuly (molekulová adsorpce), anebo přednostně jeden z iontů (iontová adsorpce) přítomných v roztoku. Při iontové adsorpci může probíhat i jiný děj, kdy se adsorbovaný ion nahrazuje jiným iontem uvolněným z adsorbentu (výměnná adsorpce), případně současně probíhá jeho hydrolýza (hydrolytická adsorpce). Podstata sil, které poutají rozpuštěnou látku k povrchu tuhé fáze může být různá a určuje typ adsorpce (fyzikální, chemisorpce či sorpce iontová). [33]



Obr. 5.2 Znázornění průběhu adsorpce, upraveno autorem [34]

Fyzikální adsorpce je podmíněná van der Waalsovými silami. Účinkem těchto sil se molekuly oddělované složky koncentrují na povrchu adsorbentu. Sledovaná složka se tak oddělí od ostatních složek směsi. Jedná se o reverzibilní proces, při kterém nedochází ke změně adsorbátu. Adsorbovaná látka může tvořit více vrstev molekul, s tím je však spjat i často nežádoucí jev desorpce. [33]

Při chemisorpci se uplatňují několikanásobně větší síly než při fyzikální adsorpci a vzniká mnohem pevnější vazba mezi adsorbentem a adsorbátem. Nejvýznamnějším rozdílem, jenž umožňuje rozlišit fyzikální adsorpci od chemisorpce, je množství uvolňovaného tepla, které se uvolňuje v podstatně větší míře než teplo při fyzikální adsorpci. [33]



Obr. 5.3 Monovrstevná a více vrstevná adsorpce [34]

6 LABORATORNÍ EXPERIMENT

6.1 CÍL EXPERIMENTU

Cílem experimentu je posoudit účinnost vybraných druhů aktivního uhlí na dvou vzorcích surové podzemní vody.

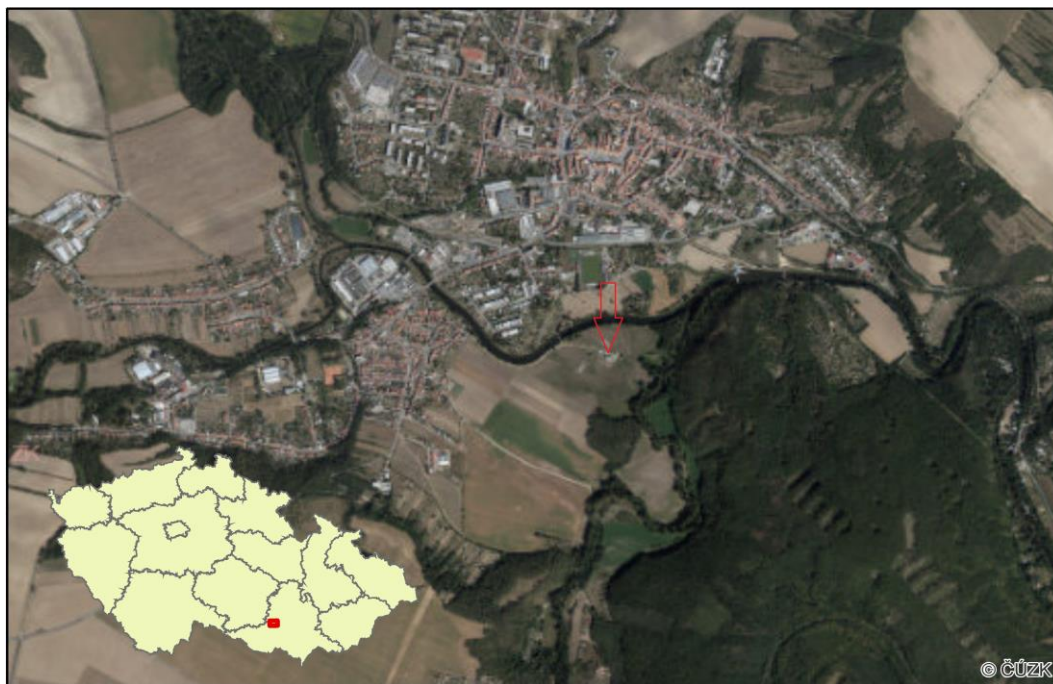
6.2 ZDROJE PODZEMNÍ SUROVÉ VODY

K testování byly vybrány dva různé druhy podzemních vod. Podzemní voda byla zvolena z důvodu snížení rizika možného výskytu ostatních polutantů. Výskyt těchto látek by mohl ovlivnit sledované adsorbční vlastnosti jednotlivých aktivních uhlí, kdy by mohlo docházet k obsazování mikrostruktury AU nežádoucími látkami.

Pro získání modelové vody byly zvoleny lokality Ivančice a Olešenska.

6.2.1 Ivančice

Město Ivančice se nachází v Jihomoravském kraji přibližně 30 km jihozápadně od Brna. Budova úpravný vody Ivančice se nachází v areálu jímacího území. Celý areál je oplocen. Provozování zajišťuje VAS, a.s., divize Brno – venkov, provozní středisko Ivančice.



Obr. 6.1 Umístění ÚV Ivančice

Původně úpravna vody v Ivančicích zpracovávala pouze surovou vodu z podzemních vrtů o celkovém výkonu 25 l/s. Se vzrůstající potřebou vody došlo v roce 2014 ke kompletní rekonstrukci v rámci investiční akce „SV Ivančice – Rosice, zajištění kvality pitné vody“.

Došlo k vybudování odběrného objektu na břehu řeky Jihlavy a objektů řízené a přirozené infiltrace (otevřené pískové filtry). Dále byly rekonstruovány stávající budovy úpravny, které byly osazeny novým technologickým vybavením. [35]



Obr. 6.2 Areál ÚV Ivančice [35]

Upravovaná voda je získávána ze tří zdrojů:

- stávající podzemní vrty s celkovou vydatností 20 l/s
- povrchová voda z řeky Jihlavy s maximálním odběrem 40 l/s
- podzemní voda z přirozených infiltračních drénů

Všechny tři zdroje jsou přiváděny do sběrné studny a odtud jsou dopravovány k technologické lince úpravy vody. Po uvedení úpravy do zkušebního provozu musela být technologie rozšířena o filtraci přes granulované aktivní uhlí. Posléze tedy došlo ke stavbě nové budovy se čtyřmi tlakovými GAU filtry. Upravená a zdravotně zabezpečená pitná voda je přiváděna do dvou akumulčních nádrží o celkovém objemu 1 500 m³. [35]

Stávající úprava vody obdržela v roce 2016 výjimku od Krajské hygienické stanice Jihomoravského kraje z důvodu, že kvalita vody nesplňovala dle vyhlášky 252/2004 Sb. limit ukazatele acetochloru ESA. Platnost této výjimky skončila k 28. 2. 2019. [36]



Obr. 6.3 Uzavřené GAU filtry

Samotný odběr vzorku vody byl proveden dne 16. 4. 2019 přibližně v 08:00 v úpravně vody. Z místa pro odběr vzorků – odtok z filtru F2 bylo načerpáno 30 litrů surové vody do plastového barelu. Při odběru hodnota zákalu činila 0,18 NTU, teplota byla 11,5 °C a hodnota pH náležela 7,15.

Odebraná surová voda byla již částečně předupravena, její odebrání proběhlo v části technologické linky za rychlofiltry. V době odběru probíhalo pouze jímání ze zdrojů podzemní vody. Odběrný břehový objekt z důvodu nižších potřeb nebyl v provozu.



Obr. 6.4 Místo odběru vzorku ÚV Ivančice

6.2.2 Olešenka

Obec Olešenka se nachází v kraji Vysočina, leží východně od Přibyslavi. Budova vodojemu s armaturní komorou je oplocena a leží uprostřed pole nad obcí a není opatřena příjezdovou komunikací.



Obr. 6.5 Umístění VDJ Olešenka

Stávajícím zdrojem vody je prameniště s pěti kopanými studnami a vrtem. Studny S1 a S2 mají hloubku 4 m a využívají se jen výjimečně při nedostatku vody. Studny S3, S4 a S5 mají hloubku od 4 do 9 metrů a jsou osazeny ponornými nautilami, které čerpají vodu přes směšnou jímku do vodojemu. Vrt S6 má hloubku 40 m a voda z něj je přecherpávána do studny S5. Surová voda je upravována provzdušněním v odradonovací koloně a chlorací roztokem chlornanu sodného. [37]

Prameniště má oplocené ochranné pásmo I. stupně. Na vodovod je připojeno 187 obyvatel. Dle provedených rozborů z roku 2016 byl zjištěn nadlimitní výskyt pesticidní látky acetochlor ESA s hodnotami 0,49 µg/l a 0,38 µg/l. Nejvyšší mezní hodnota vycházející z vyhlášky č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, pro tento ukazatel je 0,1 µg/l. Koncentrace acetochloru OA byla pod mezí stanovitelnosti 0,025 µg/l. Pod úrovní doporučených limitů stanovených MZČR byla ve vodě zjištěna přítomnost nerelevantních metabolitů metazachloru ESA, OA a metolachloru ESA, OA. [38]

Z důvodu nadlimitní hodnoty byl, na základě žádosti obce Olešenka, KHS Vysočina se sídlem v Jihlavě stanoven mírnější hygienický limit pro ukazatel pesticidní látky acetochlor ESA ve výši 1 µg/l po dobu tří let od data vydání. Rozhodnutí nabylo platnosti dne 4. 10. 2016 s koncem platnosti 4. 10. 2019. [38]



Obr. 6.6 Areál VDJ Olešenka

Odběr vzorku vody byl proveden dne 23. 4. 2019 v 11:00 v armaturní komoře vodojemu. Z místa pro odběr vzorků bylo načerpáno 30 litrů surové vody do plastového barelu. Při odběru hodnoty zákalu a ani pH nebyly na místě měřeny. Pouze byla změřena teplota, která činila 10,5 °C.



Obr. 6.7 Místo odběru vzorku VDJ Olešenka

6.3 TESTOVANÉ AKTIVNÍ UHLÍ

K testování bylo vybráno pět různých druhů aktivního uhlí. Parametry jednotlivých AU jsou převzaty z technický listů dodaných společně s jednotlivými vzorky od výrobců.

6.3.1 S 814

Silcarbon S 814 je aktivní uhlí vyrobené z kamenného uhlí aktivací vodní parou, je určené jako standardní uhlí pro výrobu pitné vody podle Vyhl. MZ 409/2005 Sb. O hygienických požadavcích na výrobky pro úpravu vody. Plně vyhovuje normě ČSN EN 12915 – výrobky pro pitnou vodu (zrněné aktivní uhlí) a standardu 61 ANSI/NS – výroba pitné vody (odstranění halogenů a pesticidů), čištění odpadní vody. Výrobcem je německá firma Silcarbon Aktivkohle GmbH. [39]



Obr. 6.8 Aktivní uhlí S 814

Tab. 6.1 Charakteristické vlastnosti aktivního uhlí S 814

Parametr	Hodnota
Velikost částic	1,4 – 2,5 mm
Jodové číslo	min. 900 mg/g
Specifický povrch BET	cca 1050 m ² /g
Obsah vody při balení	max. 5 %
Hustota po setřesení	450 kg/m ³
Obsah Ag, Cr	< 25 mg/kg
Obsah As, Pb	< 5 mg/kg
Obsah Hg	< 0,5 mg/kg
Obsah popele	max. 15 %
Adsorpce CCl ₄	min. 55 %
Pevnost	min. 95 %

6.3.2 K 814

Silcarbon K 814 je aktivní uhlí aktivované vodní parou vyrobené z kokosových skořápek, je určené jako standardní uhlí pro výrobu pitné vody. Vynikající mechanické vlastnosti jako malý otěr, vysoká otěruvzdornost, vysoká hustota, velká adsorpční kapacita a vynikající odolnost proti oxidačním látkám jako je chlór a ozón. Tyto vlastnosti předurčují Silcarbon K 814 pro všechny oblasti zpracování vody: výroba pitné vody (odstranění halogenů a pesticidů), čištění vody pro bazény, čištění dopadní vody, dechlorace a deozonizace. Plně vyhovuje normě ČSN EN 12915 i standardu 61 ANSI/NS. Výrobcem je německá firma Silcarbon Aktivkohle GmbH. [40]



Obr. 6.9 Aktivní uhlí K 814

Tab. 6.2 Charakteristické vlastnosti aktivního uhlí K 814

Parametr	Hodnota
Velikost částic	1,4 – 2,5 mm
Jodové číslo	min. 1000 mg/g
Specifický povrch BET	cca 1050 m ² /g
Obsah vody při balení	max. 5 %
Hustota po setřesení	500 +/- 25 kg/m ³
Dechlorační půlhodnota	max. 5 cm
Otěruvzdornost	> 97 %
Obsah popele	max. 5 %

6.3.3 S 835

Silcarbon S 835 je aktivní uhlí aktivované vodní parou vyrobené z kamenného uhlí, je určené jako standardní uhlí pro výrobu pitné vody. Vynikající mechanické vlastnosti jako malý otěr, vysoká otěruvzdornost, vysoká hustota, velká adsorpční kapacita a vynikající odolnost proti oxidačním látkám jako je chlór a ozón, předurčují Silcarbon S 835 pro všechny oblasti zpracování vody: výroba pitné vody (odstranění halogenů a pesticidů), čištění vody pro bazény, čištění dopadní vody, dechlorace a deozonizace. Plně vyhovuje normě ČSN EN 12915 i standardu 61 ANSI/NS. Výrobce je německá firma Silcarbon Aktivkohle GmbH. [40]



Obr. 6.10 Aktivní uhlí S 835

Tab. 6.3 Charakteristické vlastnosti aktivního uhlí S 835

Parametr	Hodnota
Velikost částic	0,5 – 2,5 mm
Jodové číslo	min. 900 mg/g
Specifický povrch BET	cca 900 m ² /g
Obsah vody při balení	max. 5 %
Hustota po setřesení	450 kg/m ³
Obsah As , Pb	< 5 mg/kg
Obsah Hg	< 0,5 mg/kg
Obsah Ag , Cr	< 25 mg/kg
Adsorpce CCl ₄	min. 55 %

6.3.4 F 400

Filtrisorb 400 se již více jak 40 let úspěšně využívá v oblasti úpravy pitné vody a čištění odpadních vod z průmyslu. Výrobce je belgická firma Chemviron. Hlavní uplatnění nalézá v úpravě pitných vod a to především v odstraňování organických látek včetně pesticidů a mikrocystinů, odstraňování vedlejších produktů dezinfekce a odstraňování chlóru, chlórdioxidu a ozónu. Plně vyhovuje normě ČSN EN 12915 i standardu 61 ANSI/NS. [42]

Aktivní uhlí Filtrasorb 400 je aglomerované granulované aktivní uhlí vyráběné z vybraných druhů živice prostřednictvím procesu známého jako reaglomerace za účelem zajištění vysoké aktivity a trvanlivosti. Výsledný produkt je odolný proti otěru, který je spojený se zpětným praním, hydraulickým transportem a reaktivací umožňující opětovné použití. [43]



Obr. 6.11 Aktivní uhlí F 400

Tab. 6.4 Charakteristické vlastnosti aktivního uhlí F 400

Parametr	Hodnota
Efektivní velikost částic	0,55 – 0,75 mm
Velikost částic	12 x 40 mesh
ne více než 4 %	< 0,425 mm
ne více než 5 %	> 1,70 mm
Jodové číslo	1050 mg/g
Specifický povrch BET	1050 m ² /g
Obsah vody při balení	max. 3 %
Otěr	min. 75 mg/g
Provozní hustota	425 kg/m ³
Methylenová modř	300 mg/g
Koeficient stejnoměrnosti	1,7 mm

6.3.5 GAC 1240 W

Norit GAC 1240W je granulované aktivní uhlí, vhodné pro široké spektrum aplikací, jako je čištění (pitné) vody a průmyslových provozních kapalin. Je používáno k odstraňování jak přirozeně se vyskytujících organických polutantů, tak pesticidů, detergentů, chlorovaných látek a sloučenin způsobujících nežádoucí příchutě a zápach vody. Norit GAC 1240W je vyráběn parní aktivací černého uhlí. Díky jeho výborné oteruvzdornosti je toto uhlí částečně vhodné i pro reaktivaci. Plně vyhovuje normě ČSN EN 12915 i standardu 61 ANSI/NS. Výrobce je americká firma Cabot Corporation. [43]



Obr. 6.12 Aktivní uhlí GAC 1240 W

Tab. 6.5 Charakteristické vlastnosti aktivního uhlí GAC 1240 W

Parametr	Hodnota
Efektivní velikost částic	0,6 – 0,7 mm
Počet částic > 12 mesh (1,70 mm)	max. 10 %
Počet částic < 40 mesh (0,425 mm)	max. 5 %
Jodové číslo	min. 950
Specifický povrch BET	1100 m ² /g
Vlhkost (při balení)	max. 5 %
Sypná hmotnost	500 kg/m ³
Hustota po vyprání a osušení	445 kg/m ³
Adsorpce methylenové modři	20 g/100 g
Koeficient stejnoměrnosti	1,7
Dechlorační půlhodnota	2,5 cm

6.4 POPIS EXPERIMENTU

Experiment byl prováděn v prostorách laboratoře Ústavu vodního hospodářství obcí FAST VUT v Brně. Pokus byl zaměřen na odstraňování pesticidů pomocí pěti různých druhů aktivního uhlí (S 814, K 814, S 835, F 400, GAC 1240 W), které byly dodány firmou VODASERVIS s.r.o., a to na dvou různých vzorcích surové podzemní vody ze zdrojů Ivančice a Olešenska.

Zkouška odstranění pesticidních látek na různých filtračních náplních byla prováděna pomocí statické metody, kdy dochází k extrakci tuhým adsorbentem při míchání roztoku analytu a následném přefiltrování adsorbentu.

Jako vedlejší charakteristiky byly u všech vzorků měřeny hodnoty zákalu, teplota a pH.

6.4.1 Laboratorní vybavení

Míchací kolona Lovibond ET 740

Míchací kolona je vhodná pro zkoušky flokulačních a sedimentačních procesů. Přístroj ve variantě ET 740 obsahuje 4 míchadla a má prosvětlenou zadní stěnu. Míchadla jsou uspořádána do kruhu kolem lampy, což umožňuje snadněji pozorovat flokulaci. Důležitou vlastností míchací kolony jsou plynule měnitelné míchací rychlosti, digitální nastavení otáček, možnost načasování a možnost výškového nastavení míchadel v průběhu provozu. [44]

Technické údaje:

Rozsah otáček:	10 až 300 ot·min ⁻¹ (s přesností ± 1 otáčka)
Časovač:	1 až 999 min
Rozměry (D × Š × V):	645 mm × 347 mm × 260 mm
Hmotnost:	13 kg



Obr. 6.13 Míchací kolona Lovibond ET 740

Turbidimetr Hach 2100Q is

Přenosný turbidimetr Hach 2100Q is měří na základě nefelemotrického principu. Funguje na principu dvou detektorového optického systému kompenzujícího barvy. Zdroj světla zajišťuje LED dioda vysílající světlo o vlnové délce 860 nm. Pomocí digitálního displeje se zobrazuje výsledná hodnota s přesností $\pm 2 \%$ v rozsahu 0–1000 NTU. [45]

Technické údaje:

Rozsah:	0–1 000 NTU (FNU)
Přesnost:	$\pm 2 \%$ v rozsahu 0–1 000 NTU
Rozlišení:	0,01 NTU
Záznam údajů:	500 záznamů
Doba odezvy:	6 s
Požadovaný objem vzorku:	15 ml
Kompatibilita kyvet:	60 × 25 mm, kulaté
Provozní teplotní rozsah:	0–50 °C
Rozměry (D × Š × V):	229 mm × 107 mm × 77 mm
Hmotnost:	530 g (bez baterií)



Obr. 6.14 Turbidimetr Hach 2100Q is

pH metr Lutron YK-2005WA

Typ Lutron YK-2005WA je přenosný multifunkční přístroj na měření pH, vodivosti, TDS, obsahu kyslíku ve vodě a teploty. Součástí přístroje je datalogger pro 16 000 naměřených hodnot. Umožňuje připojit různé sondy. [46]

Technické údaje:

Rozsah:	0–14 pH
Přesnost:	$\pm 0,02 \text{ pH} + 2 \text{ d}$
Teplotní kompenzace:	manuálně, automaticky
Kalibrační body:	pH7, pH4, pH10
Záznam údajů:	16 000 záznamů
Rozměry (D × Š × V):	203 mm × 76 mm × 38 mm
Hmotnost:	365 g (bez baterií)



Obr. 6.15 pH metr Lutron YK-2005WA

Mikropipeta Eppendorf Research® PLUS

Tato mikropipeta je autoklárovatelná, umožňuje přesné a fixní nastavení objemu pomocí otáček. [47]

Technické údaje:

Počet kanálů:	1
Objem:	500–5 000 µg/l
Správnost:	± 0,6 % – 2,4 %
Přesnost:	± 0,15 % – 0,6 %



Obr. 6.16 Mikropipeta Eppendorf Research® PLUS

Teploměr Multi – Thermometer

Digitální teploměr umožňující měření teploty v intervalu od -50 °C do +150 °C.



Obr. 6.17 Teploměr Multi – Thermometer

Laboratorní váhy Sartorius Basic BA 110 S

Analytické váhy Sartorius Basic BA 110 S jsou vybaveny displejem, kruhovou vážicí deskou a ochranným krytem. [48]

Technické údaje:

Průměr vážicí desky:	80 mm
Maximální zatížení:	110 g
Směrodatná odchylka:	$\pm 0,0001$ g



Obr. 6.18 Laboratorní váhy Sartorius Basic

Ostatní vybavení

Ostatní laboratorní vybavení, jež byla použita: odměrný objemný válec o objemu 2 l, skleněné kádinky, míchací tyčinka, plastové barely, plastové kbelíky, porcelánové misky, plastové cedníky s hustou filtrační sítí, vzorkovnice.

6.4.2 Průběh experimentu

1. Pomocí laboratorních vah navážíme 3 x 1 g testovaného adsorbentu.
2. Odměrným válcem odměříme 1 litr modelové vody do tří připravených nádob.
3. Modelovou vodu z nádob přelijeme do plastových kádinek připravených v míchací koloně.
4. Do každé z kádinek přidáme odvážené množství adsorbentu.
5. Spustíme pomalé agregační míchání o rychlosti 20 rpm s dobou trvání 5 minut.
6. Po uplynutí doby odebereme první nádobu a ihned pokračujeme s mícháním o stejných parametrech pro dvě zbylé kádinky.
7. Odebraný vzorek vody přefiltrujeme pomocí dvou cedníků do skleněné kádinky.
8. Předem připravenou a popsanou vzorkovnici o objemu 340 ml naplníme přefiltrovanou upravenou vodou a vzorkovnici uzavřeme.
9. Zbytek přefiltrované upravené vody využíváme ke stanovení hodnot teploty, pH a zákalu.
10. Postup opakujeme pro vzorky po 10 a 15 minutách od první doby spuštění.



Obr. 6.19 Ukázka pracoviště – laboratoř ÚVHO FAST Brno

6.4.3 Měření charakteristiky

pH

Voda může být neutrální nebo má určitý stupeň kyselosti či zásaditosti. Acidita nebo alkalita se vyjadřuje číselným označením pH. Toto označení určuje obsah vodíkových iontů a je rovno zápornému logaritmu molární koncentrace vodíkových iontů. Hodnota pH vody je ovlivněna koncentrací kyseliny uhličitě (snižuje hodnotu pH). Výraznější výkyvy pH od neutrální hodnoty mohou indikovat znečištění. [18]

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+) \quad (5.1)$$

Součin látkových koncentrací H^+ a OH^- iontů je při 25 °C roven 10^{-14} :

$$K_v = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \quad (5.2)$$

Pro výpočet hodnoty pH platí tedy vztah:

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+) = 14 + \log c(\text{OH}^-) \quad (5.3)$$

Konstanta K_v se nazývá iontový součin vody. Je do ní zahrnuta koncentrace nedisociovaných molekul vody, která je prakticky konstantní. Hodnota pH se stanovuje kolorimetricky na základě srovnání zbarvení indikátorového papírku či tlumivých roztoků po kontaktu s roztokem vůči barevné stupnici. Jedná se pouze o orientační stanovení. Pro přesné měření se využívá pH metrů na elektrochemické bázi za použití elektrod a elektrolytu. [18]

Dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., je mezní hodnota pro pitnou vodu stanovena v rozmezí pH 6,5–9,5.

Teplota

Teplota je jedním z významných ukazatelů jakosti a vlastností vody. Výrazně ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu. Teplotní údaj je nutný při výpočtu chemických rovnováh, při hodnocení samočištění povrchových vod či při stanovení biochemické spotřeby kyslíku. V podzemních vodách je teplota poměrně stálá (s výjimkou podzemních vod s mělkým oběhem) a vzrůstá s průměrnou hodnotou geotermického stupně – 33 m o 1 °C. Průměrná roční teplota v hloubce 10 m pod zemským povrchem je 9,5 °C. Změny teploty naznačují rychlé pronikání povrchových či atmosferických vod do podzemí, s tím souvisí i větší ohrožení kontaminací. Teplota vod povrchových se mění v závislosti na klimatických podmínkách a ročním období. Má velký význam, neboť ovlivňuje rozpustnost kyslíku, rychlost biochemických pochodů, a tím i celý proces samočištění. [49]

Dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., je doporučená hodnota teploty pro pitnou vodu v rozmezí 8 až 12 °C.

Zákal

Zákal lze definovat jako snížení průhlednosti vody nerozpuštěnými látkami. Čirot vody je jedním ze základních požadavků na jakostní pitnou a užitkovou vodu. Zákal je způsoben výskytem anorganických (jílovité minerály, hydratované oxidy železa a manganu) a organických látek (bakterie, řasy, sinice, detrit). [49]

Podzemní vody bývají málo zakalené a jejich zákal je tvořen především anorganickými látkami. Povrchové vody jsou velmi často zakalené především spláchnutými jílovitými minerály, planktonem a zvrženým dnovým sedimentem. I přesto, že je mnohdy zákal způsoben nezávadnými látkami, způsobuje ve vodě nežádoucí jev s ohledem na jakost pitné vody. V důsledku snížení tlaku a změny teploty při vypouštění vody z potrubí může dojít ke vzniku tzv. bílého zákalu způsobeného bublinkami vzduchu, který je však naprosto nezávadný. [49]

Stanovení zákalu lze rozdělit na semikvantitativní a kvantitativní. Semikvantitativně lze stanovit zákal měřením průhlednosti zkušební trubicí nebo zkušební deskou. V obou případech se udává výška kapaliny, při které jsou vzor písma, značka či deska jasně patrné při průhledu shora. Tyto metody jsou obvykle terénní a slouží k prvotní orientaci. Kvantitativní měření probíhá turbidimetricky nebo nefelometricky. [49]

Turbidimetrická metoda je vhodná pro silně zakalené vody. Stanovení je ovlivněno barvotvornými látkami. Jejich vliv je možné omezit měřením v infračervené oblasti spektra. Výsledné stanovené hodnoty se uvádějí v porovnání s kalibračním standardem, kterým je suspenze formazinu. Zákal se vyjadřuje v empirických turbidimetrických formazinových jednotkách (ZF_t), nefelometrických formazinových jednotkách (ZF_n) nebo často dle EN a ISO se využívá FNU (formazin nephelometric unit) či NTU (nephelometric turbidity unit). Všechny výše zmíněné jednotky jsou v ekvivalentním vztahu a jsou si tedy rovny. [49]

Dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., je limitní hodnota zákalu stanovena jako 5 $ZF_{(t, n)}$.

6.4.4 Analytické stanovení pesticidních látek

Pesticidy se značně liší svojí stabilitou – od velmi stabilních chlorovaných pesticidů (doba rozpadu desítky let), přes triaziny (1–2 roky) a fenoxycarboxylové kyseliny (několik měsíců) až po karbamáty (s dobou rozpadu několik týdnů). Často je třeba stanovovat i produkty jejich rozpadu – rezidua, neboť ta mohou být rovněž toxická. Rezidua se mohou lišit podle toho, zda k degradaci (oxidací, UV zářením, půdními bakteriemi) dochází ve vodách, půdě nebo živých organismech. [50]

Pesticidy v půdách jsou obvykle pod hranicí meze stanovitelnosti analytických metod, zatímco pesticidní látky ve vodách jsou obsaženy ve zvýšených hodnotách. Extrakty jsou však zatíženy přítomností velkého množství balastních látek z půdy nebo dalšími kontaminanty, které mohou stanovení pesticidů rušit. Proto bývá nutné zakoncentrování a přečištění. [50]

Pro stanovení pesticidních látek ve vodě se nejčastěji používají metody založené na extrakci kapalina–kapalina nebo extrakci pevnou fází s následnou analýzou chromatografickými metodami, pomocí plynové a kapalinové chromatografie s hmotnostním spektrometrem. [2]

Plynová chromatografie

Tato metoda je jednou z nejpoužívanějších v oblasti analýzy pesticidních látek ve vodě. Hlavními výhodami jsou rychlost, flexibilita, nejvyšší separační účinnost a možnost využití selektivních detektorů. [51]

Plynová chromatografie je však omezena pouze na látky, které jsou dostatečně tepelně stabilní, polárnější či iontové látky se musí derivatizovat. [2]

Kapalinová chromatografie

Metoda vhodná pro pesticidní látky s nízkou těkavostí, vysokou polaritou a termolabilitou. [51]

Kapalinová chromatografie s hmotnostním spektrometrem má větší rozsah použitelnosti. Při využití systému je možné vzorky analyzovat metodou přímého nástřiku vzorku, samotný vzorek není zakoncentrován ani přečišťován, zahrnuje tak pouze přídavek extrakčních standardů, odstranění mechanických částic odstředěním a následnou filtraci vzorku a konečnou úpravu pH. [2]

7 VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU

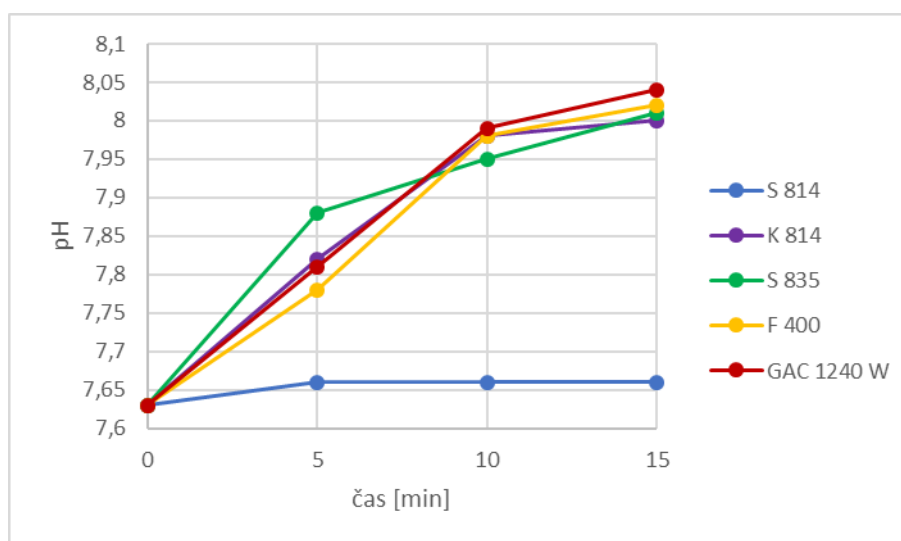
Rozbor pesticidních látek byl proveden Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě s pobočkou v Olomouci. Celkem bylo k rozboru odesláno 32 vzorků, z toho 30 vzorků upravené vody a 2 vzorky vody surové. S požadavkem na stanovení metabolitních látek pro 31 vzorků vody a pro vzorek surové vody z Ivančic byl vznesen požadavek na kompletní rozbor jak pesticidních látek, tak i jejich metabolitů. V případě Ivančic to bylo z důvodu neznalosti pravděpodobného výskytu PL. V průběhu všech laboratorních pokusů byly měřeny hodnoty pH, zákalu a teploty. Výsledné hodnoty s průběhy jsou uvedeny v následujících částech práce.

pH

Průběh naměřených hodnot pH je kromě vzorku aktivního uhlí S 814, který po prvotním nárůstu pH má následující hodnoty v měřených časech u vody z Ivančic konstantní a vzorku z Olešanky s nepatrným nárůstem, u ostatních druhů aktivního uhlí v obou případech poměrně podobný.

Tab. 7.1 Srovnání průběhu pH u jednotlivých materiálů – Ivančice

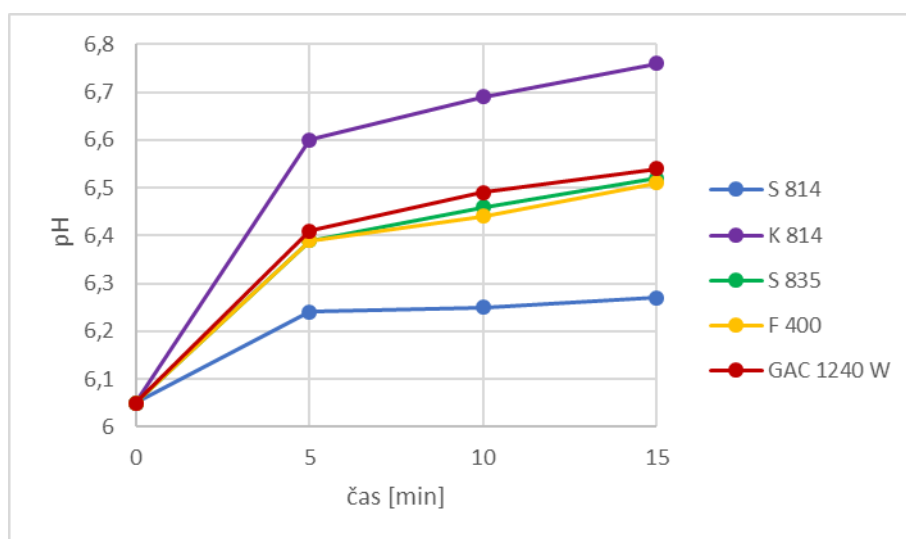
Vzorek:	Ivančice - upravená voda				
Materiál:	S 814	K 814	S 835	F 400	GAC 1240 W
čas	pH				
min	-				
0	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
5	7,66	7,82	7,88	7,78	7,81
10	7,66	7,98	7,95	7,98	7,99
15	7,66	8,00	8,01	8,02	8,04



Graf 7.1 Průběh pH v závislosti na čase adsorpce – Ivančice

Tab. 7.2 Srovnání průběhu pH u jednotlivých materiálů – Olešenka

Vzorek:	Olešenka - upravená voda				
Materiál:	S 814	K 814	S 835	F 400	GAC 1240 W
čas	pH				
min	-				
0	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05
5	6,24	6,60	6,39	6,39	6,41
10	6,25	6,69	6,46	6,44	6,49
15	6,27	6,76	6,52	6,51	6,54



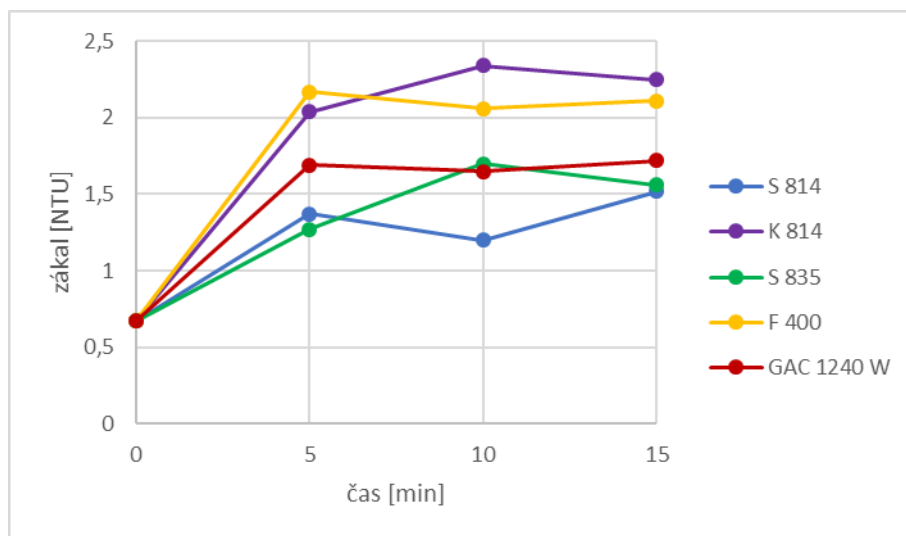
Graf 7.2 Průběh pH v závislosti na čase adsorpce – Olešenka

Zákal

Průběh zákalu byl téměř u všech vzorků i obou modelových vod kolísavý, po aplikaci aktivního uhlí došlo v čase 5 minut k nárůstu zákalu. V 10. minutě se v pěti případech hodnota zvýšila a v pěti snížila. V 15. minutě lze pozorovat, kromě produktů GAC 1240 W a S 814 u vody z Olešenky, kde docházelo k postupnému klesání zákalu již od 5. minuty a produktu K 814 také u vzorku z Olešenky, kde docházelo naopak k postupnému zvýšení, opačný proces. U vzorků, u nichž došlo v 10. minutě ke zvýšení turbidity, byl v 15. minutě zjevný pokles a u těch, jenž nastal nejprve pokles, následovalo patrné zvýšení zákalu.

Tab. 7.3 Srovnání průběhu zákalu u jednotlivých materiálů – Ivančice

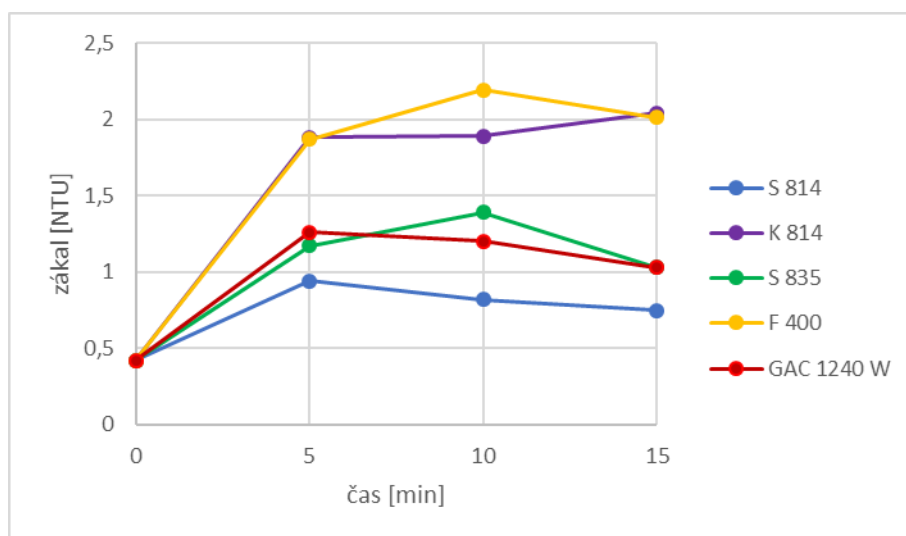
Vzorek:	Ivančice - upravená voda				
Materiál:	S 814	K 814	S 835	F 400	GAC 1240 W
čas	Zákal				
min	NTU				
0	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
5	1,37	2,04	1,27	2,17	1,69
10	1,20	2,34	1,70	2,06	1,65
15	1,52	2,25	1,56	2,11	1,72



Graf 7.3 Průběh zákalu v závislosti na čase adsorpce – Ivančice

Tab. 7.4 Srovnání průběhu zákalu u jednotlivých materiálů – Olešenka

Vzorek:	Olešenka - upravená voda				
Materiál:	S 814	K 814	S 835	F 400	GAC 1240 W
čas	Zákal				
min	NTU				
0	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
5	0,94	1,88	1,17	1,87	1,26
10	0,82	1,89	1,39	2,19	1,20
15	0,75	2,04	1,03	2,01	1,03



Graf 7.4 Průběh zákalu v závislosti na čase adsorpce – Olešenka

7.1 VÝSLEDKY ROZBORŮ PESTICIDNÍCH LÁTEK

7.1.1 Vzorek surové vody z Ivančic

Vzorek byl testován na kompletní výskyt pesticidů i jejich metabolitů, jenž je Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě a pobočkou v Olomouci schopen stanovit.

Celkem bylo expertně analyzováno 99 pesticidních látek z toho 89 bylo pod limitní hranicí měřitelnosti ($< 0,025 \mu\text{g/l}$). V následující tabulce jsou zaznamenány pouze ty pesticidní látky, jejichž hranice byla nad mezí stanovitelnosti. Žádná z naměřených látek nepřekročila stanovené limitní hranice a ani se k nim nepřiblížila.

Tab. 7.5 Výskyt pesticidních látek v surové vodě – Ivančice

Název pesticidní látky	Koncentrace $[\mu\text{g/l}]$	Limity dle vyhlášky č.252/2004 a doporučení MZČR $[\mu\text{g/l}]$
acetochlor ESA	0,033	0,1
alachlor ESA	0,086	1
atrazine-hydroxy	0,033	2
chloridazon-desfenyl	0,62	6
chloridazon-metyl-desfenyl	0,14	6
dimetachlor ESA	0,033	0,1
metazachlor ESA	0,46	5
metazachlor OA	0,20	5
metolachlor ESA	0,082	6
terbuthylazin-hydroxy	0,026	0,1

Nízká koncentrace všech stanovených pesticidů je pravděpodobně způsobena tím, že v době odběru vzorku surové vody probíhalo pouze jímání ze zdrojů podzemní vody a celková kvalita tedy nebyla ovlivněna zdrojem povrchové vody, u kterého lze očekávat vyšší koncentrace vyskytujících se pesticidních látek. Dalším faktorem může být nižší výskyt srážek v posledních letech a tím i ovlivněn splach a výluh PL z půdy.

7.1.2 Vzorek surové vody z Olešanky

Vzorek byl testován pouze na metabolity pesticidů, vycházelo se ze znalosti předchozího výskytu reziduí. Laboratorně analyzováno bylo celkem 10 druhů pesticidních látek z toho byly 4 pod limitní hranicí měřitelnosti ($< 0,025 \mu\text{g/l}$). Uvedeny jsou pouze ty, jejichž koncentrace byla nad mezí stanovitelnosti. Dvě z naměřených látek překročily stanovené limitní hranice. Konkrétně se jedná o acetochlor ESA a dimetachlor ESA.

Tab. 7.6 Výskyt pesticidních látek v surové vodě – Olešanka

Název pesticidní látky	Koncentrace [$\mu\text{g/l}$]	Limity dle vyhlášky č.252/2004 a doporučení MZČR [$\mu\text{g/l}$]
acetochlor ESA	0,31	0,1
dimetachlor ESA	0,24	0,1
metazachlor ESA	1,00	5
metazachlor OA	0,37	5
metolachlor ESA	0,41	6
metolachlor OA	0,18	6

7.2 ANALYZOVANÉ METABOLITNÍ PESTICIDNÍ LÁTKY

Acetochlor ESA

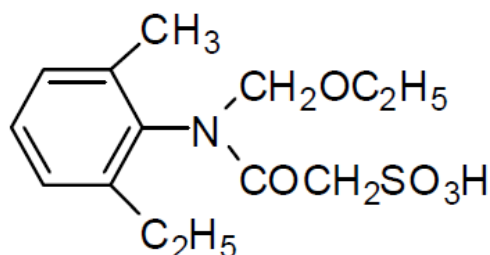
Chemický vzorec: $\text{C}_{14}\text{H}_{21}\text{NO}_5\text{S}$

Jedná se o metabolit účinné látky acetochloru v iontové formě, jehož užívání bylo v roce 2013 zakázáno. I přesto se však dle prováděného monitoringu na některých lokalitách vyskytuje právě relativní metabolit acetochlor ESA, přičemž poločas tohoto metabolitu v půdě je za laboratorních podmínek uváděn v rozpětí 33–148 dnů. [52]

V přírodě obvykle vykazuje střední až vysokou perzistenci. Co se týče mobility v půdě je pro acetochlor ESA vysoká až velmi vysoká. Metabolit se vyskytuje v rostlinách, v půdě a má vysoký louhovací potenciál. [53]

Mateřská látka acetochlor je selektivní herbicidní přípravek k hubení kompletního spektra jednoletých plevelů při použití především na kukuřici, slunečnici a mák. V přírodě je výrazně metabolizován hydrolýzou a působením mikroorganismů. [53]

Metabolit acetochlor ESA je vzhledem k pravděpodobné karcinogenitě acetochloru a k podobnosti s mateřskou látkou považován za toxikologicky relevantní. [53]



Obr. 7.1 Strukturní vzorec acetochloru ESA [54]

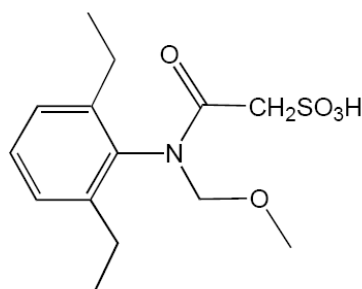
Alachlor ESA

Chemický vzorec: $C_{14}H_{21}NO_5S$

Mateřská látka alachlor je herbicid používající se k likvidaci plevelů především na polích s řepkou olejkou, kukuřicí a slunečnicí. Alachlor je vysoce toxický pro vodní organizmy, je schopen bioakumulace v potravních řetězcích. Člověk je alachloru vystaven především při neopatrné manipulaci s tímto pesticidem. Riziko představuje i kontaminovaná voda a potraviny. Při expozici dochází k podráždění kůže a sliznic, může docházet k poškození endokrinního (hormonálního) systému a poškození jater a ledvin. [55]

Alachlor je díky své rozpustnosti v prostředí velmi mobilní. V atmosféře dochází k rozkladu alachloru pomocí fotolýzy přibližně do 2 hodin. V půdě je herbicid mobilní, ale poměrně rychle biodegraduje (v řádech několika dnů). [55]

Pro své negativní účinky je v celé EU zakázán a je zařazen mezi karcinogeny kategorie 3. Metabolit alachlor ESA je zařazen na seznamu posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů. [55]



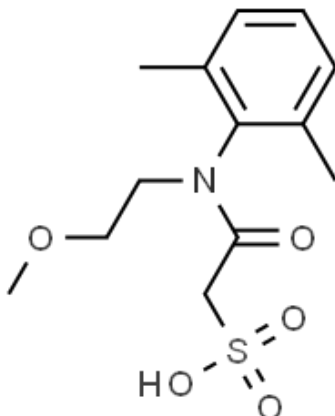
Obr. 7.2 Strukturní vzorec alachloru ESA [56]

Dimetachlor ESA

Chemický vzorec: $C_{13}H_{19}NO_5S$

Mateřská látka dimetachlor je organochlorová sloučenina z řady selektivních herbicidů, které zabraňují klíčení plevelů a způsobují inhibici syntézy mastných kyselin. Aktuálně je schválen ve většině zemí EU, mimo jiné i v ČR. [57]

Metabolit dimetachlor ESA je vzhledem k podobnosti s mateřskou látkou považován za toxikologicky relevantní.



Obr. 7.3 Strukturní vzorec dimetachloru ESA [58]

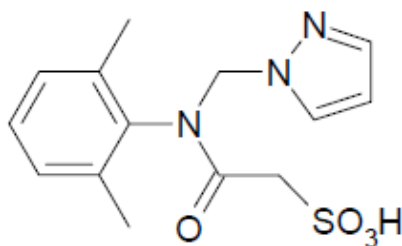
Metazachlor ESA

Chemický vzorec: $C_{14}H_{17}N_3O_4S$

Metazachlor je často užívaný herbicid. V povrchových i podzemních vodách se může vyskytovat ve vysokých koncentracích. Jedná se o selektivní herbicid, který svým působením inhibuje klíčení semen. Využívá se při pěstování kukuřice, brambor či slunečnice. [59]

Za normálních podmínek je metazachlor stabilní v usazeném koncentrátu, je to způsobeno nízkou rychlostí hydrolýzy. Má nízkou akutní toxicitu. Nemá nebezpečný pro půdní mikroflóru, pro vodní živočichy je středně toxický. [59]

Metabolit metazachlor ESA je zařazen na seznamu posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů.



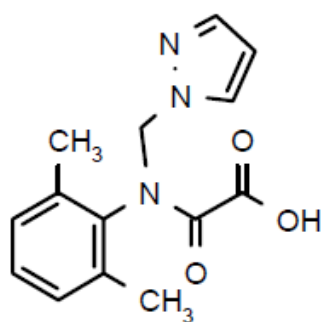
Obr. 7.4 Strukturní vzorec metazachloru ESA [60]

Metazachlor OA

Chemický vzorec: $C_{14}H_{15}N_3O_3$

Stejně jako metazachlor ESA vzniká rozkladem metazachloru.

Metabolit metazachlor OA je zařazen na seznamu posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů.



Obr. 7.5 Strukturní vzorec metazachloru OA [61]

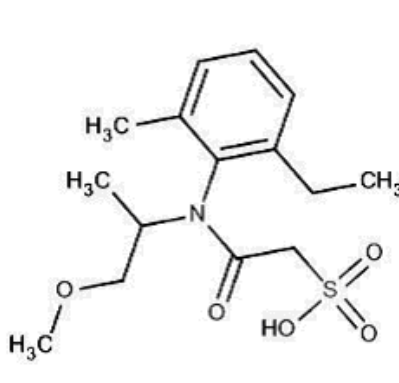
Metolachlor ESA

Chemický vzorec: $C_{15}H_{23}NO_5S$

Pesticidní látka metolachlor patří mezi chloracetanilidové pesticidní látky. Jedná se o selektivní herbicidní přípravek k hubení kompletního spektra jednoletých plevelů s aplikací především na kukuřici, ale i brambory, sóju, okrasné dřeviny. [53]

Metolachlor je rezistentní vůči degradaci, která je ovlivněna mnoha faktory (vlhkost, teplota, typ půdy, sluneční světlo, nitrifikace, fotodegradace, hydrolýza, mikrobiota). Má vysoký louhovací potenciál a nízkou perzistenci v půdě. [53]

Metabolit metolachlor ESA je zařazen na seznamu posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů.



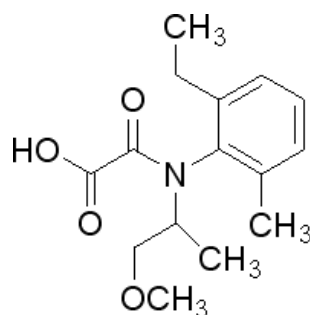
Obr. 7.6 Strukturální vzorec metolachloru ESA [62]

Metolachlor OA

Chemický vzorec: $C_{15}H_{21}NO_4$

Stejně jako metolachlor ESA je reziduem metolachloru.

Metabolit metolachlor OA je zařazen na seznamu posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů.



Obr. 7.7 Strukturální vzorec metolachloru OA [63]

7.3 VYHODNOCENÍ TESTOVANÉHO AKTIVNÍHO UHLÍ

Vyhodnocení vychází z výsledku jednotlivých analyzovaných vzorků. Pro vyjádření účinnosti vzhledem ke koncentraci byl použit vzorec [64]:

$$\eta = \frac{C_{RW} - C_F}{C_{RW}} \quad (6.1)$$

kde:

η účinnost odstranění kontaminace

C_{RW} koncentrace kontaminace v surové vodě [$\mu\text{g/l}$]

C_F koncentrace kontaminace po filtraci [$\mu\text{g/l}$]

7.3.1 Vyhodnocení S 814

Ivančice – koncentrace PL látek po úpravě

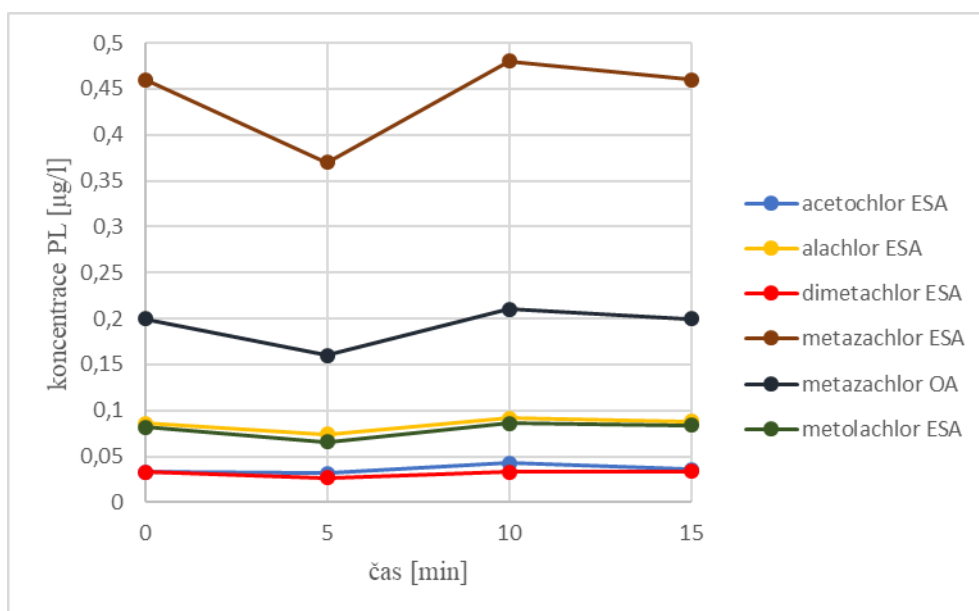
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,2 °C vzrostla na 20,3 °C při sledování v 5 a 10 minutách a v 15 minutách byla naměřena teplota upravené vody 20,4 °C.

Hodnota pH vzrostla ze 7,63 na hodnotu 7,66 po úpravě, jenž byla naměřena ve všech třech časech odběru.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,67 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 1,37 NTU, v 10. minutě následoval pokles na 1,20 NTU a v 15. minutě znovu vzrostl na 1,52 NTU.

Tab. 7.7 Koncentrace PL po filtraci – S 814 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,033	0,032	0,043	0,036
alachlor ESA	0,086	0,074	0,092	0,088
dimetachlor ESA	0,033	0,027	0,033	0,034
metazachlor ESA	0,46	0,37	0,48	0,46
metazachlor OA	0,20	0,16	0,21	0,20
metolachlor ESA	0,082	0,066	0,086	0,084



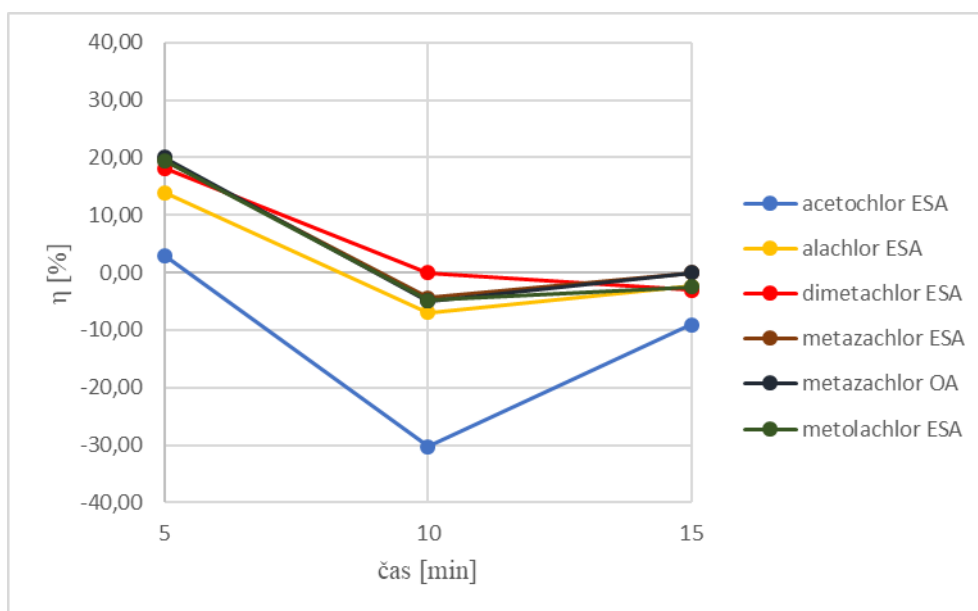
Graf 7.5 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 814 – Ivančice

Ivančice – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.8 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 814 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	3,03	-30,30	-9,09
alachlor ESA	13,95	-6,98	-2,33
dimetachlor ESA	18,18	0,00	-3,03
metazachlor ESA	19,57	-4,35	0,00
metazachlor OA	20,00	-5,00	0,00
metolachlor ESA	19,51	-4,88	-2,44

Pro vzorek z Ivančic se účinnost stanovovaná u vybraných pesticidních látek pohybovala v rozmezí od - 30,30 % do 20,00 % a to v různých časových intervalech. Nejvyšší účinnosti bylo dosaženo po 5 minutách, kdy se účinnost pohybovala v intervalu od 3,03 % do 20,00 %. V následujícím časovém kroku se koncentrace PL nesnižovala, naopak docházelo ke zpětnému zvyšování. V posledním časovém kroku je u většiny pesticidů (vyjma dimetachloru ESA) pozorována znovu drobná adsorpce.



Graf 7.6 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 814 – Ivančice

Olešenka – koncentrace PL látek po úpravě

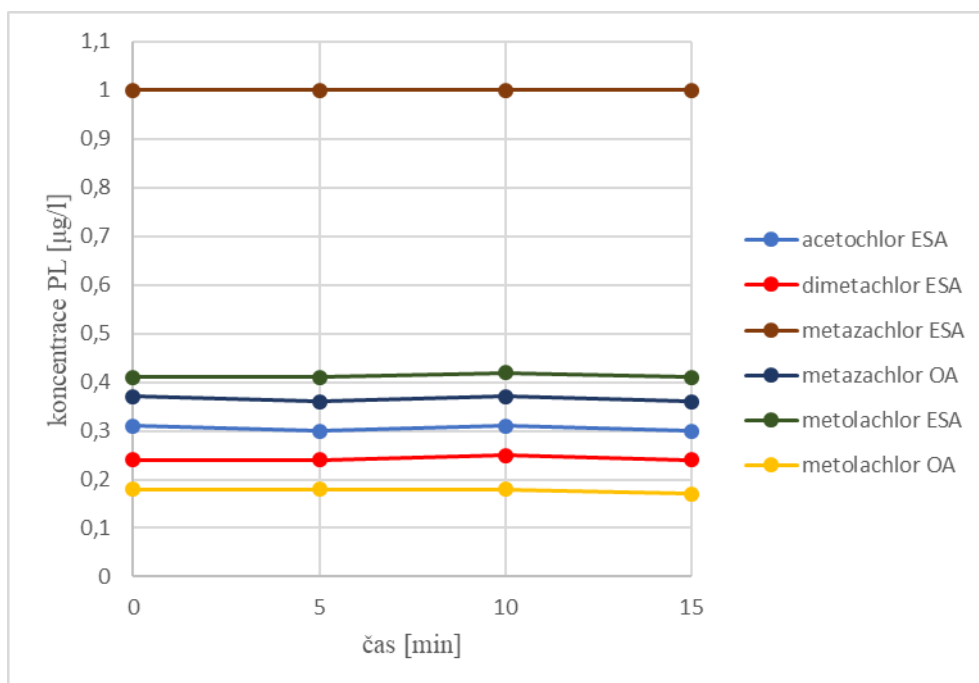
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,3 °C vzrostla na 20,5 °C v čase 5 minut. Po 10 a 15 minutách byla naměřena teplota upravené vody 20,6 °C.

Hodnota pH vzrostla ze 6,05 na hodnotu 6,24 v 5. minutě. V 10. a 15. minutě došlo k nepatrnému nárůstu pH na 6,25; respektive 6,27.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,42 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 0,94 NTU, v 10. minutě následoval pokles na 0,82 NTU a v 15. minutě znovu poklesl na 0,75 NTU.

Tab. 7.9 Koncentrace PL po filtraci – S 814 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,31	0,30	0,31	0,30
dimetachlor ESA	0,24	0,24	0,25	0,24
metazachlor ESA	1,00	1,00	1,00	1,00
metazachlor OA	0,37	0,36	0,37	0,36
metolachlor ESA	0,41	0,41	0,42	0,41
metolachlor OA	0,18	0,18	0,18	0,17



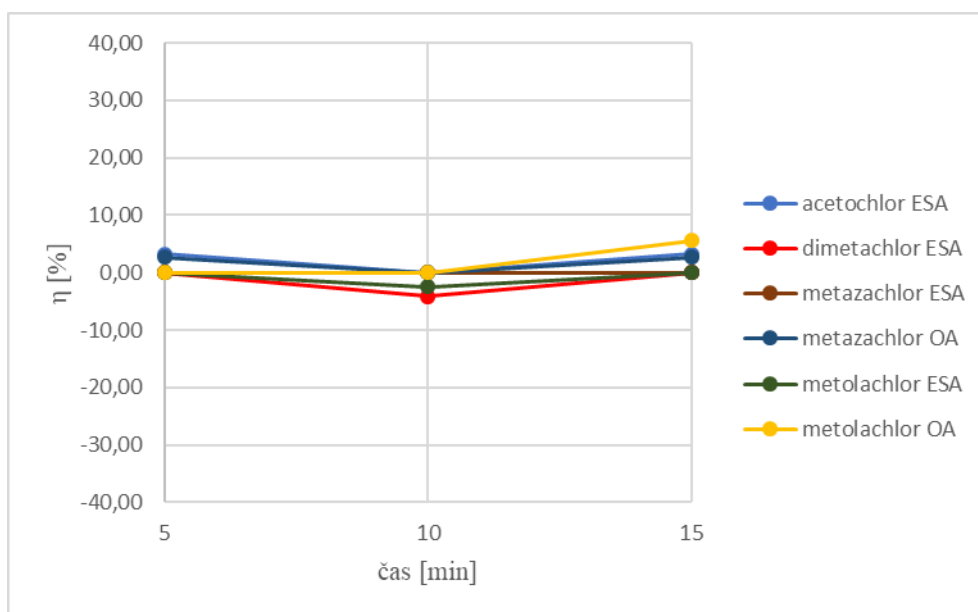
Graf 7.7 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 814 – Olešenka

Olešenka – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.10 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 814 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	3,23	0,00	3,23
dimetachlor ESA	0,00	-4,17	0,00
metazachlor ESA	0,00	0,00	0,00
metazachlor OA	2,70	0,00	2,70
metolachlor ESA	0,00	-2,44	0,00
metolachlor OA	0,00	0,00	5,56

U vzorku z Olešenky se účinnost ve všech sledovaných časových krocích pohybovala od -4,17 % do 5,56 %.



Graf 7.8 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 814 – Olešenka

7.3.2 Vyhodnocení K 814

Ivančice – koncentrace PL látek po úpravě

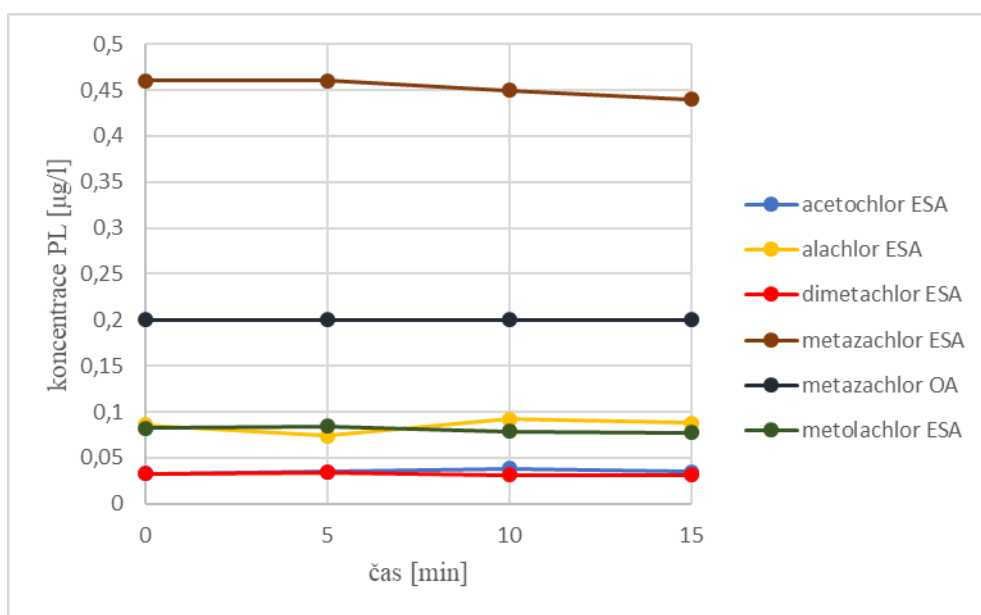
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,2 °C vzrostla na 20,3 °C v čase 5 minut. Po 10 a 15 minutách byla naměřena teplota upravené vody 20,4 °C.

Hodnota pH z počátečních 7,63 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 7,82; v 10. minutě na 7,98 a v 15. minutě na 8,00.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,67 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 2,04 NTU, v 10. minutě následoval růst na 2,34 NTU a v 15. minutě se snížil na 2,25 NTU

Tab. 7.11 Koncentrace PL po filtraci – K 814 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,033	0,035	0,038	0,035
alachlor ESA	0,086	0,082	0,087	0,085
dimetachlor ESA	0,033	0,034	0,031	0,031
metazachlor ESA	0,46	0,46	0,45	0,44
metazachlor OA	0,20	0,20	0,20	0,20
metolachlor ESA	0,082	0,084	0,079	0,077



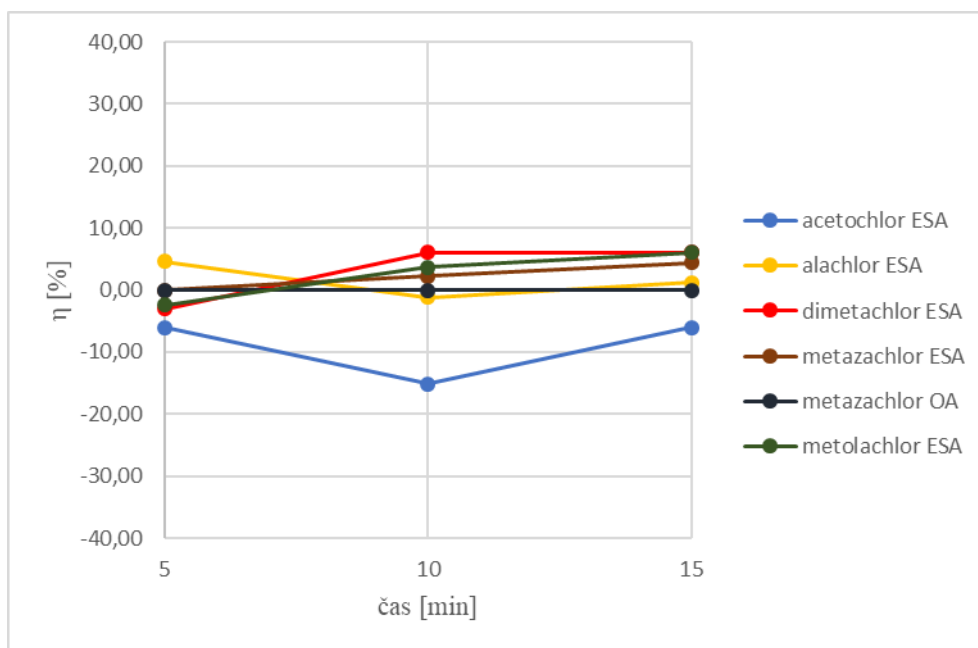
Graf 7.9 Průběh koncentrace PL po filtraci – K 814 – Ivančice

Ivančice – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.12 Účinnost odstranění PL po filtraci – K 814 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	-6,06	-15,15	-6,06
alachlor ESA	4,65	-1,16	1,16
dimetachlor ESA	-3,03	6,06	6,06
metazachlor ESA	0,00	2,17	4,35
metazachlor OA	0,00	0,00	0,00
metolachlor ESA	-2,44	3,66	6,10

V upravované vodě z Ivančic byla zjištěna účinnost v rozptylu od -15,15 % do 6,10 %.



Graf 7.10 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – K 814 – Ivančice

Olešenka – koncentrace PL látek po úpravě

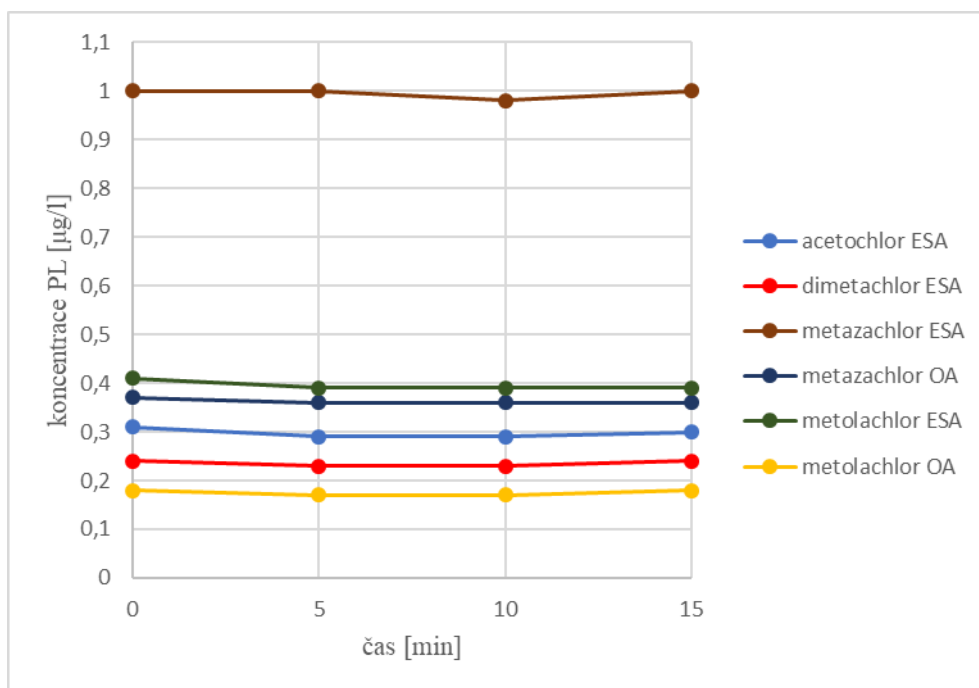
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,3 °C vzrostla na 20,5 °C při sledování v 5 a 10 minutách. V 15 minutách byla naměřena teplota upravené vody 20,6 °C.

Hodnota pH z počátečních 6,05 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 6,60; v 10. minutě na 6,69 a v 15. minutě na 6,76.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,42 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 1,88 NTU, v 10. minutě následoval růst na 1,89 NTU a v 15. minutě znovu narostl na 2,04 NTU.

Tab. 7.13 Koncentrace PL po filtraci – K 814 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,31	0,29	0,29	0,30
dimetachlor ESA	0,24	0,23	0,23	0,24
metazachlor ESA	1,00	1,00	0,98	1,00
metazachlor OA	0,37	0,36	0,36	0,36
metolachlor ESA	0,41	0,39	0,39	0,39
metolachlor OA	0,18	0,17	0,17	0,18



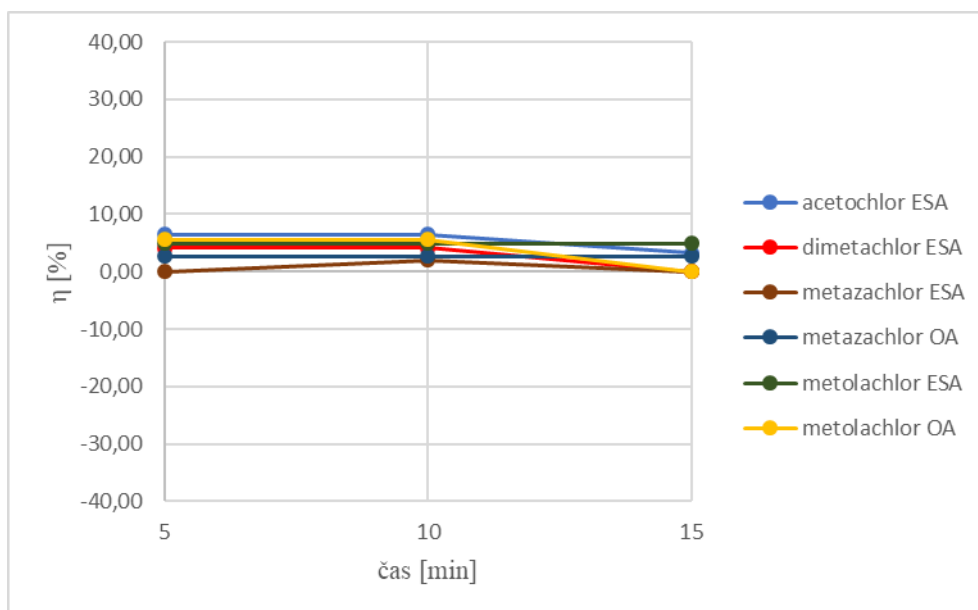
Graf 7.11 Průběh koncentrace PL po filtraci – K 814 – Olešenka

Olešenka – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.14 Účinnost odstranění PL po filtraci – K 814 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	6,45	6,45	3,23
dimetachlor ESA	4,17	4,17	0,00
metazachlor ESA	0,00	2,00	0,00
metazachlor OA	2,70	2,70	2,70
metolachlor ESA	4,88	4,88	4,88
metolachlor OA	5,56	5,56	0,00

Pro vzorek z Olešenky se účinnost odstranění pesticidů pohybovala v maximálním rozsahu od 0,00 % do 6,45 %.



Graf 7.12 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – K 814 – Olešenka

7.3.3 Vyhodnocení S 835

Ivančice – koncentrace PL látek po úpravě

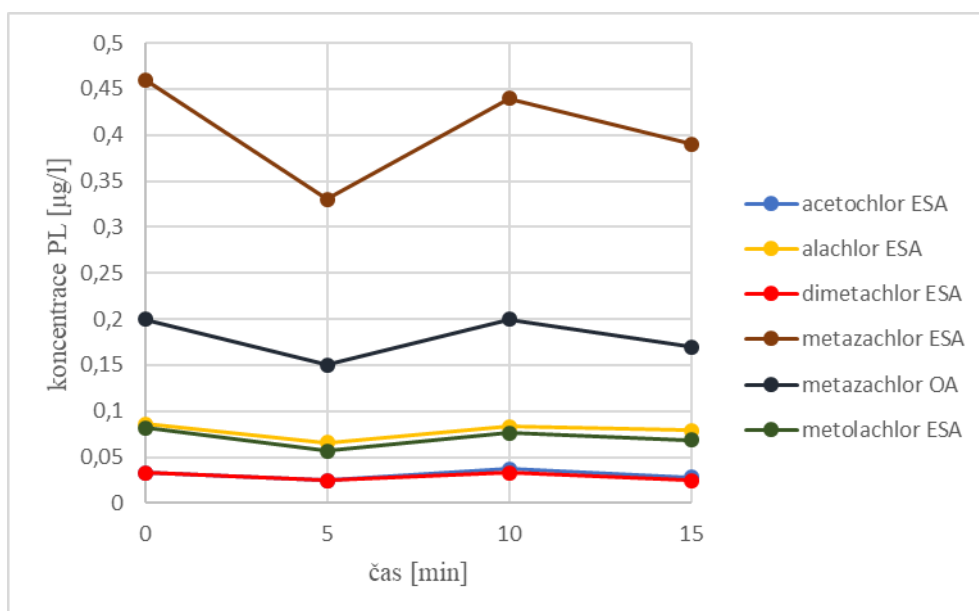
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,2 °C vzrostla na 20,4 °C v čase 5 minut. Po 10 a 15 minutách byla naměřena teplota upravené vody 20,5 °C.

Hodnota pH z počátečních 7,63 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 7,88; v 10. minutě na 7,95 a v 15. minutě na 8,01.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,67 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 1,27 NTU, v 10. minutě následoval růst na 1,70 NTU a v 15. minutě se snížil na 1,56 NTU.

Tab. 7.15 Koncentrace PL po filtraci – S 835 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,033	0,025	0,037	0,028
alachlor ESA	0,086	0,066	0,083	0,079
dimetachlor ESA	0,033	0,025	0,033	0,025
metazachlor ESA	0,46	0,33	0,44	0,39
metazachlor OA	0,20	0,15	0,20	0,17
metolachlor ESA	0,082	0,057	0,076	0,069



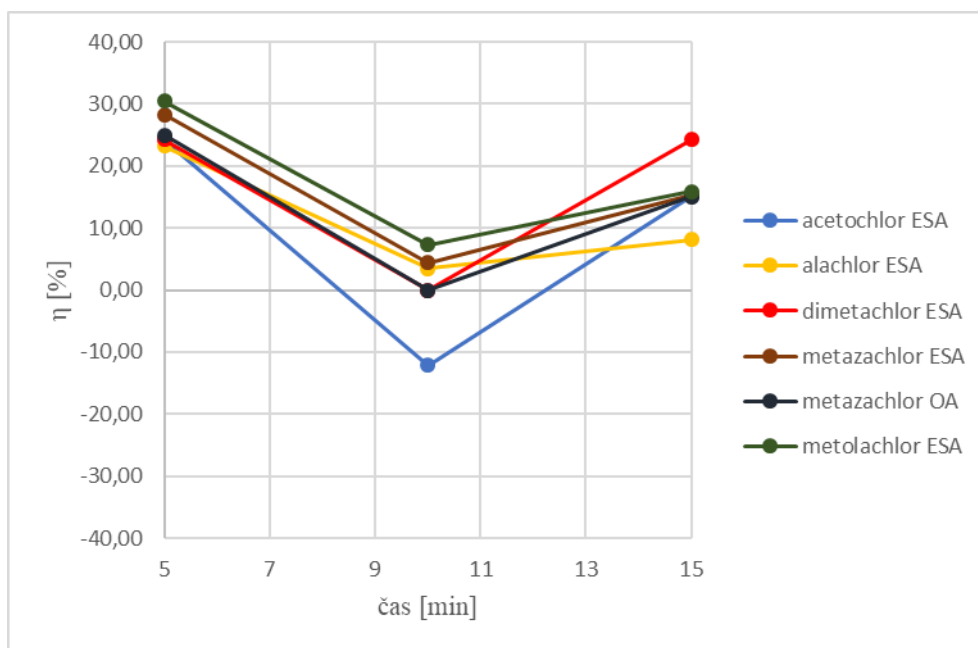
Graf 7.13 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 835 – Ivančice

Ivančice – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.16 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 835 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	24,24	-12,12	15,15
alachlor ESA	23,26	3,49	8,14
dimetachlor ESA	24,24	0,00	24,24
metazachlor ESA	28,26	4,35	15,22
metazachlor OA	25,00	0,00	15,00
metolachlor ESA	30,49	7,32	15,85

U vzorku z Ivančic se účinnost stanovovaná u vybraných pesticidních látek pohybovala v rozmezí od -12,12 % do 30,49 % a to v různých časových intervalech. Nejvyšší účinnosti bylo dosaženo po 5 minutách, kdy se účinnost pohybovala v intervalu od 23,26 % do 30,49 %. V následujícím časovém kroku nedošlo ke snížení koncentrace pesticidních látek, naopak docházelo ke zpětnému zvyšování. V posledním časovém kroku se znovu koncentrace PL snížila, a to s rozsahem účinnosti odstranění od 8,14 % do 24,24 %.



Graf 7.14 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 835 – Ivančice

Olešenka – koncentrace PL látek po úpravě

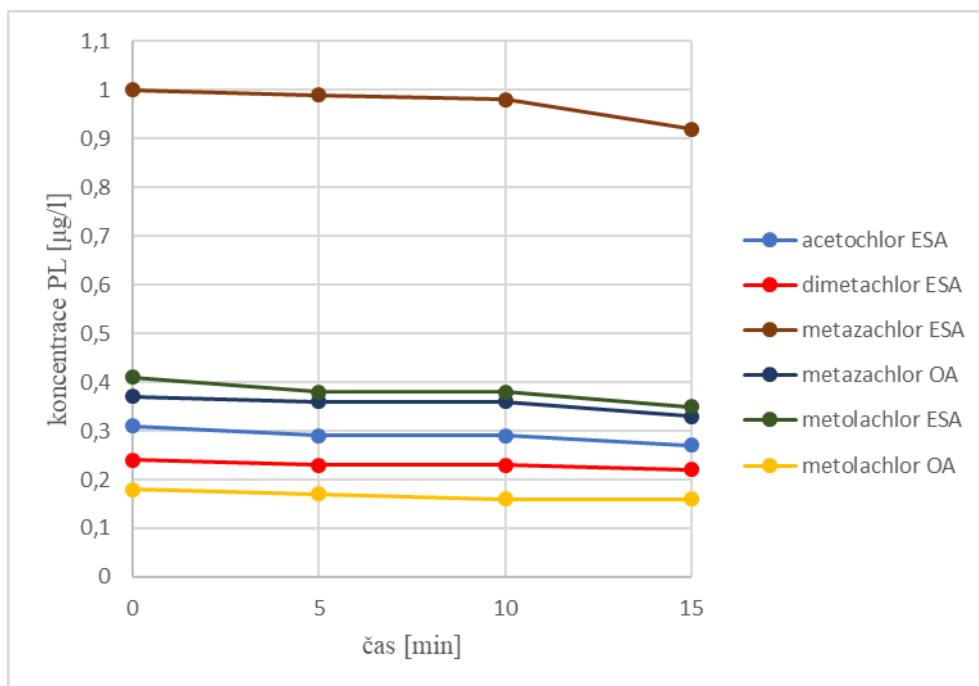
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,3 °C vzrostla na 20,5 °C a platila pro všechny tři sledované časové úseky.

Hodnota pH z počátečních 6,05 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 6,39; v 10. minutě na 6,46 a v 15. minutě na 6,52.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,42 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 1,17 NTU, v 10. minutě následoval růst na 1,39 NTU a v 15. minutě snížení na 1,03 NTU.

Tab. 7.17 Koncentrace PL po filtraci – S 835 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,31	0,29	0,29	0,27
dimetachlor ESA	0,24	0,23	0,23	0,22
metazachlor ESA	1,00	0,99	0,98	0,92
metazachlor OA	0,37	0,36	0,36	0,33
metolachlor ESA	0,41	0,38	0,38	0,35
metolachlor OA	0,18	0,17	0,16	0,16



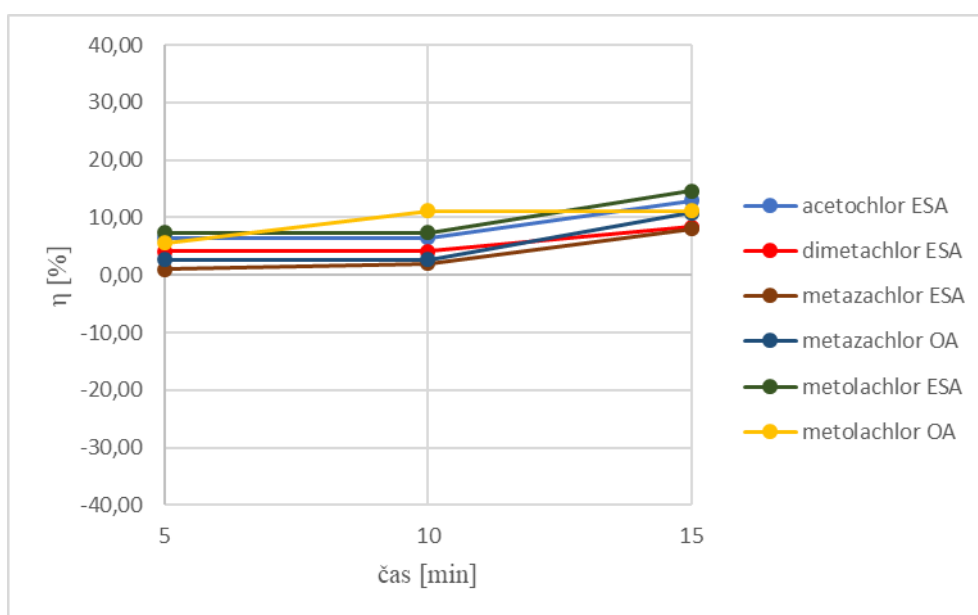
Graf 7.15 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 835 – Olešenka

Olešenka – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.18 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 835 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	6,45	6,45	12,90
dimetachlor ESA	4,17	4,17	8,33
metazachlor ESA	1,00	2,00	8,00
metazachlor OA	2,70	2,70	10,81
metolachlor ESA	7,32	7,32	14,63
metolachlor OA	5,56	11,11	11,11

Ve vzorcích upravené vody z Olešenky se stanovená účinnost nacházela v rozmezí od 1,00 % do 14,63 % ve všech časových krocích. V 5. minutě byla účinnost v intervalu od 1,00 % do 7,32 %. V 10. minutě se účinnost nepatrně zvýšila a pohybovala se od 2,00 % do 11,11 %. V 15. minutě byla účinnost nejvýraznější a to od 8,00 % do 14,63 %.



Graf 7.16 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 835 – Olešenka

7.3.4 Vyhodnocení F 400

Ivančice – koncentrace PL látek po úpravě

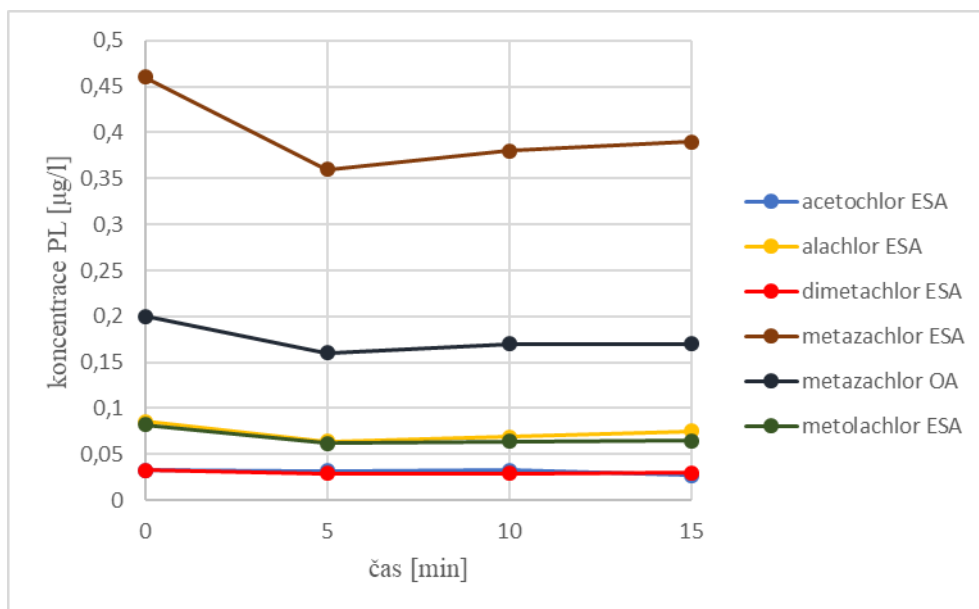
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,2 °C vzrostla na 20,4 °C a platila pro všechny tři sledované časové úseky.

Hodnota pH z počátečních 7,63 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 7,78; v 10. minutě na 7,98 a v 15. minutě na 8,02.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,67 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 2,17 NTU, v 10. minutě následoval pokles na 2,06 NTU a v 15. minutě znovu vzrostl na 2,11 NTU.

Tab. 7.19 Koncentrace PL po filtraci – F 400 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,033	0,032	0,033	0,027
alachlor ESA	0,086	0,064	0,069	0,075
dimetachlor ESA	0,033	0,029	0,029	0,03
metazachlor ESA	0,46	0,36	0,38	0,39
metazachlor OA	0,20	0,16	0,17	0,17
metolachlor ESA	0,082	0,062	0,064	0,065



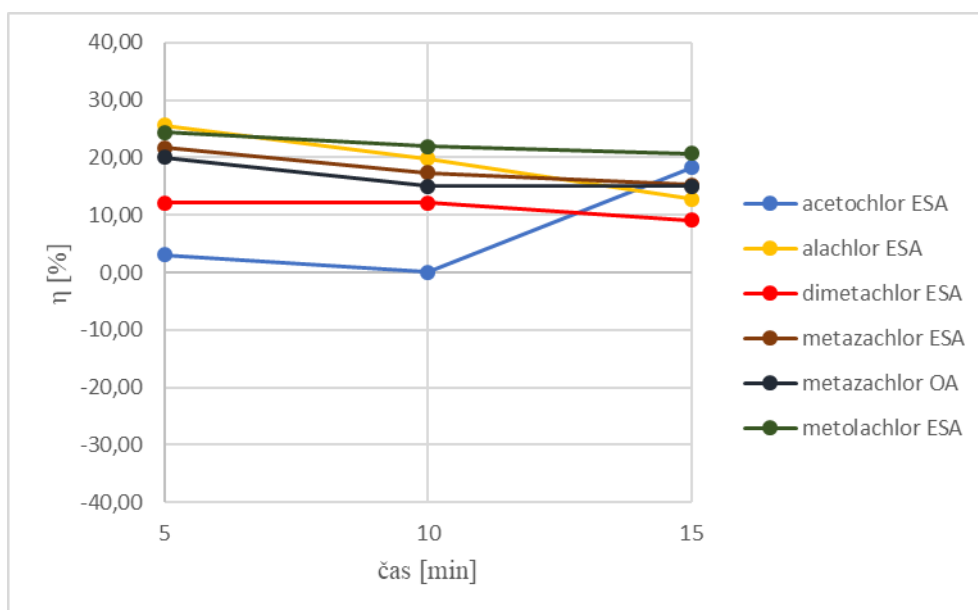
Graf 7.17 Průběh koncentrace PL po filtraci – F 400 – Ivančice

Ivančice – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.20 Účinnost odstranění PL po filtraci – F 400 – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	3,03	0,00	18,18
alachlor ESA	25,58	19,77	12,79
dimetachlor ESA	12,12	12,12	9,09
metazachlor ESA	21,74	17,39	15,22
metazachlor OA	20,00	15,00	15,00
metolachlor ESA	24,39	21,95	20,73

Pro vzorek z Ivančic se účinnost stanovovaná u vybraných pesticidních látek pohybovala v rozmezí od 0,00 % do 25,58 % v různých časových intervalech. Nejvyšší účinnosti bylo dosaženo po 5 minutách, kdy se účinnost pohybovala v intervalu od 3,03 % do 25,58 %. V následujícím časovém kroku se účinnost nacházela v rozmezí od 0,00 % do 21,95 %. V poslední 15. minutě odběru byla účinnost od 9,09 % do 20,73 %.



Graf 7.18 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – F 400 – Ivančice

Olešenka – koncentrace PL látek po úpravě

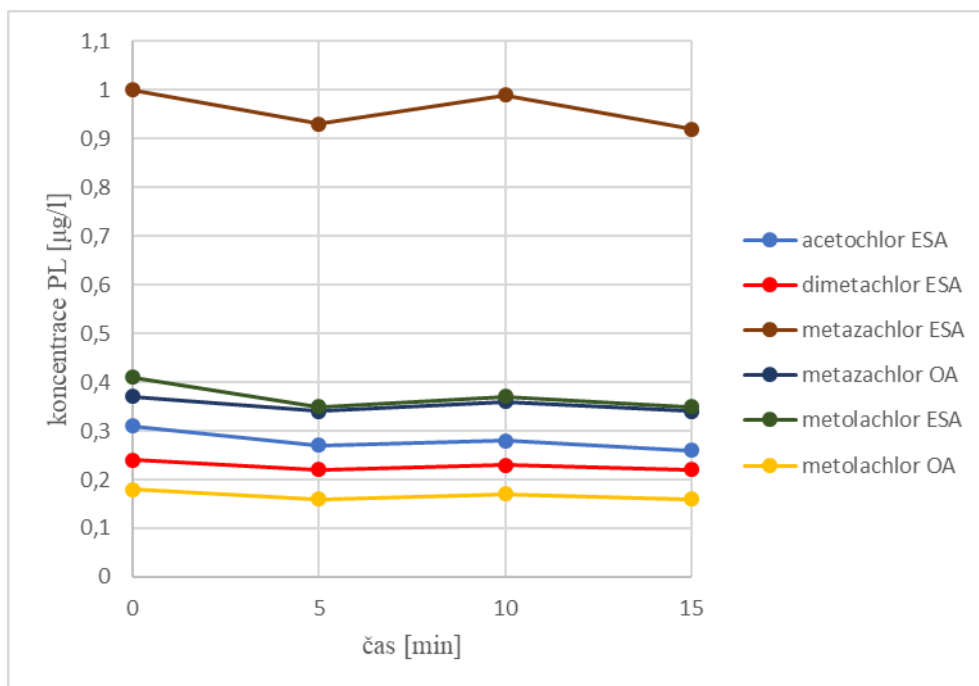
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,3 °C vzrostla na 20,5 °C a platila pro všechny tři sledované časové úseky.

Hodnota pH z počátečních 6,05 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 6,39; v 10. minutě na 6,44 a v 15. minutě na 6,51.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,42 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 1,87 NTU, v 10. minutě následoval růst na 2,19 NTU a v 15. minutě poklesl na 2,01 NTU.

Tab. 7.21 Koncentrace PL po filtraci – F 400 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,31	0,27	0,28	0,26
dimetachlor ESA	0,24	0,22	0,23	0,22
metazachlor ESA	1,00	0,93	0,99	0,92
metazachlor OA	0,37	0,34	0,36	0,34
metolachlor ESA	0,41	0,35	0,37	0,35
metolachlor OA	0,18	0,16	0,17	0,16



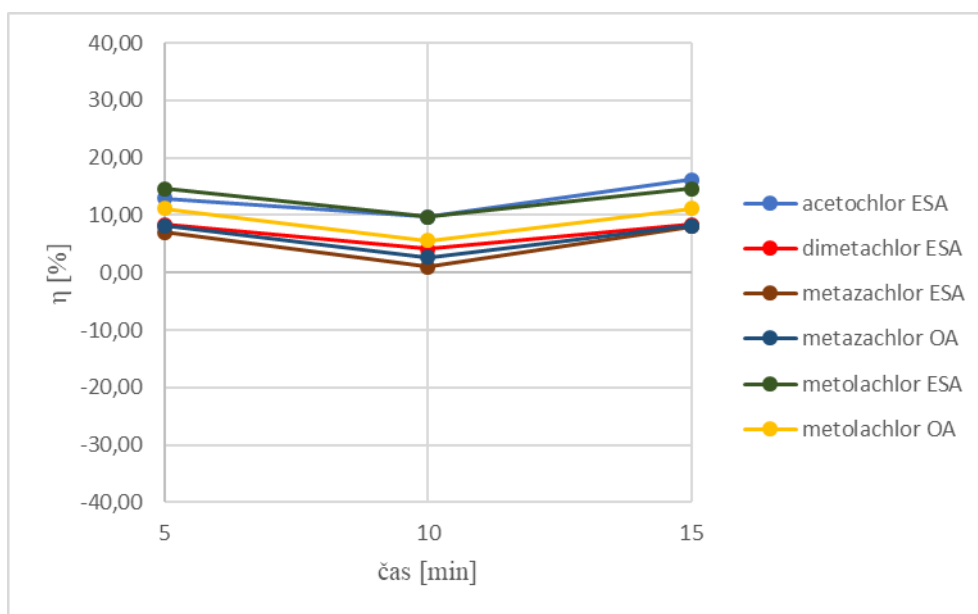
Graf 7.19 Průběh koncentrace PL po filtraci – F 400 – Olešenka

Olešenka – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.22 Účinnost odstranění PL po filtraci – F 400 – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	12,90	9,68	16,13
dimetachlor ESA	8,33	4,17	8,33
metazachlor ESA	7,00	1,00	8,00
metazachlor OA	8,11	2,70	8,11
metolachlor ESA	14,63	9,76	14,63
metolachlor OA	11,11	5,56	11,11

U vzorku z Olešenky se účinnost stanovovaná u vybraných pesticidních látek pohybovala v rozmezí od 1,00 % do 16,13 % a to v různých časových intervalech. Po 5 minutách se účinnost pohybovala v intervalu od 7,00 % do 14,63 %. V následujícím časovém kroku došlo ke zvýšení koncentrace, kdy byla účinnost odstranění od 1,00 % do 9,76 %. V posledním časovém kroku se znovu koncentrace PL snížila, a to s rozsahem účinnosti odstranění od 8,0 % do 16,13 %.



Graf 7.20 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – F 400 – Olešenka

7.3.5 Vyhodnocení GAC 1240 W

Ivančice – koncentrace PL látek po úpravě

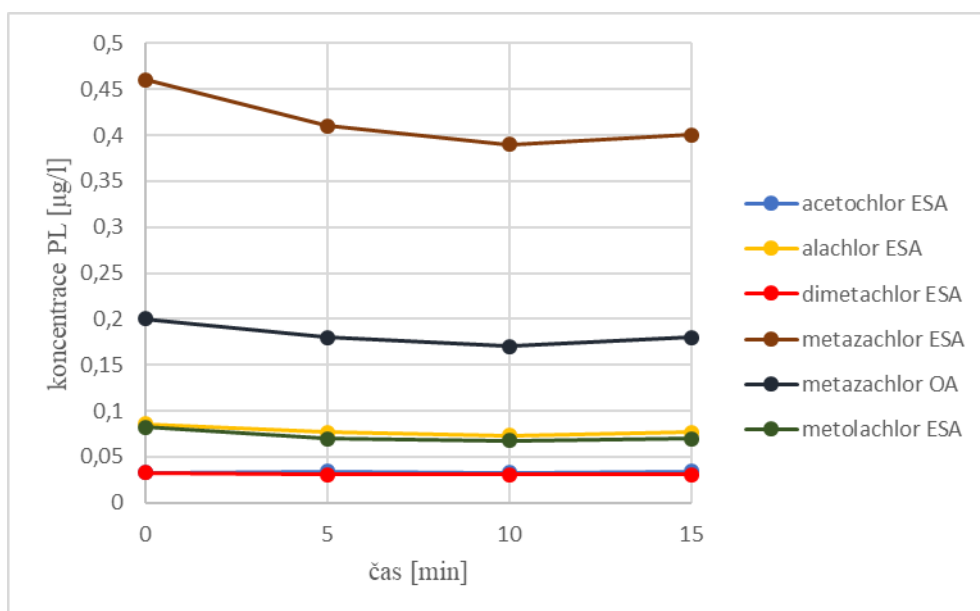
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,2 °C vzrostla na 20,4 °C a platila pro všechny tři sledované časové úseky.

Hodnota pH z počátečních 7,63 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 7,81; v 10. minutě na 7,99 a v 15. minutě na 8,04.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,67 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 1,69 NTU, v 10. minutě následoval pokles na 1,65 NTU a v 15. minutě znovu vzrostl na 1,72 NTU.

Tab. 7.23 Koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,033	0,034	0,033	0,034
alachlor ESA	0,086	0,077	0,073	0,077
dimetachlor ESA	0,033	0,031	0,031	0,031
metazachlor ESA	0,46	0,41	0,39	0,40
metazachlor OA	0,20	0,18	0,17	0,18
metolachlor ESA	0,082	0,07	0,068	0,07



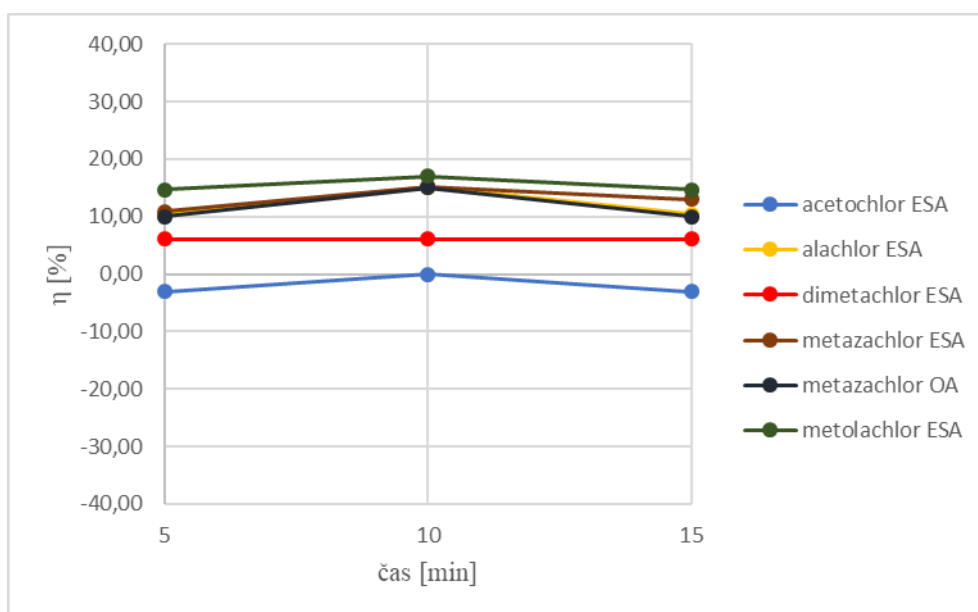
Graf 7.21 Průběh koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice

Ivančice – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.24 Účinnost odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	-3,03	0,00	-3,03
alachlor ESA	10,47	15,12	10,47
dimetachlor ESA	6,06	6,06	6,06
metazachlor ESA	10,87	15,22	13,04
metazachlor OA	10,00	15,00	10,00
metolachlor ESA	14,63	17,07	14,63

Pro vzorek z Ivančic se účinnost stanovovaná u vybraných pesticidních látek pohybovala v rozmezí od -3,03 % do 17,07 % v různých časových intervalech. Po 5 minutách byla účinnost v rozmezí od -3,03 % do 14,63 %. Nejvyšší účinnosti bylo dosaženo po 10 minutách, kdy se účinnost pohybovala v intervalu od 0,00 % do 17,07 %. V posledním časovém kroku po 15 minutách byla účinnost od -3,03 % do 14,63 %.



Graf 7.22 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice

Olešenka – koncentrace PL látek po úpravě

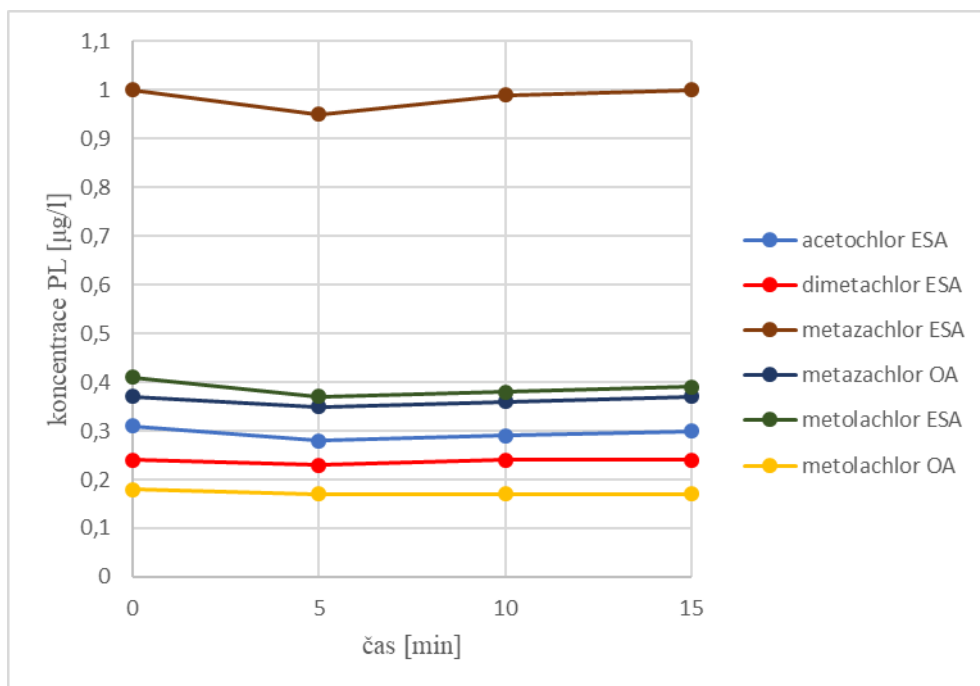
Teplota v průběhu experimentu z původních 20,3 °C vzrostla na 20,5 °C a platila pro všechny tři sledované časové úseky.

Hodnota pH z počátečních 6,05 vzrostla po úpravě v 5. minutě na 6,41; v 10. minutě na 6,49 a v 15. minutě na 6,54.

Zákal u surové vody byl naměřen jako 0,42 NTU. Po 5 minutách vzrostl na 1,26 NTU, v 10. minutě následoval pokles na 1,20 NTU a v 15. minutě znovu poklesl na 1,03 NTU.

Tab. 7.25 Koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]			
	0	5	10	15
	Koncentrace [µg/l]			
acetochlor ESA	0,31	0,28	0,29	0,30
dimetachlor ESA	0,24	0,23	0,24	0,24
metazachlor ESA	1,00	0,95	0,99	1,00
metazachlor OA	0,37	0,35	0,36	0,37
metolachlor ESA	0,41	0,37	0,38	0,39
metolachlor OA	0,18	0,17	0,17	0,17



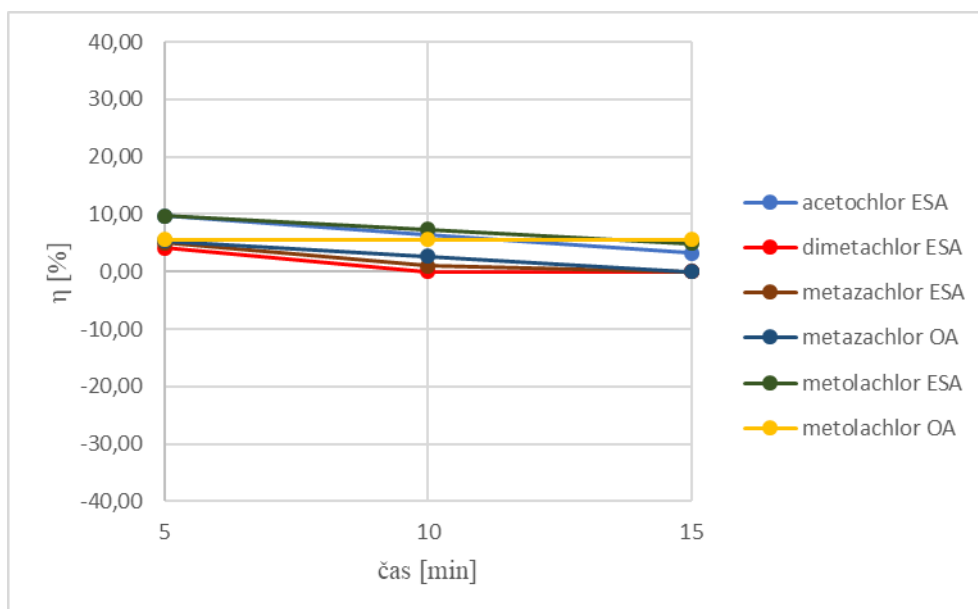
Graf 7.23 Průběh koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka

Olešenka – účinnost odstranění PL látek

Tab. 7.26 Účinnost odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka

Název pesticidní látky	t [min]		
	5	10	15
	η [%]		
acetochlor ESA	9,68	6,45	3,23
dimetachlor ESA	4,17	0,00	0,00
metazachlor ESA	5,00	1,00	0,00
metazachlor OA	5,41	2,70	0,00
metolachlor ESA	9,76	7,32	4,88
metolachlor OA	5,56	5,56	5,56

U vzorku z Olešenky se účinnost stanovovaná u vybraných pesticidních látek pohybovala v rozmezí od 0,00 % do 9,76 % a to v různých časových intervalech. Nejvyšší účinnosti bylo dosaženo po 5 minutách, kdy se účinnost pohybovala v intervalu od 4,17 % do 9,76 %. V následujícím časovém kroku po 10 minutách došlo k mírnému zvýšení koncentrace pesticidních látek, účinnost se pohybovala v rozsahu od 0,00 % do 7,32 %. V 15. minutě se znovu koncentrace PL zvýšila, a to s následným rozsahem účinnosti odstranění od 0,00 % do 5,56 %.



Graf 7.24 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka

8 ZÁVĚR

Z výsledku je patrné, že největší vliv na adsorpci má složení vody, charakter adsorbentu a povaha adsorbované látky. Dle předpokladu by mělo docházet k větší adsorpci v modelové vodě s vyšší počáteční koncentrací pesticidů v tomto případě tedy u modelové vody z Olešenky. Tuto skutečnost však nelze z laboratorních výsledků potvrdit. Adsorpci pesticidů pravděpodobně ovlivňuje výskyt nežádoucích polutantů, které se přednostně adsorbují do mikrostruktury aktivního uhlí a také vlastnosti jednotlivých pesticidů.

Nabízí se srovnání produktů od jednoho výrobce v tomto konkrétním případě od firmy Silcarbon produkty S 814, K 814, S 835. Silcarbon K 814 je aktivní uhlí vyrobené z kokosových skořápek velikost částic je uváděna ve stejném rozmezí jako u Silcarbonu S 814, který je vyráběn z kamenného uhlí. Silcarbon S 835 je také vyráběn z kamenného uhlí, avšak jeho velikost částic je menší než u dvou předchozích produktů a také má menší garantovanou hodnotu specifického povrchu. Silcarbon K 814 má z těchto tří produktů uváděno nejvyšší minimální garantované jodové číslo. Pro dané modelové vody a pesticidní látky obsažené v nich se jeví toto aktivní uhlí jako téměř netečné. Z výsledných hodnot nelze určit dobu, ve které by došlo k výraznějším snížení pesticidů. Průběh koncentrace je v časových krocích téměř lineární. Z produktů od firmy Silcarbon se nejlépe jeví S 835, které pro vodu z Ivančic vykazovalo celkový rozsah účinnosti od -12,12 % do 30,49 % a pro vodu z Olešenky od 1,00 % do 14,63 %. Záporná účinnost je -12,12 % je zřejmě způsobena desorpcí acetochloru ESA. Tato skutečnost potvrzuje fakt, že udávané charakteristiky dostatečně nevystihují chování filtračního materiálu, kdy právě jodové číslo často provozovatelé považují za směrný ukazatel při výběru aktivního uhlí.

Je důležité zdůraznit, že laboratoř uvádí 30% nejistotu měření, která vzhledem k nízkým změnám v koncentracích může mít velký vliv na výsledky měření. Dalším faktorem, který negativně ovlivňuje výsledky je proces desorpce, kdy dochází k uplatňování kompetice mezi jednotlivými polutanty. V tomto případě dochází k částečné náhradě sloučeniny, jež má nižší afinitu k vybranému aktivnímu uhlí než nově adsorbovaná látka. Tyto dva faktory jsou pravděpodobně příčinou stanovených záporných účinností, které vychází ze zvýšených koncentrací po úpravě nad hodnotu v surové vodě.

Z výsledné účinnosti odstranění pesticidních látek pro jednotlivé materiály, kdy nejvyšší hodnoty dosahovalo aktivní uhlí F 400 a to v celkovém intervalu od 0,00 % do 25,58 % pro vodu z Ivančic a od 1,00 % do 16,13 % pro vodu z Olešenky, lze konstatovat, že zvolená dávka 1 g aktivního uhlí se vzhledem k nízkému snížení koncentrace, které neodpovídá již ověřeným faktům o vysoké účinnosti aktivního uhlí na odstranění pesticidních látek, jeví jako nedostačující. Množství 1 g bylo zvoleno s ohledem na eliminaci varianty, kdy by v prvním časovém kroku došlo ke kompletní adsorpci. Snahou bylo zachytit průběh snižování koncentrace s možností následného využití pro případné orientační stanovení kapacity a následné životnosti aktivního uhlí pro testované modelové vody.

Zvolená statická metoda se neukázala, jako úplně vhodná, simuluje spíše aplikaci PAU, jehož využití ve vodárenské praxi není tak časté jako GAU, a její použití se nabízí pro stanovení adsorpčních rovnováh v upravených modelových vodách o známé koncentraci odstraňovaných látek. Tyto údaje s ohledem na různorodost vod však nemají větší vypovídající hodnotu. Proto tuto metodu nelze označit jako vhodnou. Jako vhodnější způsob testování se jeví dynamická metoda, tedy průtok vody přes filtrační kolonu naplněnou vrstvou aktivního uhlí. Tento způsob byl již prováděn na ÚVHO FAST.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] RATHORE, Hamir Singh a Leo M. L. NOLLET, ed. *Pesticides: evaluation of environmental pollution* [online]. Boca Raton: CRC Press, c2012 [cit. 2019-04-07]. ISBN978-1-4398-3624-5.
- [2] ALS Pesticidy. In: ALS Global [online]. Praha: ALS Czech Republic, 2015, 2015 [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.alsglobal.cz/media-cz/pdf/pesticidy-2015.pdf>
- [3] FUČÍK, KULHAVÝ, DUFFKOVÁ a NOVÁK. ZEMĚDĚLSKÝ SVAZ ČR. Ochrana vod z pohledu klimatických změn. Praha: Institut vzdělávání v zemědělství, 2017. ISBN 978-80-87262-82-5. Dostupné také z: https://www.zscr.cz/media/upload/1496745411_sbornik-ochrana-vod-z-pohledu-klimatickych-zmen.pdf
- [4] HLAVÍNEK Petr a ŘÍHA Jaromír. Jakost vody v povodí. 2006. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2815-5.
- [5] KIZLINK, Juraj. Technologie chemických látek: chemický průmysl, koroze, konstrukční materiály, technické plyny, anorganické a organické produkty, dřevo, zpracování uhlí, výroba paliv, petrochemie, pesticidy, tensidy, plasty a kaučuk, různé přísady, katalyzátory, výbušniny, biotechnologie, doprava. Vyd. 3., přeprac. a dopl. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2005. ISBN 80-214-2913-5.
- [6] Metodické doporučení SZÚ: Národního referenčního centra pro pitnou vodu pro hodnocení relevantnosti metabolitů pesticidů v pitné vodě. In: Státní zdravotní ústav [online]. Praha: Státní zdravotnický ústav, 2015 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/Metodicke_doporuceni_NRC_relevance_pesticidu.pdf
- [7] HAJŠLOVÁ, Jana a KOCOUREK, Vladimír. Rezidua pesticidů v ovoci a zelenině možnosti minimalizace [online]. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: http://www.phytopsanitary.org/projekty/2005/VVF_11_2005.pdf
- [8] Vyhláška č. 252/2004 Sb. In: . Praha, 2004, ročník 2004, číslo 252. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252/zneni-20180427>
- [9] Seznam posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů a jejich doporučené limitní hodnoty v pitné vodě. In: Ministerstvo zdravotnictví České republiky [online]. Praha: MZČR, 2018 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/Verejne/obsah/pitna-voda-pesticidy-nerelevantni-metabolity_3170_5.html
- [10] NOVÁK, Pavel, Irena ŠUPLÍKOVÁ, Antonín ZAJÍČEK, Petr FUČÍK, Štěpán MARVAL a Tomáš HEJDUK. Sanace zdrojů hromadného zásobování pitnou vodou ovlivněných pesticidy. In: Časopis SOVAK: 9/2017. Praha: Mgr. Pavel Fučík, 2017, s. 19-24. ISSN 1210-3039.

- [11] Národní akční plán k bezpečnému používání pesticidů v České republice pro 2018 - 2022. In: Praha: Ministerstvo zemědělství, 2018, 955/2018-MZE-17221. Dostupné také z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/udrzitelne-pouzivani-pesticidu/>
- [12] MOULISOVÁ, Alena, Lenka BENDA KOVSKÁ, František KOŽÍŠEK, Adam VAVROUŠ, Hana JELIGOVÁ a Filip KOTAL. Pesticidy a jejich metabolity v pitné vodě. In: Vodní hospodářství [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2017, 2017 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/pesticidy-a-%E2%80%AFjejich-metabolity-pitne-vode/>
- [13] Výsledky plošného sledování vybraných pesticidů a jejich metabolitů v pitné vodě v České republice. In: Státní zdravotní ústav [online]. Praha, 2018 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/szu/akce/materialy/10.10.2017/Kotal_pitna_vod_a_metabolity.pdf
- [14] Rizikovost území z hlediska kontaminace povrchových nebo podzemních vod pesticidy. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/pasporty/rizikove_oblasti.php
- [15] Hydrologická bilance množství a jakosti vody České republiky 2017 [online]. Praha: ČHMÚ, 2018 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: http://voda.chmi.cz/opzv/bilance/zprava_bilance_17.pdf
- [16] HALEŠOVÁ, T. a L. BORŇÁKOVÁ. Monitoring pesticidních látek, srovnání ČR a SR. In: Sborník přednášek, z XVII. konference s mezinárodní účastí. VodaTím, 2017, s. 61-75. ISBN 978-80-971272-5-1.
- [17] HALEŠOVÁ, Taťána. Pesticidy, léčiva a jejich eliminace z ŽP [online]. 2018 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.odpadoveforum.cz/TVIP2018/prispevky/137.pdf>
- [18] TUHOVČÁK, Ladislav, Pavel ADLER, Tomáš KUČERA a Jaroslav RACLAVSKÝ. Vodárenství: A. Úprava vody [online]. BRNO: VUT BRNO, 2006 [cit. 2019-05-23].
- [19] LETTERMAN, Raymond D. Water quality and treatment: a handbook of community water supplies. 5th ed. New York: McGraw-Hill, c1999. ISBN 00-700-1659-3.
- [20] MACSEK, Tomáš, Tereza ŠVESTKOVÁ, Pavlína LANDOVÁ, Michal ÚTERSKÝ, Jiří BENEŠ, Petr HLAVÍNEK a Milada VÁVROVÁ. Odstraňování antibiotik z matrice pitné vody pomocí pokrokových oxidačních procesů. Vodovod.info - vodárenský informační portál [online]. 2017 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.vodovod.info/index.php/clanky/375-odstranovani-antibiotik-z-matrice-pitne-vody-pomoci-pokrokovych-oxidacnich-procesu>
- [21] MALÁ, Jitka. Chemie a technologie vody: Modul M02 Vodárenství [online]. Brno: VUT Brno [cit. 2019-05-23].

- [22] BŘEZÍK, Svatopluk, Pavel ADLER, Jiří BENEŠ a Marek ŽÍLA. Rekonstrukce ÚV Tlumačov – eliminace pesticidních látek z pitné vody. In: VODA ZLÍN 2019. Zlín: MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, 2019, s. 47-56. ISBN 978-80-905716-5-5.
- [23] ÚV Tlumačov. In: MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.smv.cz/res/archive/016/001933.jpg?seek=1429083320>
- [24] Rozhodnutí o určení mírnějšího hygienického limitu. In: MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. [online]. Zlín, 2016, 2016 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.smv.cz/res/archive/1046/106376.pdf?seek=1458042751>
- [25] Výsledky zkoušení – pesticidní látky: Dílčí výsledky č.: 53/2018 [online]. In: . Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, 2018, s. 1-3 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.smv.cz/res/archive/1791/221924.pdf?seek=1536147820>
- [26] Vyhlášení výsledků soutěže: Vodohospodářská stavba roku [online]. In: . 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/vyhlaseni-vysledku-souteze-vodohospodarska-stavba-roku-2018/>
- [27] KOPECKÝ, Jaroslav. Název vhodného aktivního uhlí ve vodárenství [online]. , 1-6 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.smv.cz/res/archive/014/001680.pdf>
- [28] RECOMMENDATIONS FOR THE CHARACTERIZATION OF POROUS SOLIDS. In: INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Dostupné také z: <http://publications.iupac.org/pac-2007/1994/pdf/6608x1739.pdf>
- [29] PIVOKONSKÝ, Martin. Adsorpce při úpravě vody [online]. In: . [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: http://www.pivokonsky.wz.cz/UV/uprava_vod_8.pdf
- [30] LEHR, Jay H., J. W. KEELEY, Janet K. LEHR a Thomas B. KINGERY. Water encyclopedia. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2005. ISBN 04-717-3687-2.
- [31] KOPECKÝ, Jaroslav. Aktivní uhlí – technologie pro úpravu pitných a bazénových vod. In: Jako, s.r.o. [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.jako.cz/VH7-2003-AktivniUhli-valid-030709.pdf>
- [32] KOPECKÝ, Jaroslav. Aktivní uhlí – technologie pro úpravu pitných vod [online]. In: . Jako, s.r.o [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.smv.cz/res/archive/013/001589.pdf>
- [33] ZÁBRANSKÁ, Jana. Laboratorní metody v technologii vody. Fakulta technologie ochrany prostředí. Praha, 1996.
- [34] CHRISTMANN, Klaus. Modern Methods in Heterogeneous Catalysis Research: Adsorption. In: Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft [online]. 2010 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: http://www.fhberlin.mpg.de/acnew/departments/pages/teaching/pages/teaching__wintersemester__2010_2011/klaus_christmann__adsorption__101105.pdf

- [35] ÚV Ivančice: rekonstrukce. In: Kunst [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: http://www.kunst.cz/media/dokumenty/cz/stavby/uv_ivancice_web.pdf
- [36] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Jihomoravského kraje: Ivančice [online]. In: . [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: [https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjajbX03pbiAhWOLIAKHafVAS8QFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.kr-jihomoravsky.cz%2Farchiv%2Fozp%2FPRVK_JMK%2FPRVK%2520Brno-venkov%2FA.3%2520Popisy%2520vodovodu%2520a%2520kanalizaci%2520v%2520obcich%2520\(karty%2520obci\)%2F205.doc&usg=AOvVaw0r7dhuCXVJPWhefgfH0I8q](https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjajbX03pbiAhWOLIAKHafVAS8QFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.kr-jihomoravsky.cz%2Farchiv%2Fozp%2FPRVK_JMK%2FPRVK%2520Brno-venkov%2FA.3%2520Popisy%2520vodovodu%2520a%2520kanalizaci%2520v%2520obcich%2520(karty%2520obci)%2F205.doc&usg=AOvVaw0r7dhuCXVJPWhefgfH0I8q)
- [37] PROPILEK. Provozní řád vodovodu Olešenka. 2004.
- [38] Rozhodnutí o určení mírnějšího hygienického limitu. Jihlava: KHS Jihlava, 2016.
- [39] Гранулированный уголь для очистки воды активированный каменноугольный: Silcarbon S835, Silcarbon S814. In: Silcarbon.ru [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.silcarbon.ru/specifications/S835_S814.pdf
- [40] Technická specifikace. In: Silcarbon [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.silcarbon.cz/inpage/specifikace/>
- [41] Specifikace – Příbalový leták: Aktivní uhlí Chemviron Carbon Filtrasorb 400. In: Jako, s.r.o. [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://jako.cz/F400.pdf>
- [42] FILTR ASORB® 400: Granular Activated Carbon. In: CalgonCarbon [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.calgoncarbon.com/app/uploads/DS-FILTRA40017-EIN-E1.pdf>
- [43] Norit GAC 1240 W [online]. In: . [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.ews.com.gt/user_files/uploads/Norit_GAC_1240_W.pdf
- [44] Kolona míchací: Lovibond ET 740. In: Merci [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.mercishop.cz/zbozi/z1230002419155-kolona-michaci-lovibond-et-740/>
- [45] 2100Q Přenosný Turbidimetr. In: HACH [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://cz.hach.com/2100q-prenosny-turbidimetr/product-details?id=24929015574>
- [46] YK-2005WA. In: Micronix [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://eshop.micronix.cz/data/cz/att/002/3932-4894.pdf>
- [47] Pipeta s nastavitelným objemem Eppendorf Research Plus. In: VERKON [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.verkon.cz/pipeta-s-nastavitelnym-objemem-eppendorf-research-plus-eppendorf/>

- [48] Sartorius Basic Series [online]. In: . [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://manualzz.com/doc/1957936/sartorius-basic-series-operating-instructions>
- [49] PITTER, Pavel. Hydrochemie. 5. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-928-0.
- [50] ANALYTICKÁ CHEMIE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. In: Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/~tesarove/puda.pdf>
- [51] POPL, Milan a Jan FÄHNRIK. Analytická chemie životního prostředí. Vyd. 4., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. ISBN 80-708-0336-3.
- [52] OPPELTOVÁ, Petra. Výskyt metabolitů pesticidních látek v pitné vodě. In: Česká technologická platforma pro zemědělství [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/vyskyt-metabolitu-pesticidnich-latek-v-surove-a-pitne-vode-178>
- [53] KOŽÍŠEK, František. Státní zdravotní ústav: Hodnocení zdravotního rizika pesticidních látek. In: Mikulčice [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.mikulcice.cz/e_download.php?file=data/editor/135cs_6.pdf&original=Posudek+SZU.pdf
- [54] Pasport látky acetochlor ESA. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit.2019-05-23]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/pasporty/pasport.php?startpos=0&recnum=50&seq=3313512>
- [55] Alachlor. In: Arnika [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://arnika.org/alachlor>
- [56] Pasport látky alachlor ESA. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/pasporty/pasport.php?startpos=0&recnum=50&seq=3328015>
- [57] Dimetachlor. In: Wikipedia.de [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://de.wikipedia.org/wiki/Dimethachlor>
- [58] Dimetachlor ESA. In: ChemSpider [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.28290251.html>
- [59] MIKULCOVÁ, Petra. Analytické metody pro studium herbicidů v půdě. Brno, 2011. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta Katedra biochemie. Vedoucí práce Zdeněk Šimek.
- [60] Pasport látky metazachlor ESA. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/pasporty/pasport.php?startpos=0&recnum=50&seq=4635808>

- [61] Pasport látky metazachlor OA. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z:
<http://hydro.chmi.cz/pasporty/pasport.php?startpos=0&recnum=50&seq=4635832>
- [62] Pasport látky metolachlor ESA. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z:
<http://hydro.chmi.cz/pasporty/pasport.php?startpos=0&recnum=50&seq=3313523>
- [63] Pasport látky metolachlor OA. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z:
<http://hydro.chmi.cz/pasporty/pasport.php?startpos=0&recnum=50&seq=3313519>
- [64] BIELA, Renata a Lucie ŠOPÍKOVÁ. :Efficiency of sorption materials on the removal of lead from wate. In: APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH. Budapest: ALÖKI Kft, s. 1527-1536. ISSN 1785 0037. Dostupné z:
http://www.aloki.hu/pdf/1503_15271536.pdf

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Nejvyšší mezní hodnoty dle vyhlášky č.252/2004 Sb., zpracováno dle [8]	17
Tab. 2.2 Seznam posouzených nerelevantních metabolitů s doporučenými hodnotami [9]	17
Tab. 5.1 Kontaktní doba a životnost s cílenou aplikací [27]	28
Tab. 5.2 Základní rozdíly v prekurzorových materiálech pro výrobu AU [30]	29
Tab. 6.1 Chatakeristické vlastnosti aktivního uhlí S 814	39
Tab. 6.2 Chatakeristické vlastnosti aktivního uhlí K 814	40
Tab. 6.3 Chatakeristické vlastnosti aktivního uhlí S 835	41
Tab. 6.4 Chatakeristické vlastnosti aktivního uhlí F 400	42
Tab. 6.5 Chatakeristické vlastnosti aktivního uhlí GAC 1240 W	43
Tab. 7.1 Srovnání průběhu pH u jednotlivých materiálů – Ivančice	53
Tab. 7.2 Srovnání průběhu pH u jednotlivých materiálů – Olešenka	54
Tab. 7.3 Srovnání průběhu zákalu u jednotlivých materiálů – Ivančice	55
Tab. 7.4 Srovnání průběhu zákalu u jednotlivých materiálů – Olešenka	55
Tab. 7.5 Výskyt pesticidních látek v surové vodě – Ivančice	56
Tab. 7.6 Výskyt pesticidních látek v surové vodě – Olešenka	57
Tab. 7.7 Koncentrace PL po filtraci – S 814 – Ivančice	62
Tab. 7.8 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 814 – Ivančice	63
Tab. 7.9 Koncentrace PL po filtraci – S 814 – Olešenka	64
Tab. 7.10 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 814 – Olešenka	65
Tab. 7.11 Koncentrace PL po filtraci – K 814 – Ivančice	66
Tab. 7.12 Účinnost odstranění PL po filtraci – K 814 – Ivančice	67
Tab. 7.13 Koncentrace PL po filtraci – K 814 – Olešenka	68
Tab. 7.14 Účinnost odstranění PL po filtraci – K 814 – Olešenka	69
Tab. 7.15 Koncentrace PL po filtraci – S 835 – Ivančice	70
Tab. 7.16 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 835 – Ivančice	71
Tab. 7.17 Koncentrace PL po filtraci – S 835 – Olešenka	72
Tab. 7.18 Účinnost odstranění PL po filtraci – S 835 – Olešenka	73
Tab. 7.19 Koncentrace PL po filtraci – F 400 – Ivančice	74
Tab. 7.20 Účinnost odstranění PL po filtraci – F 400 – Ivančice	75

Tab. 7.21 Koncentrace PL po filtraci – F 400 – Olešenka	76
Tab. 7.22 Účinnost odstranění PL po filtraci – F 400 – Olešenka	77
Tab. 7.23 Koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice	78
Tab. 7.24 Účinnost odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice	79
Tab. 7.25 Koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka	80
Tab. 7.26 Účinnost odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka	81

SEZNAM GRAFŮ

Graf 7.1 Průběh pH v závislosti na čase adsorpce – Ivančice.....	53
Graf 7.2 Průběh pH v závislosti na čase adsorpce – Olešenka	54
Graf 7.3 Průběh zákalu v závislosti na čase adsorpce – Ivančice	55
Graf 7.4 Průběh zákalu v závislosti na čase adsorpce – Olešenka.....	56
Graf 7.5 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 814 – Ivančice.....	62
Graf 7.6 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 814 – Ivančice.....	63
Graf 7.7 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 814 – Olešenka	64
Graf 7.8 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 814 – Olešenka	65
Graf 7.9 Průběh koncentrace PL po filtraci – K 814 – Ivančice	66
Graf 7.10 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – K 814 – Ivančice	67
Graf 7.11 Průběh koncentrace PL po filtraci – K 814 – Olešenka.....	68
Graf 7.12 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – K 814 – Olešenka.....	69
Graf 7.13 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 835 – Ivančice.....	70
Graf 7.14 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 835 – Ivančice.....	71
Graf 7.15 Průběh koncentrace PL po filtraci – S 835 – Olešenka	72
Graf 7.16 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – S 835 – Olešenka	73
Graf 7.17 Průběh koncentrace PL po filtraci – F 400 – Ivančice.....	74
Graf 7.18 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – F 400 – Ivančice.....	75
Graf 7.19 Průběh koncentrace PL po filtraci – F 400 – Olešenka	76
Graf 7.20 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – F 400 – Olešenka	77
Graf 7.21 Průběh koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice.....	78
Graf 7.22 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Ivančice.....	79
Graf 7.23 Průběh koncentrace PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka	80
Graf 7.24 Průběh účinnosti odstranění PL po filtraci – GAC 1240 W – Olešenka	81

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Mapa vzorkovaných míst [13]	20
Obr. 2.2 Rizikovost území z hlediska kontaminace podzemních vod pesticidy [14]	21
Obr. 2.3 Rizikovost území z hlediska kontaminace povrchových vod pesticidy [14]	21
Obr. 2.4 Pesticidy v podzemních vodách v roce 2017 (překročení limitu ve 2 a více objektech monitoringu) [15]	22
Obr. 4.1 ÚV Tlumačov [23]	25
Obr. 5.1 Heterogenní pórovitá struktura [29].....	27
Obr. 5.2 Znázornění průběhu adsorpce, upraveno autorem [34]	32
Obr. 5.3 Monovrstevná a více vrstevná adsorpce [34].....	33
Obr. 6.1 Umístění ÚV Ivančice.....	34
Obr. 6.2 Areál ÚV Ivančice [35].....	35
Obr. 6.3 Uzavřené GAU filtry.....	36
Obr. 6.4 Místo odběru vzorku ÚV Ivančice.....	36
Obr. 6.5 Umístění VDJ Olešenka.....	37
Obr. 6.6 Areál VDJ Olešenka.....	38
Obr. 6.7 Místo odběru vzorku VDJ Olešenka.....	38
Obr. 6.8 Aktivní uhlí S 814	39
Obr. 6.9 Aktivní uhlí K 814	40
Obr. 6.10 Aktivní uhlí S 835	41
Obr. 6.11 Aktivní uhlí F 400	42
Obr. 6.12 Aktivní uhlí GAC 1240 W	43
Obr. 6.13 Michací kolona Lovibond ET 740	44
Obr. 6.14 Turbidimetr Hach 2100Q is	45
Obr. 6.15 pH metr Lutron YK-2005WA.....	46
Obr. 6.16 Mikropipeta Eppendorf Research® PLUS.....	47
Obr. 6.17 Teploměr Multi – Thermometer	47
Obr. 6.18 Laboratorní váhy Sartorius Basic.....	48
Obr. 6.19 Ukázka pracoviště – laboratoř ÚVHO FAST Brno	49
Obr. 7.1 Strukturní vzorec acetochloru ESA [54].....	58

Obr. 7.2 Strukturní vzorec alachloru ESA [56].....	58
Obr. 7.3 Strukturní vzorec dimetachloru ESA [58]	59
Obr. 7.4 Strukturní vzorec metazachloru ESA [60]	60
Obr. 7.5 Strukturní vzorec metazachloru OA [61]	60
Obr. 7.6 Strukturní vzorec metolachloru ESA [62]	61
Obr. 7.7 Strukturní vzorec metolachloru OA [63]	61

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

2,4-D	kyselina dichlorfenoxyoctová
4-CPP	kyselina chlorfenoxypropionová
91/414/EEC	Směrnice Rady EU o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh
61 ANSI/NS	standard pro prvky v pitné vodě (American National Standard Institute)
AU	aktivní uhlí
BET	Brunauer, Emmett a Teller metoda k měření spec. povrchu vzorku
CAS	databáze kódů pro chemické látky (Chemical abstract services)
ČR	Česká republika
ČSN EN 12915	technická norma pro GAU
DDT	dichlordifenyltrichlorethan
D x Š x V	délka x šířka x výška
EEC	Evropské hospodářské společenství (European economic community)
EN	evropská norma
ESA	derivát karboxylové kyseliny
EU	Evropská unie
F 400	aktivní uhlí s označením F 400
FAST VUT	Fakulta stavební Vysokého učení technického
FNU	formazinová nefelometrická jednotka (Formazin Nephelometric Unit)
GAC 1240 W	aktivní uhlí s označením GAC 1240 W
GAU	granulované aktivní uhlí
GmbH	spol. s ručením omezeným (Gesellschaft mit beschränkter Haftung)
H ₂ SO ₄	kyselina sírová
H ₃ PO ₄	kyselina fosforečná
HCH	1,2,4,5,6-hexachlorcyklohexan
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
IAU	impregnované aktivní uhlí
ISO	mezinárodní norma
K ₂ S	sulfid draselný
K 814	aktivní uhlí s označením K 814

K _a	disociační konstanta
KHS	krajská hygienická stanice
K _{oc}	půdní adsorpční koeficient
KOH	hydroxid draselný
K _{ow}	rozdělovací koeficient oktanol/voda
KSCN	thiokyanatan draselný
LED	elektroluminiscenční dioda (light-emitting diode)
MCPA	kyselina 4-chloro-o-tolyloxyoctová
MCPB	kyselina 4-(4-chloro-o-tolyloxy)butanová
MZČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
NAP	Národní akční plán
NMH	nejvyšší mezní hodnota
NTU	nefelometrická jednotka (Nephelometric Turbidity Unit)
OA	derivát sulfonové kyseliny
O ₃	ozon
PAU	práškové aktivní uhlí
pH	vodíkový exponent
PL	pesticidní látky
PLC	pesticidní látky celkem
POAU	aktivní uhlí s polymerním povlakem
S 814	aktivní uhlí s označením S 814
S 835	aktivní uhlí s označením S 835
SAU	sférické aktivní uhlí
Sb.	sbírky
TDS	celkové množství rozpuštěných látek (total dissolved solids)
UV	ultrafialové záření
ÚV	úpravna vody
ÚVHO FAST	Ústav vodního hospodářství obcí Fakulta stavební
VDJ	vodojem
ZnCl ₂	chlorid zinečnatý

ZF	formazinová jednotka
ZF _N	turbidimetrická formazinová jednotka
ZF _T	nefelometrická formazinová jednotka

SEZNAM PŘÍLOH

1. Protokol č. 23013/2019*

* Od názvu vzorku: č. 5 pitná voda – upravená voda S 814 t=5 min
po název vzorku: č. 8 pitná voda – upravená voda S 814 t=5 min
jsou laboratoří chybně uvedeny názvy použitých aktivních uhlí.

SUMMARY

The bachelor's thesis deals with the effectiveness of selected types of activated carbon for the removal of pesticide substances from drinking water. Pesticides can be divided into several groups. The best known are insecticides, herbicides, fungicides. Removal of pesticides at water treatment plants can take place in several ways. These include, for example, membrane filtration, oxidation processes, adsorption on activated carbon.

In the practical part of this bachelor's thesis, the aim was to perform a laboratory monitoring of the efficiency of removal of a pesticide from water on selected activated carbon. Pesticides were removed from the raw water taken from groundwater sources Ivančice and Olešinka. Adsorption experiments were performed using five types of granular activated carbon (S 814, K 814, S 835, Filtrasorb and GAC 1240 W) on two model waters.

Sampling took place after 5, 10, 15 minutes. Temperature, pH and turbidity were measured for each sample. Analysis of residual concentrations of pesticides was performed at the Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě.

The removal efficiency of all pesticides was significantly reduced probably due to small amount of adsorbate and desorption in micropores. The best adsorption results reached the F 400, where the efficiency ranged from 0,00 % to 25,58 % for Ivančice and 1,00 % to 16,13 % Olešinka.



Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě
Centrum hygienických laboratoří
 Zkušební laboratoř č. 1393 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005
 Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava

PROTOKOL č. 23013/2019

Zákazník : VODASERVIS s.r.o.
 Jamská 2362/53
 591 01 Žďár nad Sázavou I

Číslo zakázky : 13698
Příjem vzorku : 29.4.2019 8:40
Vyšetření vzorku : 29.4.2019 - 14.5.2019
Číslo jednací : ZU/12612/2019
Číslo spisu : S-ZU/12612/2019
Spisový znak : 4.0.4

Číslo objednávky :

Vzorek číslo :	43118	Čas odběru :	neuveďeno
Datum odběru :	26.4.2019		
Název vzorku :	č. 1 pitná voda - surová voda		
Místo odběru :	Ivančice		
Matrice :	voda pitná		
Vzorkoval :	Lahodný		
Způsob odběru :	neuveďeno		

Výsledky zkoušení - pesticidní látky

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
azoxystrobin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
bentazone	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
clomazone	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
chlorotoluron	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
desethylatrazin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
cyanazin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
dichlorprop	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
hexazinon	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
isoproturon	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
kresoxim-methyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
linuron	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
MCPA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
MCPP (mecoprop)	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metamitron	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metobromuron	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metoxuron	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
propiconazole	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
simazin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
terbuthylazin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
tebuconazole	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
chlorpyrifos	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
2,4-D	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
atrazin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
fluazifop-p-butyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
dicamba	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
thiophanate-methyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
atrazine-desisopropyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
hydroxyatrazin	0,033	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
carbendazim	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
chloridazon (pyrazon)	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
clopyralid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
dimetachlor	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
ethofumesate	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
lenacil	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
MCPB	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
sebutylazin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
fluroxypyr	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
carboxin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
quinmerac	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
phenmedipham	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
desmedipham	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
cyproconazole	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
dimethenamid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
fenpropidin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
epoxiconazole	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
metconazole	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
flusilazole	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
haloxyfop-metyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
prochloraz	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
pendimetalin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
quinoxifen	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
spiroxamin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
mefenpyr-dietyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
fenpropimorph	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
dichlormid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
dimethoate	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
pethoxamid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
terbutryn	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
cyprodinil	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
acetochlor ESA	0,033	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
alachlor ESA	0,086	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
metazachlor ESA	0,46	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
metolachlor ESA	0,082	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
terbuthylazin-hydroxy	0,026	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
metazachlor OA	0,20	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
desethylterbutylazine	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
diflufenican	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
thiacloprid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
methoxyfenozyd	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
difenoconazol	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
iprovalicarb	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
mesotrion	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
desfenyl-chloridazon	0,62	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
desetyldeisopropylatrazin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
chloridazon-metyl-desfenyl	0,14	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
boscalid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
fenuron	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
2,6 dichloro benzamid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
chlorfenvinfos	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
dichlorvos	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
pyrimethanil	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
dimoxystrobin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
picoxystrobin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
trifloxystrobin	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
flufenacet	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
chlorotoluron-desmetyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
isoproturon-monodesmetyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
dimetachlor ESA	0,033	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
trinexapac-etyl	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
fenhexamid	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
propamocarb	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
pesticidní látky celkem	0,066	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Poznámky k analýze :

Do sumy pesticidů jsou zahrnuty pouze relevantní metabolity. Ostatní nerelevantní metabolity jsou uvedeny pro informaci zákazníkovi. Postup pro hodnocení viz metodika SZÚ.

Vzorek číslo :	43119	Čas odběru :	neuvedeno
Datum odběru :	26.4.2019		
Název vzorku :	č. 2 pitná voda - upravená voda S 814 t=5 min.		
Místo odběru :	Ivančice		
Matrice :	voda pitná		
Vzorkoval :	Lahodný		
Způsob odběru :	neuvedeno		

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,032	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,074	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,37	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,066	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,16	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,027	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43120	Čas odběru :	neuvedeno
Datum odběru :	26.4.2019		
Název vzorku :	č. 3 pitná voda - upravená voda S 814 t=10 min.		
Místo odběru :	Ivančice		
Matrice :	voda pitná		
Vzorkoval :	Lahodný		
Způsob odběru :	neuvedeno		

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,043	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,092	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,48	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
metolachlor ESA	0,086	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,21	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,033	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43121	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 4 pitná voda - upravená voda S 814 t=15 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,036	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,088	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,46	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,084	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,20	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,034	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43122	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 5 pitná voda - upravená voda S 814 t=5 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,035	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,082	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,46	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,084	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,20	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,034	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43123	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 6 pitná voda - upravená voda S 814 t=10 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,038	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,087	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,45	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,079	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,20	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,031	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43124	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 7 pitná voda - upravená voda S 814 t=15 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,035	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,085	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,44	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,077	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,20	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,031	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43125	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 8 pitná voda - upravená voda S 814 t=5 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,066	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,33	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,057	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,15	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43126	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 9 pitná voda - upravená voda S 835 t=10 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,037	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,083	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,44	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,076	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,20	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,033	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43127	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 10 pitná voda - upravená voda S 835 t=15 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,028	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,079	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,39	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,069	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
dimetachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43128	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 11 pitná voda - upravená voda F 400 t=5 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,032	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
alachlor ESA	0,064	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
metazachlor ESA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
metolachlor ESA	0,062	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
metazachlor OA	0,16	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
dimetachlor ESA	0,029	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43129	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 12 pitná voda - upravená voda F 400 t=10 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,033	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
alachlor ESA	0,069	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
metazachlor ESA	0,38	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
metolachlor ESA	0,064	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-
metazachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
dimetachlor ESA	0,029	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ⁵	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43130	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 13 pitná voda - upravená voda F 400 t=15 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,027	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,075	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,39	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,065	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,030	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43131	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 14 pitná voda - upravená voda GAC 1240W t=5 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,034	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,077	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,41	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,070	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,18	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,031	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43132	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 15 pitná voda - upravená voda GAC 1240W t=10 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,033	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,073	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,39	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,068	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,031	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43133	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 16 pitná voda - upravená voda GAC 1240W t=15 min.	
Místo odběru :	Ivančice	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,034	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	0,077	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor ESA	0,40	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,070	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor OA	0,18	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,031	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43134	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 17 pitná voda - surová voda	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,31	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	1,0	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,41	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,18	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,37	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
dimetachlor ESA	0,24	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43135	Čas odběru :	neuvedeno
Datum odběru :	26.4.2019		
Název vzorku :	č. 18 pitná voda - upravená voda S 814 t=5 min.		
Místo odběru :	Olešenka		
Matrice :	voda pitná		
Vzorkoval :	Lahodný		
Způsob odběru :	neuvedeno		

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,30	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	1,0	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,41	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,18	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,24	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43136	Čas odběru :	neuvedeno
Datum odběru :	26.4.2019		
Název vzorku :	č. 19 pitná voda - upravená voda S 814 t=10 min.		
Místo odběru :	Olešenka		
Matrice :	voda pitná		
Vzorkoval :	Lahodný		
Způsob odběru :	neuvedeno		

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,31	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	1,0	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,42	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,18	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,37	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,25	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43137	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 20 pitná voda - upravená voda S 814 t=15 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,30	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	1,0	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,41	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,24	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43138	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 21 pitná voda - upravená voda K 814 t=5 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,29	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	1,0	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,39	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,23	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43139	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 22 pitná voda - upravená voda K 814 t=10 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,29	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,98	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,39	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,23	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43140	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 23 pitná voda - upravená voda K 814 t=15 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,30	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	1,0	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,39	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,18	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,24	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43141	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 24 pitná voda - upravená voda S 835 t=5 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,29	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,99	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,38	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
dimetachlor ESA	0,23	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43142	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 25 pitná voda - upravená voda S 835 t=10 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,29	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,98	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,38	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,16	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,23	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43143	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 26 pitná voda - upravená voda S 835 t=15 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,27	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,92	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,35	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,16	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,33	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,22	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43144	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 27 pitná voda - upravená voda F 400 t=5 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,27	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,93	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,35	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,16	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,34	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,22	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43145	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 28 pitná voda - upravená voda F 400 t=10 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,28	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,99	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,37	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,23	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43146	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 29 pitná voda - upravená voda F 400 t=15 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,26	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,92	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,35	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,16	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,34	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,22	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43147	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 30 pitná voda - upravená voda GAC 1240W t=5 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,28	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,95	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,37	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,35	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,23	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43148	
Datum odběru :	26.4.2019	Čas odběru : neuvedeno
Název vzorku :	č. 31 pitná voda - upravená voda GAC 1240W t=10 min.	
Místo odběru :	Olešenka	
Matrice :	voda pitná	
Vzorkoval :	Lahodný	
Způsob odběru :	neuvedeno	

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,29	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	0,99	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,38	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,36	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
dimetachlor ESA	0,24	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	43149	Čas odběru :	neuvedeno
Datum odběru :	26.4.2019	Název vzorku :	č. 32 pitná voda - upravená voda GAC 1240W t=15 min.
Místo odběru :	Olešenka	Matrice :	voda pitná
Vzorkoval :	Lahodný	Způsob odběru :	neuvedeno

Výsledky zkoušení - pesticidní látky					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
acetochlor ESA	0,30	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
acetochlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
alachlor ESA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metazachlor ESA	1,0	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metolachlor ESA	0,39	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
alachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-
metolachlor OA	0,17	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
metazachlor OA	0,37	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor ESA	0,24	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	±30%
dimetachlor OA	<0,025	µg/l	A	SOP OV 341.02 ^s	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Upřesnění SOP :

SOP OV 341.02 (EPA 535, EPA 536)

Místo provedení zkoušky (pracoviště) :

⁽⁵⁾ - analýzy provedeny pracovištěm Olomouc (Wolkerova 6, 779 11 Olomouc)

Metody v sloupci TYP:"A" akreditovaná zkouška

< výsledek pod mezí stanovitelnosti, > výsledek je vyšší než uvedená hodnota

Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků.

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %, nezohledňují vlivy odběrů vzorků.

Kontroloval : Chocová Jana

Protokol vyhotovil: Chocová Jana

Počet stran: 16

Dne: 14.5.2019

RNDr. Vladimír Sázal
vedoucí Oddělení organických analýz