EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti
Operační program Životní prostředí

STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

ČISTÁ PŘÍRODA
VÝCHODNÍCH ČECH, o.p.s.
Tovární ulice 1112, 537 01 Chrudim VI,www.cistapriroda.cz,e-mail: info@cistapriroda.cz

MĚSTYS KŘIŽANOV

Doprůzkum vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov

Projekt realizace průzkumných prací jako podklad pro žádost do OPŽP

ČISTÁ PŘÍRODA VÝCHODNÍCH ČECH, o.p.s.
červen 2021

Základní údaje:

Název akce:	**Doprůzkum vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov**
Objednatel:	**Městys Křižanov** **Benešovo náměstí 12** **594 51 Křižanov**
Zhotovitel:	**ČISTÁ PŘÍRODA VÝCHODNÍCH ČECH, o.p.s.** **Tovární 1112, 537 01 Chrudim** zapsaná v obchodním rejstříku, oddíl O, vložka 206 Krajského soudu v Hradci Králové
IČO:	28771648
Odpovědný zástupce:	Tomáš Kašpar - ředitel
Odpovědný řešitel:	Ing. Roman Nedbal
Datum:	22. 6. 2021

.....
Ing. Roman Nedbal
odborná způsobilost v hydrogeologii a sanační geologii č. 1928/2004

ČISTÁ PŘÍRODA VÝCHODNÍCH ČECH, o.p.s.
Tovární ulice 1112
Chrudim IV, 537 01
www.cistapriroda.cz
e-mail: info@cistapriroda.cz
IČ: 28771648

.....
Tomáš Kašpar
statutární zástupce

Obsah:

1. Úvod 6
2. Základní informace o lokalitách 6
2.1. Vymezení zájmového území 6
2.2. Stávající a plánované využití území 6
3. Přírodní poměry zájmového území 7
3.1. Geologické poměry 7
3.2. Hydrogeologické poměry 7
3.3. Hydrologické poměry 7
3.4. Geomorfologické poměry 8
3.5. Klimatické poměry 8
3.6. Ochrana přírody a krajiny 9
4. Majetkové poměry lokality 9
5. Základní charakterizace obydlenosti území 9
6. Zdroje a ohniska znečištění 9
7. Dosavadní prozkoumanost 10
7.1. Výsledky dřívějších průzkumných prací v zájmovém území 10
7.1.1 Průzkumné práce v roce 2016 10
7.1.2 Analýza rizik z roku 2020 11
7.2 Přehled zdrojů znečištění 13
7.3 Vytipování látek potenciálního zájmu 13
8. Předběžný koncepční model znečištění 13
9.Návrh rozsahu průzkumných a monitorovacích prací 14
9.1. Roční monitoring kvality podzemní a povrchové vody 14
9.1.1 Popis nápravných opatření 14
9.2. Předsanační doprůzkum 15
9.2.1 Vrtné práce 16
9.2.2 Vzorkovací práce 16
9.2.3 Kamerová zkouška těsnosti jímky 18
9.3. Vyhodnocení prací a zpracování závěrečné zprávy doprůzkumu 18
10 Harmonogram prací 19
11Rozpočet 19
12 Závěr 20
Použitá literatura 21

Přílohová část:

Příloha č. 1: Situace širšího zájmového území

Příloha č. 2: Geologické poměry

Příloha č. 3: Hydrogeologické poměry

Příloha č. 4: Vodohospodářské poměry

Příloha č. 5: Situace zájmových lokalit

Příloha č. 6: Situace projektovaných průzkumných prací – roční monitoring

Příloha č. 7: Situace projektovaných průzkumných prací – předsanační doprůzkum

Příloha č. 8: Soupis pozemků dotčených projektovanými průzkumnými pracemi

Příloha č. 9: Předběžný koncepční model znečištění

Příloha č. 10: Rozpočet

Seznam zkratek a symbolů:

AR	analýza rizik
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
Bpv	výškový systém baltský po vyrovnání
ClU	chlorované alifatické uhlovodíky
č.	číslo
č.p.	číslo parcely
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČIŽP OI	Česká inspekce životního prostředí, oblastní inspektorát
HG	hydrogeologický
HPV	hladina podzemní vody
CHKO	Chráněná krajinná oblast
CHOPAV	chráněná oblast přirozené akumulace podzemních vod
k.ú.	katastrální území
m n. m.	metrů nad mořem
m p. t.	metrů pod terénem
MP MŽP	Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí, 2013, „Indikátory znečištění“
MÚ	městský úřad
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NMH	limit pro pitnou vodu - „nejvyšší mezní hodnota“ - daný vyhláškou č. 252/2004 Sb. V platném znění
OEREŠ MŽP	Odbor environmentálních rizik a ekologických škod MŽP
OPŽP	Operační program životní prostředí
PAU	polycyklické aromatické uhlovodíky
Sb.	sbírka zákonů (legislativa)
SEKM	Systém evidence kontaminovaných míst
SEZ	stará ekologická zátěž
ŽP	životní prostředí

1. Úvod

Na základě smlouvy o dílo s objednatelem, Městysem Křižanov, byl zpracován předložený projekt Doprůzkumu vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov.

Předmětem prací je vyhotovení projektu doprůzkumu vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody ve smyslu Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí České republiky č. 3 z března 2011 (Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území) a Metodickým pokynem MŽP č. 13/2005.

Projekt doprůzkumu staré ekologické zátěže v katastru městysu Křižanov navazuje na závěry zpracované zprávy: „Analýza rizik vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody. Vodní zdroje Ekomonitor, září 2020."

Práce doprůzkumu zahrnují roční monitoring kvality vod a vlastní průzkumné práce, zaměřené na ohniska znečištění v areálech Metal Impuls a bývalé nelegální varny omamných látek.

Cílem realizace monitorovacích prací je snížení nejistot způsobených absencí dat v delším časovém horizontu. Budou tak podchycené případné změny stavu na lokalitě projevující se také změnami koncentrací kontaminace v podzemní a povrchové vodě a dnových sedimentech.

Cílem doprůzkumu je nalezení zdroje znečištění chlorovaných alifatických uhlovodíků v nesaturované a v saturované zóně v areálu Metal Impuls a ověření rizika znečištění odpadní vody metamfetaminem v jímce na nádvoří bývalé nelegální varny omamných látek.

Doprůzkumné práce jsou projektovány na obou lokalitách v takovém rozsahu, který poskytne relevantní a detailní údaje pro návrh dalšího postupu prací včetně návrhu případných sanační opatření.

2. Základní informace o lokalitách

2.1. Vymezení zájmového území

Městys Křižanov se nachází v kraji Vysočina, cca 9 km SV od města Velké Meziříčí. Katastr městyse Křižanov se nachází v nadmořské výšce okolo 550 - 520 m. n. m. Mezi zájmové lokality v katastru městyse Křižanova patří provoz býv. v. d. SONA v centru obce (mezi Masarykovým náměstím, ulicí Budín a Benešovým náměstím – dnes firma METAL IMPULS, s.r.o. sídlící na Masarykově náměstí č. 169) a provoz nelegální varny omamných látek na Benešově náměstí (č.p. 191).

Umístění zájmových území je zřejmé z přílohy č. 1 a 5.

2.2. Stávající a plánované využití území

Zájmové lokality - podnik METAL IMPULS a nelegální varna se nacházejí v intravilánu městyse Křižanov. Dle stávajícího územního plánu z roku 2017, nebylo a do budoucna není počítáno s vytvářením nových sídel či samot, rekreačních a zahrádkářských staveb v blízkosti zájmových lokalit.

3. Přírodní poměry zájmového území

3.1. Geologické poměry

Geologicky je území budováno proterozoickými horninami moldanubika, pestré i monotónní skupiny. Konkrétně se jedná o biotiticky migmatitické ruly až migmatity, biotitické pararuly a ortoruly pestré skupiny moldanubika a leukokratní biotitické migmatity monotónní skupiny moldanubika. Kvartérní pokryv zájmového území je budován na svazích deluviálními hlinito-písčitými až hlinito-kamenitými sedimenty pleistocénního až holocenního stáří, v údolích vodotečí a vodních nádrží fluviálními písčito-hlinitými sedimenty a sedimenty vodních nádrží holocenního stáří.

Podrobnější situace je uvedena v příloze č. 2.

3.2. Hydrogeologické poměry

Zájmová oblast se vyskytuje z hlediska hydrogeologického rajónování (Hydroekologický informační systém VÚV T.G.M.) v rajónu základní vrstvy č. 6560 Krystalinikum v povodí Svratky – střední část. Podzemní voda se zde vyskytuje zejména v horninách krystalinika, proterozoika a paleozoika.

Rozhodujícím hydrogeologickým kolektorem zájmového území je puklinový kolektor masívu pararul, migmatitických rul až migmatitů pestré skupiny moldanubika či migmatitických rul a migmatitů monotónní skupiny moldanubika s proměnlivým podílem průlinové porozity v pásmu přípovrchového rozpukání a rozpojení hornin. Koeficient transmisivity u hornin pestré skupiny dosahuje hodnot rozmezí $2{,}2.10^{-5}$ – $2{,}1.10^{-4}$ $m^2.s^{-1}$, což značí transmisivitu nízkou až střední, u hornin monotónní skupiny dosahuje hodnot rozmezí $5{,}7.10^{-6}$ – 9.10^{-4} $m^2.s^{-1}$, což značí transmisivitu velmi nízkou, nízkou až střední.

Lokální vodní zdroje jsou kromě puklinového kolektoru vázány na přípovrchové pásmo rozvolnění hornin a na fluviální uloženiny v údolí vodních toků.

Místní erozní bází je potok Libochovka, proudící generelně zájmovým územím od jihu až jihozápadu k severovýchodu.

Podrobnější situace je uvedena v příloze č. 3.

3.3. Hydrologické poměry

Hydrologicky se lokalita řadí do povodí I. řádu Dunaje, do povodí III. řádu Svratky (č.h.p. 4-15-01), z detailnějšího pohledu lokality přísluší místním povodím:

4-15-01-1010 Libochovka, plocha povodí 32,72 km^2

4-15-01-0990 Libochovka, plocha povodí 3,25 km^2

4-15-01-1000 Nový potok, plocha povodí 11,94 km^2

Drenážní bází pro zájmovou oblast je říčka Libochovka. Nový potok je pravostranným přítokem Libochovky, do které se vlévá v centru městyse Křižanov.

Část regulovaného toku Libochovky má ve sledovaném území obdelníkový kapacitní profil s tvrdým opevněním. Dno se stěhovavou kynetou je zaneseno splaveninami a zarostlé mokřadní a ruderální vegetací.

V katastru Křižanova se nenachází dle mapových podkladů VUV-HEIS záplavové území, CHOPAV ani vodní zdroje pro lidskou potřebu s vyhlášenými ochrannými pásmy. Vodohospodářské poměry zájmové lokality jsou graficky znázorněny v příloze č. 4.

3.4. Geomorfologické poměry

Z hlediska geomorfologického členění spadá zájmová lokalita do:

Provincie: Česká vysočina
Subprovincie: Česko-moravská soustava
Oblast: Česko moravská vrchovina
Celek: Křižanovská vrchovina
Podcelek: Bítešská vrchovina
Okrsek: Bobrovská pahorkatina

Nejvyšším bodem Křižanovské vrchoviny je Harusův kopec s nadmořskou výškou 741 m, ležící v Bítešské vrchovině.

3.5. Klimatické poměry

Zájmové území patří do mírně teplé klimatické oblasti MT9 (Quitt et al. 1972), která je charakterizována průměrnou roční teplotou 7 – 8 °C, množstvím srážek ve vegetačním období 400 - 450 mm a v zimním období 250 - 300 mm. Pro oblast je charakteristické dlouhé léto, teplé a suché až mírně suché, krátké přechodné období s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem a krátká zima, mírná a suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Rozložení srážek během roku je nerovnoměrné a nevýhodné z hlediska tvorby zásob podzemních vod. Nejvyšší průměrné měsíční úhrny náležejí letním měsícům, kdy je nejvyšší teplota, vysoký výpar a vegetace v optimu. Průměrný roční úhrn srážek je 700 mm.

Tabulka č. 1: Charakteristika klimatické oblasti MT9

Klimatická oblast		MÍRNĚ TEPLÁ MT 9
počet letních dní	LetD	40-50
počet dní s teplotou alespoň 10°C	HVO	140-160
počet mrazových dní	MD	110-130
počet ledových dní	LD	30-40
průměrná teplota v lednu	°C I	-3 až -4
průměrná teplota v dubnu	°C IV	6-7
průměrná teplota v červenci	°C VII	17-18
průměrná teplota v říjnu	°C X	7-8
počet dnů se srážkami alespoň 1 mm	s³1mm	100-120
srážkový úhrn ve vegetačním období (s VO)	s VO	400-450
srážkový úhrn v zimním období	s VZ	250-300
počet dnů se sněhovou pokrývkou	sp	60-80
počet dnů zatažených	o>0,8	120-150
počet dnů jasných	o<0,2	40-50

Aktuální údaje z nejbližší klimatologické stanice ve Velkém Meziříčí uvádí tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Aktuální klimatické údaje ze stanice Velké Meziříčí (2019-2020)

měsíc	3/19	4/19	5/19	6/19	7/19	8/19	9/19	10/19	11/19	12/19	1/20	2/20
^{0}C	5,2	9,4	11,0	21,0	19,2	19,6	13,0	8,6	5,8	0,9	-0,9	3,3
mm	52,9	16,2	97,9	85,2	37,2	60,7	86,6	33,8	47,4	43,2	14,6	65,1

Sledované období bylo z dlouhodobého hlediska teplotně nadprůměrné a srážkově podprůměrné.

3.6. Ochrana přírody a krajiny

Zájmová území se nenachází v žádném chráněném území. V okolí Křižanova se nachází několik zvláště chráněných území - přírodních památek. Mezi nejbližšími chráněnými územími je **přírodní památka Dobrá Voda,** nachází se cca 5 km SZ od zájmové lokality. Byla vyhlášena roku 1990, má nadmořskou výšku 508 - 512 m n. m., výměru má 5,21 ha (Mackovčin et al., 2003). Jedná se o část údolní nivy potoka Mastník ohraničené dvěma rybníky s dochovanými fragmenty dříve běžných vlhkých luk s některými ohroženými druhy rostlin.

Ve vzdálenosti cca 4,5 km SZ od středu Křižanova se nachází **přírodní památka Šebeň**. Vyhlášena byla v roce 2002 a má rozlohu 133 ha. Jde o komplex jedlových bučin s vysokým výskytem lesních mravenců *Formica polyctena*, který patří mezi největší ve střední Evropě.

Ve vzdálenosti cca 5 km JV od středu Křižanova se nachází **přírodní památka Heřmanov**. Vyhlášena byla v roce 1978 a má rozlohu 1,89 ha, nadmořskou výšku 580 m n. m. Jde o remízek a přilehlou ladu s mineralogickým nalezištěm, známým především unikátními tzv. heřmanovskými koulemi.

Ve vzdálenosti cca 4 km severně od středu Křižanova se nachází **přírodní památka Obecník**. Vyhlášena byla v roce 2011 a má rozlohu 4,85 ha. Chráněn je zde biotop a populace *puchýřky útlé* a populace dalších druhů vázaných na biotop vegetace letněných rybníků.

4. Majetkové poměry lokality

Zájmové území se nachází v katastrálním území Křižanov [676454], na pozemcích parcelního čísla: 2277/1 a st.: 34, 648, 649, 650/1, 651, 652, 653, 654 ve vlastnictí společnosti METAL IMPULS, s.r.o. a na pozemku st. 4 ve společném vlastnictví fyzických osob Truon Vu Tuan a Bui Thi Nga (blíže viz příloha č. 8).

5. Základní charakterizace obydlenosti území

Zájmová oblast se nachází v katastru městyse Křižanov (č. k. ú. 676454). Městys se nachází v okresu Žďár nad Sázavou. Rozloha obce je 13,62 km^2. Počet obyvatel v obci je 1857 (rok 2017).

Zásobování pitnou vodou je zabezpečeno oblastním vodovodem z vodního zdroje Mostiště. Městys Křižanov nemá svůj vlastní zdroj vody.

6. Zdroje a ohniska znečištění

Zdroji a ohnisky znečištění podzemních a povrchových vod jsou areál METAL IMPULS s kovovýrobou, kde v minulosti probíhalo k nakládání s chlorovanými alifatickými uhlovodíky a bývalá nelegální varna omamných látek v domě č.p. 191.

7. Dosavadní prozkoumanost

7.1. Výsledky dřívějších průzkumných prací v zájmovém území

7.1.1 Průzkumné práce v roce 2016

V dubnu 2016 Celní správa MF ČR a Národní protidrogová centrála SKPV PČR společnou operací odhalily výrobnu omamných látek - metamfetaminu, v Křižanově, na adrese Benešovo nám. 191. Charakter provozu výrobny a délka jejího provozu vedl k důvodnému podezření na ovlivnění zdraví obyvatel nejbližších sousedních domů, které se následně potvrdilo. Vzhledem k charakteru výroby omamných látek a jejího umístění bylo také vzneseno podezření na kontaminaci životního prostředí. Následné environmentální vzorkování a analýzy, prováděné společností ENVIREX v květnu a červnu 2016 v nejbližším okolí nelegální varny prokázaly znečištění podzemní vody v ukazateli chlorované uhlovodíky (ClU – PCE, TCE, DCE). Výskyt chlorovaných uhlovodíků vedl k plošnému vzorkování podzemní vody ve studních a jímkách ve sledovaném prostoru. ClU byly zachyceny zejména ve studních na ulici Budín, ale i v přilehlých částech hlavní ulice městyse a JV rohu Masarykova náměstí.

Na základě následně provedených analýz Odběrové laboratoře CBRNe – Vakos XT č. 1655 byly identifikovány dva typy kontaminace, odlišné v druhu kontaminace i zdroji. Aromatické uhlovodíky (především toluen a aceton), jód a fosfor jsou produktem technologického zpracování pseudoefedrinu na metamfetamin. Jejich zdrojem je prostor bývalé nelegální varny omamných látek. Jako zdroj kontaminace chlorovanými uhlovodíky byla označena provozovna kovovýroby bývalého v.d. SONA, dnes společnosti METAL IMPULS, s.r.o., kde v minulosti docházelo k dlouhodobému nežádoucímu nakládání se závadnými chemickými látkami a polutanty typu ClU – PCE a TCE. Dle dostupné dokumentace (MNV Křižanov 1972, 1973; ONV Žďár n. S., 1974) došlo již v roce 1972 ke kontaminaci podzemní vody PCE ve studni č.p. 188, s navazujícím znečištěním dalších studní a ohrožení zdraví většího počtu lidí právě protiprávním jednáním v.d. SONA. Vzhledem k historickému výskytu, k charakteru plošného rozšíření znečištění i k faktu, že původní provozovna kovovýroby – v.d. SONA, jako jediná v okolí používala ke své činnosti (odmašťování) předmětné látky, lze důvodně předpokládat zdroj znečištění ClU právě v oblasti areálu firmy METAL IMPULS, s.r.o.

Na základě objednávky České inspekce životního prostředí – Ředitelství Praha ze dne 12. září 2016 za účelem zhodnocení aktuálního stavu znečištění, určení míry rizika migrace a zhodnocení stavu lokality městyse Křižanov, zhotovitel společnost Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. vyhotovila v prosinci 2016 Monitoring aktuálního stavu kontaminace městyse Křižanov.

Cílem průzkumných prací v roce 2016 bylo ověření stávajícího rozsahu a míry kontaminace podzemní vody, povrchové vody a horninového prostředí rizikovými polutanty v okolí areálu bývalé kovovýroby a okolí bývalé nelegální varny omamných látek.
Vzhledem k neumožnění získat souhlas od majitele pozemků firmy METAL IMPULS, s.r.o k realizaci jádrových vrtů v místě předpokládaného zdroje původního znečištění starou ekologickou zátěží (ClU a BTEX) bylo nutné se zaměřit pouze na objekty domovních studní v bezprostředním okolí.

Monitoringem domovních studní bylo prokázáno **rozsáhlé znečištění podzemní vody ClU**, které dosahují u některých objektů řádově stovky až tisíce $\mu g.l^{-1}$, což mnohonásobně přesahuje limity pro vyhlášku kvality podzemních vod. Rozvleklé znečištění zasahuje od hranice objektu, ve kterém sídlí firma METAL IMPULS, s.r.o. přes část ulice Budín až k pozemku č. p. 192.

Znečištění podzemních vod výrobou omamných látek bylo prokázáno pouze v bezprostředním okolí bývalé varny v hodnotách pro metamfetamin, amfetamin a efedrin řádově v nanogramech. Pro ostatní látky se pohybují hodnoty v desítkách $\mu g.l^{-1}$. Pro výše uvedené látky není v současné době zavedená žádná legislativa, která by stanovovala limity pro kvalitu podzemních, povrchových vod, sedimentů a zeminy.

7.1.2 Analýza rizik z roku 2020

V letech 2019 a 2020 byly provedeny průzkumné a analytické práce v rámci Analýzy rizik vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody.

Na základě zpracování a vyhodnocení průzkumu a analýzy rizik pro zájmové území byly vyvozeny následující závěry pro obě předmětné lokality.

Lokalita A: Areál Metal Impuls

V podzemní vodě u domovních studní č.p. 181, 186, 187, 188, 189, 190, 219, 220 a obecní studny u č.p. 176 byly překročeny legislativní limity (z hlediska pitné vody) v ukazateli **PCE** a **TCE**. Podzemní voda na lokalitě není aktuálně jako pitná využívána, pro podzemní vodu ze studny u č.p. 189, využívanou jako užitkovou, však vyplývá **nepřijatelné nekarcinogenní riziko** pro souhrn rizik pro dermální kontakt, náhodnou ingesci a inhalaci podzemní vody **u dětí**.

V povrchové vodě byly legislativní limity překročeny v ukazatelích **uhlovodíky C_{10}-C_{40}, mangan, benzo/a/pyren, fluoranthen**. Překročení legislativního limitu v parametru mangan považujeme za přirozený stav na lokalitě a nepovažujeme jej za projev kontaminace a předmět posuzování nápravných opatření.

V dnových sedimentech byly legislativní limity překročeny v ukazatelích **benzo/a/pyren** a **fluoranthen**.

Pro danou dílčí lokalitu byly stanoveny cílové parametry nápravných opatření takto:

Podzemní voda na lokalitě není aktuálně jako pitná využívána, nicméně pro eventualitu, že by využívána byla, navrhujeme dodržovat limity stanovené dle Vyhlášky č. 70/2018 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Pro povrchovou vodu v Libochovce a v navazujícím Podhradském rybníku, a to konkrétně pro v této AR definované profily navrhujeme dodržovat limity NEK-RP a NEK- NPK dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, v ukazatelích uhlovodíky C_{10}-C_{40}, benzo/a/pyren a fluoranthen.

Pro dnové sedimenty v Libochovce a v navazujícím Podhradském rybníku, konkrétně pro v této AR definovaná odběrná místa, navrhujeme dodržovat limity NEK-RP dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., přílohy 3, tabulky B, v ukazatelích benzo/a/pyren a fluoranthen.

Pro danou lokalitu byla doporučena následující varianta nápravných opatření:

Varianta 2 – realizace monitoringu a předsanačního doprůzkumu

Zahrnuje roční monitoring kvality podzemních a povrchových vod a dnových sedimentů, který povede ke snížení nejistot způsobených absencí dat v delším časovém horizontu a dále předsanační doprůzkum, jehož úkolem je nalezení zdroje znečištění ClU v nesaturované a v

saturované zóně v areálu Metal Impuls.

Daná varianta je podkladem pro komplexní řešení rizikové kontaminace saturované i nesaturované zóny geoprostředí v areálu Metal Impuls i v jeho okolí.

Lokalita B: Bývalá nelegální varna omamných látek

Na základě provedeného hodnocení zdravotních rizik (Tomášek, I., 2020) nevyplynulo nepřijatelné nekarcinogenní riziko pro populaci působením metamfetaminu. Dané hodnocení zdravotních rizik však nemůže být považováno za úplné z důvodu chybějících údajů pro další expoziční scénáře. Rizikovým faktorem na lokalitě zůstává odpadní jímka se zjištěnými vysokými koncentracemi metamfetaminu, o které nejsou k dispozici žádné upřesňující informace.

V povrchové vodě byly legislativní limity překročeny v ukazatelích **uhlovodíky C_{10}-C_{40}, mangan, benzo/a/pyren, fluoranthen**. Překročení legislativního limitu v parametru mangan považujeme za přirozený stav na lokalitě a nepovažujeme jej za projev kontaminace a předmět posuzování nápravných opatření.

V dnových sedimentech byly legislativní limity překročeny v ukazatelích **benzo/a/pyren** a **fluoranthen**.

Pro danou dílčí lokalitu byly stanoveny cílové parametry nápravných opatření takto:

Podzemní voda na lokalitě není aktuálně jako pitná využívána, nicméně pro eventualitu, že by využívána byla, navrhujeme dodržovat limity stanovené dle Vyhlášky č. 70/2018 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Pro povrchovou vodu v Libochovce a v navazujícím Podhradském rybníku, a to konkrétně pro v této AR definované profily navrhujeme dodržovat limity NEK-RP a NEK- NPK dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, v ukazatelích uhlovodíky C_{10}-C_{40}, benzo/a/pyren a fluoranthen..

Pro dnové sedimenty v Libochovce a v navazujícím Podhradském rybníku, konkrétně pro v této AR definovaná odběrná místa, navrhujeme dodržovat limity NEK-RP dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., přílohy 3, tabulky B, v ukazatelích benzo/a/pyren a fluoranthen.

Pro danou lokalitu byla doporučena následující varianta nápravných opatření:

Varianta 2 – realizace monitoringu a předsanačního doprůzkumu

Zahrnuje roční monitoring kvality podzemních a povrchových vod a dnových sedimentů, který povede ke snížení nejistot způsobených absencí dat v delším časovém horizontu a dále předsanační doprůzkum, jehož úkolem je ověření rizika znečištění odpadní vody metamfetaminem v jímce na nádvoří bývalé nelegální varny.
Daná varianta je podkladem pro komplexní řešení rizikové kontaminace saturované i nesaturované zóny geoprostředí v areálu bývalé nelegální varny omamných látek a v jeho okolí.

V závěru roku 2020 byla k výsledkům a závěrům dané AR doručena souhlasná stanoviska jednotlivých dotčených orgánů.

7.2 Přehled zdrojů znečištění

Na základě výsledků předchozích průzkumných prací považujeme za zdroje znečištění následující oblasti:

- Pozemky a prostory bývalého výrobního družstva SONA, později společnosti METAL IMPULS, s. r.o.
- Bývalá nelegální varna omamných látek (č. p. 191)

7.3 Vytipování látek potenciálního zájmu

Mezi vytipované látky potenciálního zájmu byly na základě předchozích průzkumných prací zařazeny následující skupiny:

- ClU (PCE, TCE, 1,2-cis-DCE, 1,2-trans-DCE, vinylchlorid)
- Metamfetamin

8. Předběžný koncepční model znečištění

Tabulka č. 3: Předběžný koncepční model znečištění

Expozič-ní cesta	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik
1	Pozemky a prostory bývalého výrobního družstva SONA a METAL IMPULS, s.r.o	Potenciální únik ClU přes nesaturovanou zónu do saturované zóny → rozpouštění a jejich migrace podzemní vodou → domovní studny	Obyvatelstvo - dermální kontakt - inhalace - ingesce
2	Pozemky a prostory bývalého výrobního družstva SONA a METAL IMPULS, s.r.o.	Potenciální únik ClU do podzemní vody, transport a migrace podzemní vodou do povrchových vodotečí a rybníků	Povrchová voda, ekosystémy a vodní ekosystémy
3	Bývalá nelegální varna omamných látek (č. p. 191)	Potenciální únik metamfetaminu přes nesaturovanou zónu do saturované zóny → rozpouštění a jejich migrace podzemní vodou → domovní studny	Obyvatelstvo - dermální kontakt - inhalace - ingesce
4	Bývalá nelegální varna omamných látek (č. p. 191)	Potenciální únik polutantů do podzemní vody, transport a migrace podzemní vodou do povrchových vodotečí a rybníků	Povrchová voda, ekosystémy a vodní ekosystémy

9.Návrh rozsahu průzkumných a monitorovacích prací

9.1. Roční monitoring kvality podzemní a povrchové vody

Tato část projektu předpokládá provedení monitoringu kvality podzemních a povrchových vod a dnových sedimentů. Roční monitoring představuje snížení nejistot způsobených absencí dat v delším časovém horizontu. Budou tak podchycené případné změny stavu na lokalitě projevující se také změnami koncentrací kontaminace v podzemní a povrchové vodě a dnových sedimentech. Monitoring je navržen pro ukazatele, které vykázaly výskyt nadlimitních či zvýšených hodnot v rámci již provedeného vzorkování.

Návrh monitorovacích objektů a profilů povrchové vody zahrnutých do monitoringu vychází především z dat zjištěných v rámci aktuálních průzkumných prací. Po provedení ročního monitoringu by měly být získané údaje vyhodnoceny dle posouzení rizik.

9.1.1 Popis nápravných opatření

9.1.1.1 Areál Metal Impuls

Monitoring kvality podzemní a povrchové vody bude proveden v rozsahu stanovení ClU – 5 základních + vinylchlorid, PAU – 12 základních polutantů, uhlovodíky C_{10}-C_{40} u podzemních a povrchových vod, v sedimentech v rozsahu PAU – benzo/a/pyren a fluoranthen po dobu 1 roku.

Četnost vzorkování bude činit 1x kvartálně u podzemních vod, 1x měsíčně u povrchových vod a dnových sedimentů. Vyšší četnost u vzorkování povrchových vod a dnových sedimentů vyplývá z metodiky stanovení sledované hodnoty NEK jako celoroční průměrné hodnoty (nutno vzorkovat min. v měsíčním intervalu).

Celkem předpokládáme 28 odběrů podzemní vody v jednom čtvrtletním cyklu (8x stávající vrty, 20x domovní a obecní studny), 5 odběrů povrchové vody a 5 odběrů dnových sedimentů v profilech definovaných předchozí AR (Vodní zdroje Ekomonitor, 2020) v jednom měsíčním cyklu.

Tabulka č. 4: Projektovaný rozsah monitoringu Metal Impuls

Médium	Vzorkování	Analýzy
Podzemní voda	4x28 vz. dynamicky, 4x28 vz. staticky	ClU – 112, PAU – 112, C_{10}-C_{40} - 112
Povrchová voda	12x5 vzorků staticky	ClU – 60, PAU – 60, C_{10}-C_{40} - 60
Dnový sediment	12x5 vzorků	PAU (benzo/a/pyren a fluoranthen) - 60

Přesně je rozsah navržených prací specifikován v příloze č. 10.1. Mapa umístění průzkumných monitorovacích prací je uvedena v příloze č. 6.1.

9.1.1.2 Bývalá nelegální varna omamných látek

Monitoring kvality podzemní a povrchové vody bude proveden v rozsahu stanovení ClU – 5 základních + vinylchlorid, PAU – 12 základních polutantů, uhlovodíky C_{10}-C_{40}, metamfetamin u podzemních a povrchových vod, v sedimentech v rozsahu PAU –

benzo/a/pyren a fluoranthen po dobu 1 roku.

Četnost vzorkování bude činit 1x kvartálně u podzemních vod, 1x měsíčně u povrchových vod a dnových sedimentů. Vyšší četnost u vzorkování povrchových vod a dnových sedimentů vyplývá z metodiky stanovení sledované hodnoty NEK jako celoroční průměrné hodnoty (nutno vzorkovat min. v měsíčním intervalu).

Celkem předpokládáme 8 odběrů podzemní vody v jednom čtvrtletním cyklu (3x stávající vrty, 5x domovní studny), 2 odběry povrchové vody a 2 odběry dnových sedimentů v profilech definovaných předchozí AR (Vodní zdroje Ekomonitor, 2020) v jednom měsíčním cyklu.

Tabulka č. 5: Projektovaný rozsah monitoringu bývalá nelegální varna

Médium	Vzorkování	Analýzy
Podzemní voda	4x8 vz. dynamicky, 4x8 vz. staticky	ClU – 32, PAU – 32, C_{10}-C_{40} – 32, metamfetamin - 32
Povrchová voda	12x2 vzorky staticky	ClU – 24, PAU – 24, C_{10}-C_{40} – 24, metamfetamin - 24
Dnový sediment	12x2 vzorky	PAU (benzo/a/pyren a fluoranthen) - 24

Přesně je rozsah navržených prací specifikován v příloze č. 10.2. Mapa umístění průzkumných monitorovacích prací je uvedena v příloze č. 6.2.

9.2. Předsanační doprůzkum

V rámci doprůzkumu budou realizovány následující činnosti:

- přípravné práce, zajištění správních povolení,
- vrtné práce za účelem odběrů vzorků zemin a půdního vzduchu z ručních sond, odběr vzorků stavebních konstrukcí,
- případné odběry vzorků podzemní vody (bude-li naražena) a odběry vzorků odpadní vody z jímky na pozemku bývalé nelegální varny,
- analýzy vzorků zemin, půdního vzduchu, stavebních konstrukcí a vod,
- kamerová zkouška těsnosti jímky na pozemku bývalé nelegální varny,
- vyhodnocení prací a zpracování závěrečné zprávy předsanačního doprůzkumu.

Průzkumné práce svým zaměřením a rozsahem budou vycházet z dosavadní prozkoumanosti zájmové lokality a budou se opírat se o výsledky rekognoskace. Cílem průzkumných prací je nalezení zdroje znečištění chlorovaných alifatických uhlovodíků v nesaturované a v saturované zóně v areálu METAL IMPULS a ověření rizika znečištění odpadní vody metamfetaminem v jímce na nádvoří bývalé nelegální varny omamných látek.

Doprůzkumné práce jsou projektovány na obou lokalitách v takovém rozsahu, který poskytne relevantní a detailní údaje pro návrh dalšího postupu prací včetně návrhu případných sanační opatření.

Metodika vzorkování a kontrola kvality byla v souladu s Metodickým pokynem MŽP „Vzorkovací práce v sanační geologii“ (Vzorkovací práce v sanační geologii. Metodický pokyn MŽP. Věstník MŽP, č. 2, Příloha 2, únor 2007).

9.2.1 Vrtné práce

9.2.1.1 Mělké ruční nevystrojené závrty

Pro účely identifikace plošného a hloubkového rozsahu znečištění nesaturované zóny v obou lokalitách budou realizovány odběry vzorků zemin a půdního vzduchu z předem vytyčených jednorázových závrtů. Vrtné práce budou prováděny pomocí ruční vibračně vrtné soupravy firmy Eijkelkamp s použitím dutých jádrových sond o průměrech 60–40 mm a bouracího kladiva Makita HM 1400.

Hloubka těchto ručních nevystrojených závrtů bude dosahovat max. 3,0 m pod úroveň terénu.

V následující tabulce č. 6 je uveden projektový rozsah realizace ručních nevystrojených závrtů v obou zájmových lokalitách na území městyse Křižanov.

Tabulka č. 6: Projektovaný rozsah realizace ručních nevystrojených závrtů

Lokalita	**Hloubka závrtu** (m p.ú.t.)	**Počet**	**Celkem** (m)
Areál METAL IMPULS	3	20	60
Bývalá nelegální varna omamných látek	3	4	12

Celkem je navrženo realizovat 24 kusů jednorázových závrtů o celkové maximální metráži 72 m. Umístění závrtů je patrné z příloh č. 6 a 7. V případě lokality Metal Impuls se jedná o předpokládaná místa výskytu zdrojů znečištění (bývalá odmašťovna, bývalá skládka uhlí, obrobna, lakovna, šrotiště). V případě nelegální varny omamných látek se jedná o těsné okolí jímky na nádvoří bývalé varny. Přesné umístění nevystrojených sond bude specifikováno po vytyčení průběhu vedení podzemních inženýrských sítí. Všechny nevystrojené závrty budou po odběru vzorků zemin likvidovány dusaným záhozem a zpevněné plochy byly uvedeny do původního stavu. Zeminy, které nebudou použity ke zpětnému zásypu vrtů, budou likvidovány v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech.

Střety zájmů (vyjma nutnosti koordinace postupů s ohledem na pohyb na soukromých pozemcích) nejsou známy. Inženýrské sítě budou před zahájením prací vytýčeny. Souhlasy majitelů soukromých pozemků ke vstupu na tyto pozemky a k zásahu do těchto pozemků budou před zahájením prací vyřízeny.

9.2.2 Vzorkovací práce

9.2.2.1 Metodika a rozsah odběrů vzorků půdního vzduchu

Z ručních nevystrojených závrtů na lokalitě Metal Impuls budou odebírány vzorky půdního vzduchu, a to 1 vzorek půdního vzduchu z jednoho závrtu na stanovení ClU (vč. vinylchloridu).

Tabulka č. 7: Rozsah projektovaných odběrů vzorků půdního vzduchu

Lokalita	**Počet závrtů**	**Počet vzorků**	**Analýza vzorků - ukazatelé**
Areál METAL IMPULS	20	20	ClU (vč. vinylchloridu)

Vzorky budou odebrány pomocí odběrového čerpadla SKC Pocket Pump 210-1001, přesátím 2 l půdního vzduchu přes sorpční kolonky SKC Anasorb.

9.2.2.2 Metodika a rozsah odběrů vzorků zemin

Z ručních nevystrojených závrtů budou odebírány 2 vzorky zemin (dle možností z etáží 0 – 1,5 m a 1,5 – 3 m). Vzorky budou podrobeny analýzám: ClU(vč. vinylchloridu) v případě lokality Metal Impuls a metamfetaminu v případě bývalé nelegální varny.

Tabulka č. 8: Rozsah projektovaných odběrů vzorků zemin

Areál	Počet závrtů	Počet vzorků	Analýza vzorků - ukazatelé
Areál METAL IMPULS	20	40	ClU (vč. vinylchloridu)
Bývalá nelegální varna omamných látek	4	8	metamfetamin

9.2.2.3 Metodika a rozsah odběrů vzorků podzemní vody

V případě naražení podzemní vody u nevystrojených ručních sond bude odebrán daný vzorek vody. V případě areálu Metal Impuls bude provedena analýza na stanovení ClU, v případě bývalé nelegální varny bude provedena analýza na stanovení metamfetaminu.

Tabulka č. 9: Rozsah projektovaných odběrů vzorků podzemní vody

Areál	Počet závrtů	Počet vzorků	Analýza vzorků - ukazatelé
Areál METAL IMPULS	20	5	ClU (vč. vinylchloridu)
Bývalá nelegální varna omamných látek	4	4	metamfetamin

9.2.2.4 Metodika a rozsah odběru vzorků odpadní vody

Pro ověření míry kontaminace odpadní vody v jímce na nádvoří bývalé varny budou z tohoto objektu provedeny odběry vzorků odpadní vody. Vzorky odpadních vod budou odebírány v časovém odstupu 3 měsíců. Vzorky odpadních vod budou odebírány pomocí ručního teleskopického vzorkovače a analyzovány dle specifikace uvedené v následující tabulce.

Tabulka č. 10: Rozsah projektovaných odběrů vzorků odpadní vody

Lokalita	Počet vzorků odpadní vody	Analýza vzorků - ukazatelé
Bývalá nelegální varna omamných látek	2	metamfetamin

9.2.2.5 Metodika a rozsah odběru vzorků stavebního materiálu

Vzorky stavebního materiálu jsou projektovány za účelem ověření kontaminace stavebního materiálu z betonové konstrukce jímky na nádvoří bývalé varny metamfetaminem. Vzorky

stavebních materiálů budou odebírány bodově pomocí bouracího kladiva, ručního kladiva a sekáče z konstrukce jímky vždy z plochy cca 20 cm^2.

Tabulka č. 11: Rozsah projektovaných odběrů vzorků stavebního materiálu

Lokalita	Počet vzorků	Analýza vzorků - ukazatelé
Bývalá nelegální varna omamných látek	4	metamfetamin

Vzorkovací a analytické práce v průběhu předsanačního doprůzkumu budou provedeny dle obecně platných předpisů a norem, známých znalostí a zkušeností a běžně používaných postupů v ČR, především v souladu s Metodickým pokynem MŽP č. 13/2005. Práce byly prováděny v souladu s vyhláškou MŽP č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupech při výpočtu zásob výhradních ložisek.

Laboratorní analýzy budou prováděny v akreditované laboratoři.

9.2.3 Kamerová zkouška těsnosti jímky

V jímce na nádvoří bývalé varny bude proveden její monitoring kamerou, pokud to stav daného objektu umožní. Následně bude provedeno vyhodnocení kamerové zkoušky. Výsledkem by mělo být ověření těsnosti jímky proti možným průsakům do okolního horninového prostředí.

9.3. Vyhodnocení prací a zpracování závěrečné zprávy doprůzkumu

Zpracování Závěrečné zprávy doprůzkumu staré ekologické zátěže v katastru městysu Křižanov bude provedeno podle vyhl. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek, Metodického pokynu MŽP pro průzkum kontaminovaného území ze září roku 2005 a dále také podle Metodického pokynu „Vzorkování v sanační geologii“ z prosince 2006.

Práce doprůzkumu zahrnují roční monitoring kvality vod a vlastní průzkumné práce, zaměřené na ohniska znečištění v areálech Metal Impuls a bývalé nelegální varny omamných látek.

Cílem realizace monitorovacích prací je snížení nejistot způsobených absencí dat v delším časovém horizontu. Budou tak podchycené případné změny stavu na lokalitě projevující se také změnami koncentrací kontaminace v podzemní a povrchové vodě a dnových sedimentech.

Cílem realizace průzkumných prací je nalezení zdroje znečištění chlorovaných alifatických uhlovodíků v nesaturované a v saturované zóně v areálu Metal Impuls a ověření rizika znečištění odpadní vody metamfetaminem v jímce na nádvoří bývalé nelegální varny omamných látek.

Doprůzkumné práce jsou projektovány na obou lokalitách v takovém rozsahu, který poskytne relevantní a detailní údaje pro návrh dalšího postupu prací včetně návrhu případných sanační opatření.

Na základě získaných výsledků a informací z provedeného průzkumu lokalit budou aktualizovány závěry analýzy rizik: Analýza rizik vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody (Vodní zdroje Ekomonitor, 2020), a to v souladu s požadavky Metodického pokynu MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území ze září 2005.

10 Harmonogram prací

V následující tabulce je uveden harmonogram prací v měsících od schválení realizační dokumentace.

Tabulka č. 12: Harmonogram prací

Činnost	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Zpracování a schválení realizační dokumentace														
Přípravné práce														
Roční monitoring – podzemní voda														
Roční monitoring - ostatní														
Laboratorní analýzy - monitoring														
Vyhodnocení monitoringu														
Vrtné práce – nevystrojené závrty														
Odběr vzorků ze sond														
Odběr vzorků odpadní vody														
Kamerová zkouška jímky														
Laboratorní analýzy - doprůzkum														
Vyhodnocení průzkumných prací														
Závěrečná zpráva – doprůzkum														

11Rozpočet

Rozpočet prací pro výše uvedený rozsah je součástí této dokumentace jako příloha č. 10.

12 Závěr

Na základě smlouvy o dílo s objednatelem, Městysem Křižanov, byl zpracován předložený projekt Doprůzkumu vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov.

Předmětem prací je vyhotovení projektu doprůzkumu vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody ve smyslu Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí České republiky č. 3 z března 2011 (Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území) a Metodickým pokynem MŽP č. 13/2005.

Projekt doprůzkumu staré ekologické zátěže v katastru městysu Křižanov navazuje na závěry zpracované zprávy: „Analýza rizik vlivu zdrojů kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody. Vodní zdroje Ekomonitor, září 2020."

Práce doprůzkumu zahrnují roční monitoring kvality vod a vlastní průzkumné práce, zaměřené na ohniska znečištění v areálech Metal Impuls a bývalé nelegální varny omamných látek.

Cílem realizace monitorovacích prací je snížení nejistot způsobených absencí dat v delším časovém horizontu. Budou tak podchycené případné změny stavu na lokalitě projevující se také změnami koncentrací kontaminace v podzemní a povrchové vodě a dnových sedimentech.

Cílem doprůzkumu je nalezení zdroje znečištění chlorovaných alifatických uhlovodíků v nesaturované a v saturované zóně v areálu Metal Impuls a ověření rizika znečištění odpadní vody metamfetaminem v jímce na nádvoří bývalé nelegální varny omamných látek.

Doprůzkumné práce jsou projektovány na obou lokalitách v takovém rozsahu, který poskytne relevantní a detailní údaje pro návrh dalšího postupu prací včetně návrhu případných sanační opatření.

Použitá literatura

1. DEMEK, J., BALATKA, B., BŮČEK, A., CZUDEK, T., DĚDEČKOVÁ, M., HRÁDEK, M., IVAN, A., LACINA, J., LOUČKOVÁ J., RAUSNER, J., STEHLÍK, O., SLÁDEK, J., VANĚČKOVÁ, L., VAŠÁTKO, J. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR, Hory a nížiny. - Academia, 1-584. Praha
2. QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti ČSR. – Studia geographica, 1-64. Brno
3. OLMER, M., KESSL, J., PRCHALOVÁ, H., HOLÍKOVÁ, M., PAVLÍKOVÁ, D., ANÝŽ, D., JIROUDKOVÁ, M., NOVÁK, V., ŠIFTAŘ, Z., NAKLÁDAL, V., HERRMAN, Z., ŘEZÁČ, B. (1990): Hydrogeologické rajóny. – Výzk. Úst. Vodohosp., 1-154. Praha
4. CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. - Academia, 143-150. Praha
5. HYDROGEOLOGICKÉ RAJÓNY/OBJEKTY A ODBĚRY PODZEMNÍ VODY/VODNÍ TOKY, VODNÍ PLOCHY, HYDROLOGICKÁ POVODÍ [ONLINE]. PRAHA: Výzk. Úst. Vodohosp. T. G. Masaryka, Mapy a data, 2002 - 2010 [cit. 2010-06-24]. Dostupný na http://heis.vuv.cz
6. Portál veřejné zprávy České republiky [online]. Praha: Ministerstvo vnitra ČR, 2003-2010 Dostupný na http://portal.gov.cz
7. VLČEK, V. (1971): Příspěvek k regionalizaci povrchových vod v ČSR. In Studia geographica 22. Brno : GgÚ ČSAV, 1971. s. 121-137.
8. Kontaminační hydrogeologie (2000), Ondřej Šráček, Josef Datel, Jiří Mls. Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum
9. Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech (1982), Ján Jetel, Praha, Academie
10. METODICKÝ POKYN Ministerstva životního prostředí České republiky pro analýzu rizik kontaminovaného území, leden 2011.
11. METODICKÝ POKYN Ministerstva životního prostředí České republiky č. 13 pro průzkum kontaminovaného území, září 2005.
12. METODICKÝ POKYN Ministerstva životního prostředí České republiky – vzorkovací práce v sanační geologii, prosinec 2006.
13. LEHMERT, K. (2016): Odborné vyjádření k problematice kontaminace chemickými látkami v intravilánu městyse Křižanova, CBRN – VAKOS XT
14. BOROVSKÝ, O. (2016): Monitoring aktuálního stavu kontaminace městyse Křižanov, Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s r.o.
15. BARTOŠOVÁ, D., NEDBAL, R. (2017): Městys Křižanov – analýza rizik vlivu kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody, projektová dokumentace, Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s r.o.
16. NEDBAL, R. (2020): Městys Křižanov – analýza rizik vlivu kontaminace v katastru městysu Křižanov na podzemní a povrchové vody, závěrečná zpráva, Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s r.o.

Přílohová část