

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Zásady zpracování analýzy rizika vodních toků a říčních
sedimentů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Lenka Wimmerová, MSc., Ph.D.

Bakalant: Ivana Jalušková

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ivana Jalušková

Územní technická a správní služba

Název práce

Zásady zpracování analýzy rizika vodních toků a říčních sedimentů

Název anglicky

Principles of Processing Risk Analysis of Water Bodies and River Sediments

Cíle práce

Cílem práce je definice obecných zásad a postupů zpracování analýzy rizika znečištění vodních toků a říčních sedimentů. V rámci práce bude zpracována případová studie posouzení rizika vybraného vodohospodářského toku na složky životního prostředí a zdraví obyvatelstva.

Metodika

Bakalářská práce má charakter studie. Metodicky půjde o vytvoření aktuálního a účelného literárního přehledu z oblasti zpracování analýzy rizika s modelovým příkladem hodnocení rizik a environmentálních dopadů znečištění řeky Bílina na dvou úsecích v okolí Ústí nad Labem.

Doporučený rozsah práce

cca 50 stran textu a 10 stran příloh

Klíčová slova

analýza, riziko, environmentální, koncepční model, říční sediment, znečištění, voda, vodohospodářský tok

Doporučené zdroje informací

JELÍNKOVÁ, J. – TUHÁČEK, M. *Právo životního prostředí : praktický průvodce*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5464-2.

MŽP, 2011: Metodický pokyn odboru ekologických škod MŽP – Analýza rizika kontaminovaného území. Věstník MŽP, roč. XXI, částka 3, 3-52 s.

Vyhláška č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě.

Webové aj. informační zdroje Povodí Ohře. URL: www.poh.cz

Webové informační zdroje ČIŽP. URL: www.cizp.cz

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a prováděcí předpisy k tomuto zákonu.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů a prováděcí předpisy k tomuto zákonu.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Wimmerová, MSc, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 14. 8. 2017

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 8. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 12. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Lenky Wimmerové, MSc., Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 12.4.2019

.....

Poděkování

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Lence Wimmerové, MSc., Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi velice pomohly při zpracování této práce.

V Praze dne 12.4.2019

.....

Abstrakt

Ekologické problémy provázejí lidskou civilizaci již od jejího vzniku. Jedním z hlavních problémů je kvalita vody. Znečištěná voda představuje značné riziko nejen pro živé organismy ale i pro celý ekosystém. Může být kontaminována dusičnany, dusitany a fosforem, těžkými kovy a organickým znečištěním. Zvláštní kapitolu znečištění povrchových vod tvoří sedimenty. Jsou to materiály, které mohou být velmi často zamořeny rizikovými prvky a látkami. Riziko sedimentů spočívá v tom, že zachycené znečištění není trvalé. Pokud existuje podezření na negativní působení kontaminace na složky životního prostředí a zdraví obyvatelstva, je doporučeno nechat zpracovat analýzu rizik, která se řídí metodickým pokynem MŽP České republiky. Jejím cílem je popsat, vyhodnotit možná rizika znečištění a navrhnout nápravná opatření.

V rámci práce je zpracován modelový příklad hodnocení rizik a environmentálních dopadů znečištění řeky Bílina na dvou úsecích Chanov až jez v Dolním Jiřetíně a v Ústí nad Labem.

Klíčová slova

analýza, riziko, environmentální, koncepční model, říční sediment, znečištění, voda, vodohospodářský tok

Abstract

Environmental problems have been integral to human society since its inception.

One of the main problem is the quality of water. Polluted water poses a risk not only to living organisms but also to the whole ekosystem.

The water can be contaminated by nitrates, nitrites, phosphor, heavy metals and organic pollution. A specific chapter of pollution of surface water is made up of sediments.

They are materials, which can be very often contaminated by risk elements and substances. The risk of sediments lies in the fact, that the discovered pollution is not permanent. If there is a suspicion of negative effect of contamination on the environmental components and health of population it is recommended to have a risk analysis. This analysis follows the methodological guideline of the Czech Ministry of Environment and its aim is to describe and assess the potential risk of pollution. It also takes corrective measures.

In this thesis is elaborated a model example of risk and environmental impact assessment of the Bílina River pollution. It concerns of two sections from Chanov to weir in Dolní Jiřetín and Ústí nad Labem.

Keywords

Analysis, risk, environmental, conceptual model, river sediment, pollution, water, water management flow

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce	4
3	Literární rešerše	5
3.1	Právní ochrana vody	5
3.2	Znečištění vod	6
3.3	Zdroje znečištění vod	7
3.3.1	Bodové znečištění	7
3.3.2	Plošné (difúzní) znečištění	8
3.3.3	Havarijní znečištění	8
3.4	Ukazatele kvality vody	8
3.5	Polutanty	9
3.5.1	Arsen	10
3.5.2	Kadmium	10
3.5.3	Rtuť	11
3.5.4	Hliník	11
3.5.5	Chrom	11
3.5.6	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	11
3.5.7	Ropné látky	12
3.5.8	Polychlorované bifenyly	12
3.5.9	Pesticidy	13
3.6	Sedimenty	13
3.6.1	Rizika sedimentů	14

3.6.2	Legislativní zařazení sedimentů	14
3.7	Management vodohospodářských toků.....	20
3.8	Analýza rizik vodohospodářských toků	21
3.9	Koncepční model	23
3.10	Zpracování analýzy	24
3.10.1	Údaje o území.....	24
3.10.2	Průzkumné práce	24
3.10.3	Hodnocení rizik	26
3.10.4	Doporučení nápravných opatření	27
3.10.5	Závěr a doporučení	27
3.11	Evidence výsledků.....	28
4	Charakteristika studijního území	28
4.1	Všeobecné údaje	28
4.2	Přírodní poměry zájmového území	29
4.2.1	Geomorfologické a klimatické poměry	29
4.2.2	Geologické poměry	31
4.2.3	Hydrogeologické a hydrologické poměry	31
5	Metodika	32
6	Současný stav řešené problematiky	33
6.1	Přehled zdrojů znečištění	34
6.2	Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů	35
6.3	Koncepční model	35
7	Výsledky	36

7.1	Monitoring kvality povrchových vod	36
7.1.1	Ukazatel BSK ₅ (mg/l).....	37
7.1.2	Ukazatel CHSK _{Cr} (mg/l).....	38
7.1.3	Ukazatel N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	40
7.1.4	Ukazatel N-NO ₃ (mg/l).....	41
7.1.5	Ukazatel P _{celk} (mg/l)	42
7.1.6	Ukazatel AOX (mg/l)	43
7.2	Rozbory sedimentů a porovnání s legislativou	44
7.2.1	Indikátory znečištění dle metodického pokynu MŽP.....	45
7.2.2	Indikátory znečištění dle vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě, příloha č. 1.....	46
7.2.3	Indikátory znečištění dle vyhlášky č. 387/2016 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu	48
7.2.4	Vyluhovatelnost sedimentů	50
8	Diskuze	51
9	Závěr a přínos práce.....	55
10	Přehled literatury a použité zdroje.....	57

1 Úvod

Životní prostředí je vše kolem nás, vše, co nás obklopuje. Nejedná se ale o přesné označení, je to prostor, který svými vlastnostmi a podmínkami umožňuje život, rozvoj organismů i rozmnožování. Člověk se stal součástí ekosystému před více než 2 miliony let a na rozdíl od ostatních organismů je schopen si toto okolí utvářet, ale bohužel také ničit. Ekologické problémy provázejí lidskou civilizaci již od jejího vzniku. Z počátku člověk své okolí využíval pro zemědělskou činnost a kácel dřevo lesních porostů. Svým rozsahem to byly problémy lokálního charakteru. Ochrana životního prostředí se v této době nevěnovala téměř žádná pozornost. V minulosti jsou zaznamenány nepřímé snahy ochrany přírody. První právní normy vznikaly již ve 12. – 14. století. Příkladem mohou být zřizované obory pro zvěř bohatými šlechtici jako ochrana ohrožených druhů před vyhubením a biodiverzity před jejich zničením. Dále je dochována zmínka o ochraně v Maiestas Carolina vydaná císařem Karlem IV. (Červinka a kol., 2005), která obsahovala systém správy lesů včetně trestů při porušení. Nikdy nebyla pro odpor šlechty přijata.

S rozvojem průmyslové revoluce, a také s nárůstem populace, došlo ke zvýšení tlaku člověka na přírodu. Výraznou stopu nese kácení lesů, těžba nerostných surovin, průmyslová výroba, výstavba měst a komunikací. Konec druhé světové války nastartoval nejvyšší tempo hospodářského růstu, který byl a je náročný na čerpání zdrojů nerostných surovin. Tímto však dochází k narušení ekologické rovnováhy, které může vést až k přírodním katastrofám. Lidé si začali uvědomovat, že životní prostředí je ohroženo a je zapotřebí ho chránit, a to nejen pro přítomné, ale i pro budoucí generace. V současné době se ekologické problémy dostávají do popředí zájmu. Dle rozsahu jsou buď globální (globální oteplování, úbytek ozónové vrstvy), regionální nebo lokální (kyselá dešť, degradace půdy, znečištění vod, problémy spojené s odpady). Hlavní prioritou politiky životního prostředí je snaha zabránit klimatickým změnám a znečištění, zachování biologické rozmanitosti, podpora odpovědného využívání přírodních zdrojů a udržitelný rozvoj.

Významným mezníkem v ochraně životního prostředí se stal rok 1972, kdy byla do Stockholmu svolána konference k této problematice. Sešli zástupci téměř všech států světa a byly zde pojmenovány hlavní problémy narušení životního prostředí.

Současně byla vyslovena myšlenka, že životní prostředí neuznává hranice (Moldan, 1997). Lidé byli vyzváni k činnostem, které pomohou životní prostředí chránit, a to zejména vodu, vzduch, půdu, živou přírodu, nebo zamezí šíření znečištění. Vytvořily se pravidla, které byly postupně zakotveny ve směrnících a v právních systémech jednotlivých států, sloužících na ochranu životního prostředí celého světa.

Česká republika v minulosti patřila mezi země s největším znečištěním. K výraznému posunu v ochraně životního prostředí došlo až po sametové revoluci, tj. po roce 1989, kdy musel být vypracován nový systém péče o životní prostředí. Stávající právní systém v oblasti ochrany přírody byl nevyhovující a u některých odvětví dokonce chyběl. Byla zde absence ministerstva, které by vše zastřešilo. Ústředním orgánem státní správy a vrchního dozoru ve věcech životního prostředí se v roce 1990 stalo Ministerstvo životního prostředí (dále jen MŽP). V kompetenci MŽP je mimo jiné ochrana vod, ovzduší, přírody a krajiny, ochrana zemědělského půdního fondu (dále jen ZPF), horninového prostředí, odpadové hospodářství, myslivost, rybářství, lesní hospodářství. Jednou z důležitých činností MŽP je vyhlášení národních parků, přírodních památek a chráněných druhů ohrožených organismů. Dále má pravomoc rozhodovat při realizaci velkých staveb, které podléhají posouzení vlivu na životní prostředí. Jako dozor nad ochranou životního prostředí byla zřízena Česká inspekce životního prostředí (dále jen ČIŽP).

Pro zachování čistého prostředí je velmi důležité věnovat velkou pozornost vodnímu hospodaření. Voda je důležitým prvkem a v životě lidí hraje nenahraditelnou roli. Musíme si jí vážit jako nenahraditelného zdroje. Voda nám dává život a bez ní nemůžeme žít. Nejen pro lidskou populaci je jako vodní zdroj využívána sladká voda v jezerech, řekách, říčkách, potůčcích, mokřadech, tj. setina procenta z celkového objemu vody na Zemi. Nároky na využívání vody se s přibývajícím populací zvyšují a rostou i nároky na její kvalitu, protože znečištěná voda představuje pro živé organismy značné riziko. V České republice patřily řeky kolem 80. let 20. století k nejvíce znečištěným řekám v Evropě.

Přestože se v posledních letech kvalita vody zlepšuje, zůstává i nadále voda znečištěna dusičnany, dusitany a fosforem, které se do ní dostávají smyvy z polí. V řekách a jezerech se zvyšuje množství živin a v letních měsících dochází eutrofizaci. Dalším zdrojem znečištění mohou být i splašky, které jsou vypouštěny bez předčištění do vodních toků. Kontaminace vody organickým znečištěním je nebezpečná, protože je možné šíření infekčních onemocnění. Ke zlepšení kvality vod v posledních letech pomohla například výstavba nových čistíren odpadních vod nebo jejich rekonstrukce. Vodní toky, které protékají průmyslovými oblastmi, jsou znečištěny těžkými kovy. Zvláštní kapitolu tvoří říční sedimenty. Pokud existuje podezření, že kontaminace říčních sedimentů může ohrozit kvalitu povrchové nebo podzemní vody, je doporučeno nechat zpracovat analýzu rizik kontaminovaných území. Zpracovaná analýza se řídí metodickým pokynem MŽP České republiky a jejím cílem je popsat, vyhodnotit možná rizika znečištění a navrhnout nápravná opatření.

2 Cíle práce

Cílem práce je definice obecných zásad a postupů zpracování analýzy rizika znečištění vodních toků a říčních sedimentů.

V rámci práce je zpracována případová studie posouzení rizika vybraného vodohospodářského toku, řeky Bíliny od říčního km 46,54 (Chanov) po říční km 56,06 (jez v Dolním Jířetíně) a v ř.km 0,118–1,050 v okolí Ústí nad Labem, na složky životního prostředí a zdraví obyvatelstva.

3 Literární řešerše

3.1 Právní ochrana vody

Voda je jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí, není ohraničena hranicemi a nelze ji chránit pouze na území státu. Je třeba ji chránit a hospodařit s ní na úrovni povodí, tzn. na úrovni mezinárodní spolupráce. V rámci Evropské unie (dále jen EU) jsou vydány směrnice, které jsou závazné pro všechny členské státy. Základním právním předpisem Evropského parlamentu a Rady ustavujícím rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky členských států je směrnice 2000/60/ES z 23. října 2000 (Tuháček a kol., 2015). Účelem vzniku bylo sjednocení různé ochrany vod v rámci EU a prosazení společné péče o životní prostředí. Směrnice se vztahuje na vody vnitrozemské, podzemní, brakické a pobřežní. Účelem tohoto dokumentu je dosažení „dobrého stavu“ vod ve třech šestiletých obdobích s termíny do roku 2015, 2021 a 2027. Nařízená aktivita vyžaduje spolupráci v rámci mezinárodních povodí. Například Česká republika je smluvním partnerem mezinárodních smluv na ochranu Labe, Odry a Dunaje. Rámcová směrnice na ochranu vod se nevztahuje jen na vodohospodáře a ochránce přírody, ale také na zemědělství, průmysl, lesnictví, územní plánování a další obory (MŽP, ©2009).

Česká republika spravuje vodní toky, které na jejím území pramení a dále odtékají, stékají se, nebo jen protékají. Díky tomuto úkazu se jí říká střecha Evropy.

Z právního hlediska voda v přirozeném oběhu není předmětem vlastnictví a ani není součástí pozemků. Ochrana vody a vodních zdrojů je tedy ve veřejném zájmu. Hlavní zodpovědnost a úlohu ochrany vod plní stát. V České republice vykonává funkci ústředního orgánu pro ochranu vod Ministerstvo životního prostředí. Pro tuto potřebu byl přijat zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), jehož účelem je mimo jiné zajistit ochranu povrchových a podzemních vod, kvalitu a hospodárné využívání, trvalou udržitelnost jejich využívání, ochranu před povodněmi nebo naopak před suchem a vytvořením podmínek pro zmírnění jejich negativních účinků, dbát na zajištění bezpečnosti vodních děl v souladu se směrnicemi EU. Současně přispívá k ochraně vodních ekosystémů (Tuháček a kol., 2015).

3.2 Znečištění vod

Produktem lidské civilizace je znečištění životního prostředí, které ohrožuje nejen samotné lidi, ale i celý ekosystém. Účinky znečištění vyvolávají obavy, neboť mohou vést k smrtelným chorobám, včetně rakoviny a také mohou být předány budoucím generacím, což by mohlo ovlivnit populační genofond (Kumar a kol., 2018).

Velké riziko představuje znečištění vody v rozvojových zemích, kde jsou omezené zdroje a často je zdravotní nezávadnost problémem. Ve vyspělých zemích je riziko menší, obyvatelé mají možnost využít vodu z vodovodních sítí, kde je kvalita kontrolována (Červinka a kol., 2005).

Chemické látky uvolňující se při průmyslové výrobě jsou nebezpečné pro živé organismy. Mohou být karcinogenní, toxické nebo mutagenní. Jsou odolné, dokáží se přenášet na velké vzdálenosti a mají schopnost akumulace. Jejich nebezpečí spočívá i v tom, že mohou přetrvat například v půdě nebo sedimentech mnoho let a tím se dostávat do potravního řetězce. Další riziko vzniká, když se tyto látky uvolní vlivem přirozeného chování řek. Nejčastěji kontaminují vodní zdroje. Likvidace těchto škod není snadná a je také často velmi nákladná. Emise rizikových látek musí být vyřazeny, nebo jejich použití nahrazeno bezpečnější alternativou.

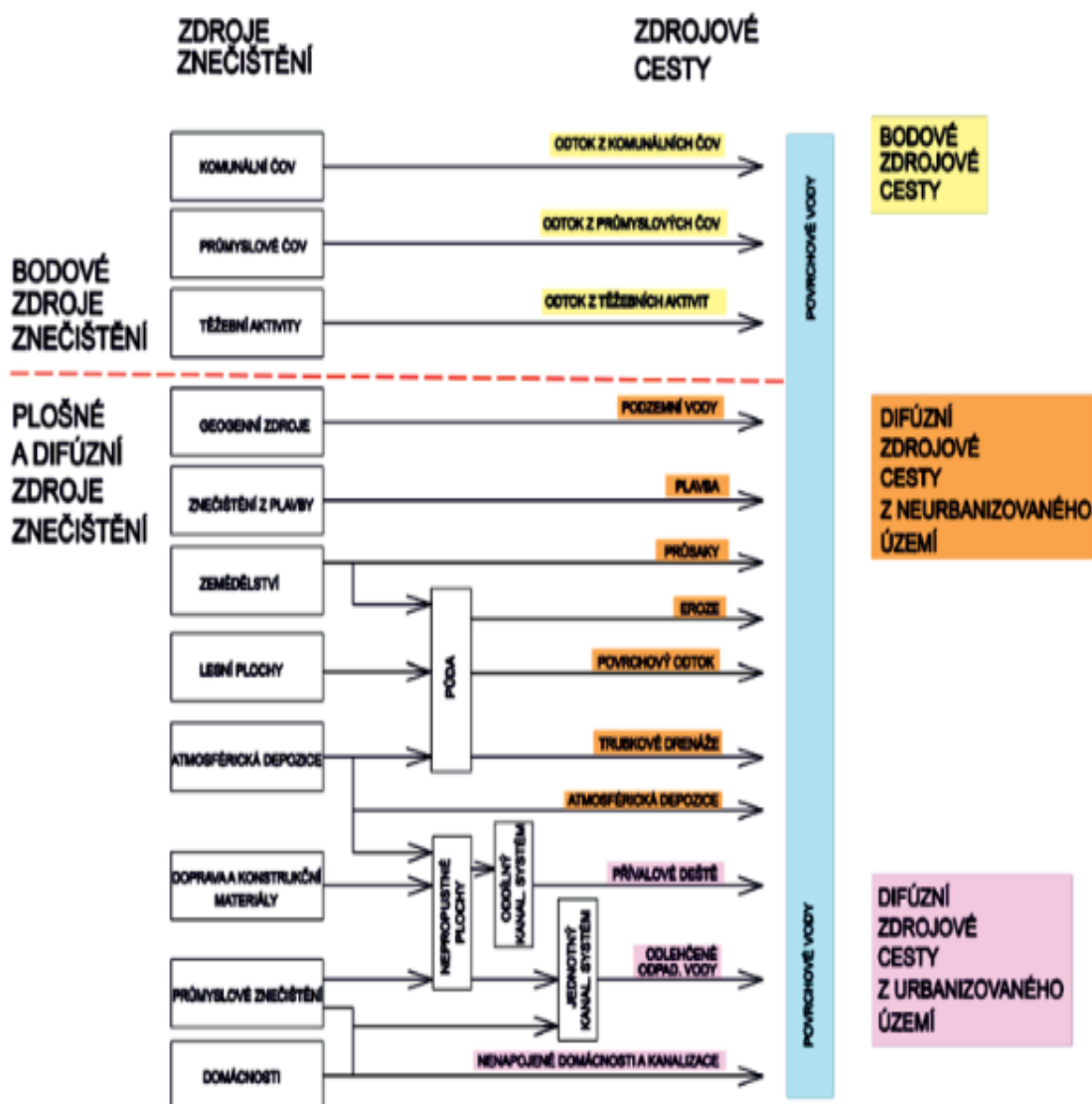
Povrchové vody v ČR na počátku 90. let minulého století byly velmi znečištěny. Většina velkých a významných toků byla zařazena do kategorie silně nebo velmi silně znečištěných. K výraznému zlepšení došlo až snížením průmyslové výroby nebo jejím ukončením. Legislativním přijetím zákona o vodách, vodovodech a kanalizacích byla pozornost soustředěna především na znečištěné vodní zdroje. Modernizací a rozvojem technologie čištění odpadních vod dochází ke snižování bodového zdroje znečištění.

Dalším problémem je kontaminace z plošného a difúzního zdroje. Sporné jsou vodní nádrže zanášené sedimenty a přemírou živin způsobující eutrofizaci, a také řeky s menšími průtoky, ale s vysokým množstvím znečištění. Mezi takové řeky se řadí například Bílina, Mandava, dolní tok Odry a Chomutovka. Představitelem znečištěné vodní nádrže je například Skalka. V současné době se zlepšila kvalita povrchových vod, ale přesto se tento stav nedá považovat za uspokojivý (Volaufová, 2008).

3.3 Zdroje znečištění vod

Kvalitu a čistotu povrchových vod výrazně ovlivňuje antropogenní činnost. Vyskytuje se mnoho zdrojů znečištění a různí původci. Zdroje znečištění vod dělíme na následující: plošné, bodové a havarijní.

Obrázek 1: Bilance zátěže nutrienty ze zdrojů znečištění (Juráň, 2013)



3.3.1 Bodové znečištění

Do této kategorie spadají čistírny odpadních vod (dále jen ČOV), odpad z průmyslové výroby a odpadní vody, které jsou vypouštěny do vodních toků bez předčištění. Zákon č. 25 4/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů definuje odpadní vody jako

ty, které jsou použity např. v průmyslu, zemědělství, zdravotnictví a v oblasti bydlení. Vlivem použití vody dojde ke změně její kvality, stává se odpadní a ta by mohla ohrozit jakost povrchových nebo podzemních zdrojů vody. Mezi odpadní vody řadíme i průsakové vody ze skládek.

3.3.2 Plošné (difúzní) znečištění

Jakost vody stále více ovlivňuje plošné znečištění a dostává se tak do popředí zájmu. U plošného znečištění dochází k zanášení vodních zdrojů smyvy z okolní půdy a splachem z měst. Kvalitu vody také ovlivňuje atmosférický spad.

Významným zdrojem znečištění je zemědělství, kdy je voda kontaminována především fosforem, dusíkem a pesticidy (Carpneter, 1998). Velké množství živin obsažených ve vodě způsobuje nežádoucí jev, eutrofizaci. Při eutrofizaci vzniká u vodních nádrží a vodních toků k přemnožení bakterií a sinic, které zhoršují kvalitu vody. Dochází k úbytku kyslíku s následným úhynem živých organismů (Jeníček a Foltýn, 2010).

Mezi difúzní (rozptýlené, nebodové) zdroje patří výluhy ze skládek, znečištění z dopravy, průsaky ze skladování fekálního odpadu z velkochovu živočišné výroby apod. Jedná se zdroje kontaminace, které byly často podceňovány a přehlíženy.

3.3.3 Havarijní znečištění

Dle platné legislativy je havarijním znečištěním označena situace, kdy dojde k mimořádnému závažnému zhoršení nebo ohrožení jakosti povrchové nebo podzemní vody. Hlavní riziko spočívá v tom, že se může projevit kdekoli a kdykoli. Zpravidla vzniká chybou lidského faktoru. Kontaminace může vzniknout průsakem do podzemní vody, přímým znečištěním povrchové vody nebo kanalizace. Zvláště nebezpečné je přímé znečištění zdrojů pitné vody (Tuháček a kol., 2015).

3.4 Ukazatele kvality vody

Dle ČSN 72 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod jsou stanoveny základní ukazatele kvality vody: BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku), CHSK_{Cr} (chemická spotřeba kyslíku), N-NO₃⁻ (dusičnanový dusík), N-NH₄⁺ (amoniakální dusík) a P_{celk} (celkový fosfor).

Biologicky rozložitelné organické znečištění je vyjádřeno BSK₅. Obecně platí, že vyšší hodnoty představují vyšší znečištění. Celkový obsah organických látek ve vodě vyjadřuje ukazatel CHSK. K oxidaci se používá manganistan draselný nebo dichroman draselný. Metoda dichromanová poskytuje přesnější výsledky. Sloučeniny dusíku, fosforu a draslíku jsou nositeli živin. Tyto prvky jsou důležité pro život organismů, ale při jejich zvýšeném výskytu v povrchových vodách dochází k eutrofizaci. To má za následek snížení samočisticí schopnosti vody a druhové diverzity vodních organismů. Sledovanými ukazateli jsou N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, P_{celk} (Pitter, 1990).

Ukazatel AOX (adsorbovatelné organicky vázané halogeny) nepatří mezi základní ukazatele kvality vody. V příloze B ČSN 75 7221 je uveden jako zdroj kontaminace vodního toku odpadní voda z výroby papíru a celulózy, městské odpadní vody. K uvolnění znečištění může také docházet při chloraci pitné vody nebo vody do bazénů. AOX mohou být toxické pro vodní organizmy.

3.5 Polutanty

Polutanty jsou látky, které působí negativně na určité složky životního prostředí a vlivem lidské činnosti se mohou do něj dostávat v nežádoucím množství. Pokud vznikají pouze lidskou činností, nazývají se xenobiotika (Loučka, 2014). Polutanty jsou zvláště nebezpečné, protože jsou toxické, obtížně odbouratelné (odolné), hromadí se v tělesném tuku organismů, mohou být přenášeny větrem nebo vodními toky, nebo z matky na plod. Mohou způsobit poškození imunitního systému, nervové soustavy, vývojové vady organismů, poruchu reprodukce, jsou karcinogenní (WWF, ©2017). Všechny tyto látky znečišťují životní prostředí, snižují jakost a užitnou hodnotu vody.

Agentura pro ochranu životního prostředí (U.S. EPA – *United State Environmental Protection Agency*) vydala seznam polutantů, které nejvíce zatěžují životní prostředí. Jsou to tzv. „prioritní polutanty“.

Do této kategorie patří:

- kovy (olovo, měď, arsen, kadmium, rtuť, chrom, zinek, hliník, selen),
- azbest,
- kyanidy,
- nitrosaminy a další dusíkaté sloučeniny,

- monolytické aromatické uhlovodíky,
- fenoly a kresoly,
- halogenové alifatické uhlovodíky,
- polycyklické aromatické uhlovodíky,
- PCB a 2-chlornaftalen,
- pesticidy a produkty jejich rozkladu,
- ethery,
- estery kyseliny ftalové.

Například některá xenobiotika ze seznamu prioritních polutantů spadají do kategorie persistentní organické polutanty (POPs – *persistent organic pollutants*). Jsou to látky složené z chemických sloučenin a směsí na bázi uhlíku. Mezi POPs patří třeba pesticidy (DDT), polychlorované bifenyly (PCB) a hexachlorbenzen, dioxiny a furany (Loučka, 2014).

3.5.1 Arsen

Přírodním původcem arsenu je vulkanická činnost. Lidskou činností arsen uniká do životního prostředí při zpracování rud, při spalování fosilních paliv, nadměrným užíváním pesticidů. Z ovzduší se do půdy nebo vody dostává buď spadem, nebo vymytím deštěm. Má schopnost hromadit se v sedimentech a může zde přetrvávat velice dlouhou dobu, dostává se do potravního řetězce. Arsen je karcinogen, vyvolává rakovinu plic, kůže. Ve vysokých dávkách poškozuje nervový systém, vnitřní orgány, v nižších dávkách narušuje krevtvorbu, má vliv na snížení srdeční činnosti (Harte a kol., 1991).

3.5.2 Kadmium

Kadmium vstupuje do životního prostředí vlivem antropogenní činnosti při spalování fosilních paliv, používáním umělých hnojiv v zemědělství, z odpadních vod z metalurgie nebo při výrobě baterií, při využívání čistírenských kalů. Hromadí se v biomase. Kadmium je vysoce toxický prvek, poškozuje ledviny, plíce, játra a kosti. Je teratogenní (IRZ, ©2018).

3.5.3 Rtuť

Rtuť patří mezi nejvíce toxické látky vyskytující se v životním prostředí, je teratogenní. Vyskytuje se ve třech podobách, a to elementární, anorganické a organické, přičemž největší hrozbou je organická forma. Její riziko spočívá v tom, že je nejnádhěji absorbována ústy například konzumací masa kontaminovaných vodních živočichů (Schetter a kol., 2000). V přírodních vodách se rtuť vyskytuje v minimálním množství, nicméně pokud je koncentrace zvýšená, poukazuje tato skutečnost na antropogenní znečištění. Sloučeniny rtuti se mohou vyskytovat v průmyslových nebo zemědělských odpadních vodách. Při spalování fosilních paliv se vstřebává do atmosférických srážek (Pitter, 1990).

3.5.4 Hliník

V přírodě se hliník vyskytuje ve sloučeninách, především v křemičitanech (živce, slídy). Do podzemní a povrchové vody se uvolňuje hlavně vlivem kyselé atmosférické depozice. Hliník rozpuštěný ve vodě nebyl v minulosti považován za riziko. V současné době se toto mínění mění. Existuje řada studií, které poukazují na jeho škodlivost. Voda obsahující hliník má pro živé organismy neurotoxické účinky, u rostlin byla prokázána fytoxicita (Pitter, 1990).

3.5.5 Chrom

Oxidační stupeň je rozhodující pro toxicitu chromu. Chrom (Cr) se nachází v půdě a ve vodním prostředí ve dvou oxidačních stavech, trivalentním Cr^{III} a šestimocným Cr^{VI} . Hexavalentní Cr je mobilní a vysoce toxický pro člověka, zatímco Cr^{III} je imobilní, má nízkou toxicitu a je považován za základní stopový prvek v lidském metabolismu. Chrom se do půdy nebo vody dostává vlivem antropogenní činnosti (Lilli a kol., 2015).

Cr^{VI} je toxický pro vodní floru a živočichy, je karcinogenní. Vyšší koncentrace šestimocného chromu má vliv na chuť a barvu vody (Pitter, 1990).

3.5.6 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) patří ke skupině perzistentních organických polutantů (POPs). Vznikají antropogenní činností a při nedokonalém spalování. Vzhledem k mutagenitě, karcinogenitě a toxicitě vyvolávají PAU

celosvětové obavy, jsou schopny se hromadit ve vzduchu, vodě, sedimentech a rostlinách nebo živočiších, jsou rozpustné v tucích. Koncentrace PAU jsou vyšší v sedimentech, proto jsou sedimenty důležitým environmentálním rezervoárem. Z kontaminovaných sedimentů říčního systému se PAU mohou uvolnit do vody a mohou tak způsobit druhotné znečištění (Lin a kol., 2018).

3.5.7 Ropné látky

Povrchové a podzemní vody mohou být znečištěny ropnými látkami. Patří k nim lehké a těžké topné oleje, pohonné látky a mazadla. Rozdělují se do čtyř skupin, a to benzíny (směs uhlovodíků $C_4 - C_{12}$), petroleje (směs uhlovodíků $C_{12} - C_{18}$), plynové oleje (směs uhlovodíků $C_{16} - C_{24}$) a mazací oleje (směs uhlovodíků $C_{24} - C_{40}$). Zdrojem znečištění bývá petrochemický průmysl, strojírenství, hutní průmysl a odpadní vody z autoopraven. Nejčastější příčinou kontaminace bývají havárie v důsledku technických závad, chyb obsluhy při dopravě, manipulaci a skladování ropných látek nebo ropných produktů. Ropné látky mají negativní vliv na organoleptické vlastnosti vody – chuť, pach. Mají schopnost kumulace ve vodních organismech a sedimentech. Jsou především toxické pro vodní organismy (Pitter, 1990).

3.5.8 Polychlorované bifenyly

Polychlorované bifenyly jsou jednou z nejvíce znečišťujících látek životního prostředí dvacátého století. Jsou skupinou chemických organických chemikálií složených z atomů uhlíku, vodíku a chloru, nemají známou chuť ani vůni a dosahují konzistence od oleje po voskovou tuhou látku (EPA, ©2018)

Ve většině zemí je výroba PCB zakázána od sedmdesátých a osmdesátých let minulého století, přesto se stále nachází v infrastruktuře po celém světě. Odhaduje se, že bylo vyrobeno více než 1 milion tun PCB a předpokládá se, že přibližně jedna třetina tohoto množství v prostředí dále koluje (Clark a kol., 2010).

Polychlorované bifenyly se uvolňují do prostředí například ze špatně udržovaných skládek s nebezpečným odpadem, uložením výrobků obsahující PCB na komunální skládky, při hoření některých odpadů v komunálních nebo průmyslových spalovnách. Dále se mohou akumulovat v listech a nadzemních částech rostlin, potravinářských plodinách nebo v tělech malých organismů a ryb. Pro živé organismy to představuje riziko vystavení škodlivých účinků PCB při jejich konzumaci. PCB jsou karcinogenní,

působí negativně na imunitní, nervový, endokrinní a reprodukční systém (EPA, ©2018).

3.5.9 Pesticidy

Pesticidy jsou to látky, které slouží k ničení nebo zamezení výskytu škůdců, parazitů, rostlin. Jejich toxické a chemické vlastnosti mohou negativně působit nejen na zdraví lidí a zvířata, ale také na celý ekosystém. Jsou karcinogenní, působí nepříznivě na reprodukční schopnost, ovlivňují vývoj, nervový a imunitní systém. (Schetter a kol., 2000). Většina pesticidů patří mezi POPs.

Výskyt pesticidů ve vodě je aktuální problém. Do povrchové vody se mohou dostat smyvy z polí nebo z plodin, akumulují se v sedimentech a hrozí zde riziko zpětného uvolnění do vody. Ve vodních tocích mohou narušit biologickou rovnováhu, negativně působit na samočisticí schopnost vody, ovlivnit organoleptické vlastnosti vody – chuť, pach. V případě, že pesticidy vniknou do pitné vody, ohrožují zdraví populace (Pitter, 1990). K nejznámějším pesticidům patří DDT, který se v životním prostředí přeměňuje na DDE a dále na DDD. V roce 1974 došlo k zákazu používání DDT v České republice (Loučka, 2014).

3.6 Sedimenty

Zvláštní kategorii rizika znečištění vodních toků tvoří sedimenty. Sedimenty jsou významným geochemickým archivem. Mohou nám podat informace o změnách prostředí i klimatu desítky až tisíce let nazpět. Poukazují na změny využívání krajiny člověkem, industriální rozvoj (ovlivnění krajiny těžbou, rozvoj průmyslu), vodohospodářské regulace toku (Nováková a kol., 2014). Množství transportovaných sedimentů závisí na stylu chování řek v průběhu roku, horninovém složení, klimatu, využití půdy především v blízkosti povodí. Významnou roli mají atmosférické faktory, ty ovlivňují množství odtoku, erozi půdy a její splach do říčního systému (Pigué a kol., 2017). Na splaveninový režim působí také člověk se svými umělými zásahy do říčních systémů, např. výstavbou protipovodňových opatření, jezů, využíváním řeky jako zdroje na výrobu energie (vodní elektrárny), nebo regulací toků. Kubík (2011) v průběžné zprávě Monitoring rybníčních a říčních sedimentů v letech 1995-2010 uvádí, že v ČR je z celkového množství objemu sedimentů odhadováno 197 mil. m³ ve vodních nádržích a v drobných vodních tocích 5 mil. m³.

V řekách má sediment především povahu štěrkopísků a písků, v rybnících až jílovitohlinitých či jílovitých substrátů (Kubík, 2011).

3.6.1 Rizika sedimentů

Hromadění velkého množství sedimentu ve vodních tocích a nádržích má negativní vliv pro zachování jejich primárních funkcí. Vlivem ukládání sedimentů se snižuje průtočný profil u vodních toků, u vodních nádrží dochází ke zmenšení zásobního prostoru, a tím může dojít ke snížení vodohospodářské, biologické i ekologické funkce (Krása a kol., 2017). V současnosti jsou říční sedimenty sledovány z důvodu kontaminace nebezpečnými látkami. Mohou být znečištěny nejen z atmosférického spadu, ale také látkami přinesenými vodním tokem. Říční proud unáší mnoho polutantů lépe než atmosféra, proto může být zasažena oblast daleko od zdroje kontaminace. Zachycené znečištění v sedimentech nemusí být trvalé, ale může být uvolněno vlivem přirozeného chování řek, a to uvolňováním při zvýšených průtocích, nebo může být postupně vyluhováno do vodního toku. (Nováková a kol., 2004).

3.6.2 Legislativní zařazení sedimentů

Sediment je v české legislativě veden jako odpad, dokud se neprokáže jeho nezávadnost z hlediska rizikových látek v něm obsažených (Marek, 2003). Vytěžený materiál z vodních toků musí být uložen dle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění, na skládkách nebezpečného nebo inertního odpadu. V případě, že materiál splní měřítko stanovené vyhláškou č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě, lze ho použít na zemědělském půdním fondu. Dále je možnost využití sedimentů jako suroviny pro výrobu kompostu dle ČSN 46 5735. Obrázek 2 znázorňuje schéma nakládání se sedimenty (Šulcová a kol. 2017).

Obrázek 2: Diagram nakládání s vytěženým sedimentem (Šulcová a kol., 2017)

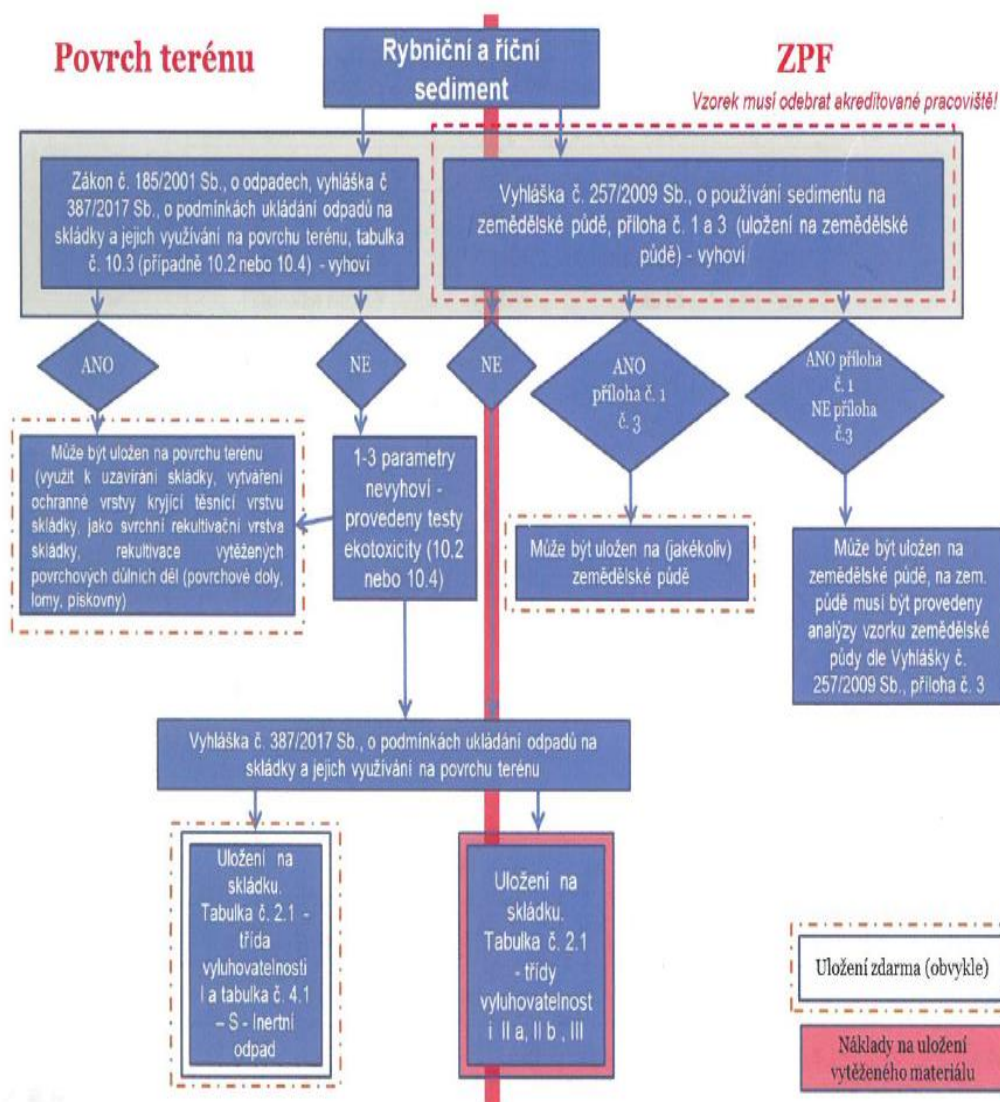


Schéma zobrazuje, podle jakého právního předpisu je třeba se orientovat při likvidaci rybníčního či říčního sedimentu. Přehledně znázorňuje, jaké je nutné dodržovat legislativní postupy a kam je možné, při splnění určených parametrů, sediment uložit.

Vyhláška č. 257/2009 Sb. o používání sedimentů na zemědělské půdě v platném znění určuje limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v sedimentech. Sedimenty mohou být uloženy na zemědělské půdě, pokud hodnoty z rozborů nepřekročí nejvýše přípustné limity uvedené v příloze č. 1.

Tabulka 1: Příloha č. 1 k vyhlášce č. 257/2009 Sb. v platném znění

Ukazatel	Limitní hodnoty
As	30
Be	5
Cd	1
Co	30
Cr	200
Cu	100
Hg) ¹	0,8
Ni	80
Pb	100
V	180
Zn	300
BTEX) ²	0,4
PAU) ³	6
PCB) ⁴	0,2
uhlovodíky C10-C40	300
DDT (včetně metabolitů)	0,1

Vysvětlivky:

- 1) Obsah Hg se stanoví jako celkový obsah; obsahy ostatních prvků, tj. As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn se stanoví extrakcí lučavkou královskou.
- 2) BTEX – suma benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenů.
- 3) PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky (suma antracenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluoranthenu, benzo(k)fluoranthenu, benzo(a)pyrenu, benzo(ghi)perylenu, fenantrenu, fluoranthenu, chrysenu, indeno (1,2,3-cd) pyrenu, naftalenu a pyrenu).
- 4) PCB – polychlorované bifenyly (suma kongenerů č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180).

Sediment lze uložit na půdě, pokud svým složením nezhorší její vlastnosti. Příloha č. 3 k vyhlášce č. 257/2009 Sb. v platném znění stanoví obsah rizikových prvků a rizikových látek v půdě, kam se vytěžený sediment použije. Tabulka 2 uvádí limitní hodnoty.

Tabulka 2: Příloha č. 3 k vyhlášce č.257/2009 Sb. v platném znění

Ukazatel	Textura půdy	
	Běžné půdy ⁴⁾	Lehké půdy ⁵⁾ (písky, hlinité písky, štěrkopísky)
As	20	15
Be	2	1,5
Cd	0,2	0,4
Co	30	20
Cr	90	55
Cu	60	45
Hg) ¹⁾	0,3	0,3
Ni	50	45
Pb	60	55
V	130	120
Zn	120	105
PCB) ²⁾	0,002	0,002
PAU) ³⁾	1	1

Vysvětlivky:

1) Obsah Hg se stanoví jako celkový obsah; obsahy ostatních prvků, tj. As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn se stanoví extrakcí lučavkou královskou.

2) PCB – polychlorované bifenyly (suma kongenerů č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180).

3) PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky (suma antracenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluoranthenu, benzo(k)fluoranthenu, benzo(a)pyrenu, benzo(ghi)perylenu, fenantrenu, fluoranthenu, chrysenu, indeno(1,2,3-cd) pyrenu, naftalenu a pyrenu).

4) Běžné půdy: písčito-hlinité, hlinité, jílovitohlinité a jílovité půdy, které zaujímají převážnou část zemědělsky využívaných půd. Jedná se o půdy s normální variabilitou prvků, s normálním půdním vývojem v různých geomorfologických podmínkách, v tomto pojetí včetně půd na karbonátových horninách.

5) Lehké půdy: půdy vzniklé na velmi lehkých a chudých matečních horninách jako jsou písky a štěrkopísky. Při vymezení těchto půd se vychází ze zastoupení jemných částic (do 0,01 mm), které tvoří maximálně 20 %. Tyto půdy se vyznačují velmi nízkou absorpční kapacitou.

Vyhláškou č. 257/2009 Sb. v platném znění jsou upřesněny podmínky uložení sedimentu na zemědělskou půdu a množství aplikační dávky. Vytěžený sediment musí být odvodněný a nesmí zhoršovat vodní režim půdy. Musí být zapraven do půdy max. 10 dní od rozprostření. Doba od poslední aplikace na stejný pozemek nesmí být kratší než 10 let.

Pokud rozbor sedimentů nevyhoví limitům dle přílohy č. 1 a č. 3 k vyhlášce č. 257/2009 Sb., postupuje se dle vyhlášky č. 387/2016 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu v platném znění. V případě

uložení sedimentů na povrch terénu jsou sledovány nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sedimentech využívaných na povrch terénu dle přílohy 10, tabulky 10.3. Tabulka 3 uvádí limitní koncentrace škodlivin.

Tabulka 3: Vyhláška č. 387/2016 Sb., příloha č. 10, tabulka 10.3

Ukazatel [mg/kg sušiny]	Jednotka	Limit
As	mg/kg sušiny	30
Cd	mg/kg sušiny	2,5
Cr celk.	mg/kg sušiny	200
Hg	mg/kg sušiny	0,8
Ni	mg/kg sušiny	80
Pb	mg/kg sušiny	100
V	mg/kg sušiny	180
Cu	mg/kg sušiny	100
Zn	mg/kg sušiny	600
Co	mg/kg sušiny	30
Ba	mg/kg sušiny	600
Be	mg/kg sušiny	5
EOX) ¹	mg/kg sušiny	1
uhlovodíky C10-C40	mg/kg sušiny	300
BTEX) ²	mg/kg sušiny	0,4
PAU) ³	mg/kg sušiny	6
PCB) ⁴	mg/kg sušiny	0,2

Použité zkratky:

- 1) EOX – extrahovatelné organicky vázané halogeny
- 2) BTEX – suma benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenu
- 3) PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky (suma anthracenu, benzo(a)anthracenu, benzo(b)fluoranthenu, benzo(k)fluoranthenu, benzo(a)pyrenu, benzo(g,h,i)perylenu, fenanthrenu, fluoranthenu, chrysenu, ideno(1,2,3-cd)pyrenu, naftalenu a pyrenu)
- 4) PCB – ostatní aromatické uhlovodíky halogenované (suma kongenerů č. 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180)

Uložení sedimentů na povrch lze i s výjimkou u případů, kdy jsou překročeny přípustné hodnoty nejvýše tři ukazatelů vyhlášky 387/2016 Sb., přílohy 10, tabulky 10.3. V těchto případech lze sedimenty uložit na terén, pokud jsou splněny požadavky stanovené v příloze 10, tabulce 10.2. V tabulce 4 jsou uvedeny limitní hodnoty.

Tabulka 4: Vyhláška č. 387/2016 Sb., příloha 10, tabulka č.10.2

Testovaný organismus	Doba působení [hodina]	I.	II.
Ryba <i>Poecilia reticulata</i> , nebo <i>Brachydanio rerio</i>	96	ryby nesmí vykazovat v ověřovacím testu výrazné změny chování ve srovnání s kontrolními vzorky a nesmí uhynout ani jedna ryba	ryby nesmí vykazovat v ověřovacím testu výrazné změny chování ve srovnání s kontrolními vzorky a nesmí uhynout ani jedna ryba
Perloočka <i>Daphnia magna Straus</i>	48	procento imobilizace perlooček nesmí v ověřovacím testu přesáhnout 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	procento imobilizace perlooček nesmí v ověřovacím testu přesáhnout 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky
Řasa <i>Desmodesmus subspicatus</i>	72	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice růstu řasy větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice nebo stimulace růstu řasy větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky
Semeno <i>Sinapis alba</i>	72	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice růstu kořene semene větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice nebo stimulace růstu kořene semene větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky

V případě, že by odebrané vzorky sedimentů nevyhovovaly parametrům pro uložení na terén, vytěžené sedimenty se zlikvidují uložení na skládku. Pro přijetí na skládku jsou nutné údaje o vyluhovatelnosti a složení odpadu pro zařazení. Limitní hodnoty vyluhovatelnosti jsou uvedeny v příloze č. 2, v tabulce 2.1 vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. Splněním limitů pro I. třídu vyluhovatelnosti mohou být sedimenty uloženy na skládku inertního odpadu, v případě překročení limitů třídy IIA nebo IIB na skládce ostatního odpadu. Třída vyluhovatelnosti III určuje odpady pro skládky nebezpečného odpadu. V tabulce 5 jsou uvedeny nejvyšší přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy vyluhovatelnosti.

Tabulka 5: Příloha č. 2, tabulka č.2.1 vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění.

Ukazatel	Třídy vyluhovatelnosti			
	I	IIa	IIb	III
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DOC (rozpuštěný organický uhlík)	50	80	80	100
Jednosytné fenoly	0,1			
Chloridy	80	1500	1500	2 500
Fluoridy	1	30	15	50
sírany	100	3000	2 000	5 000
As	0,05	2,5	0,2	2,5
Ba	2	30	10	30
Cd	0,004	0,5	0,1	0,5
Cr celkový	0,05	7	1	7
Cu	0,2	10	5	10
Hg	0,001	0,2	0,02	0,2
Ni	0,04	4	1	4
Pb	0,05	5	1	5
Sb	0,006	0,5	0,07	0,5
Se	0,01	0,7	0,05	0,7
Zn	0,4	20	5	20
Mo	0,05	3	1	3
RL (rozpuštěné látky) ¹⁾	400	8 000	6 000	10 000
pH		≥6	≥6	

Poznámka k tabulce č. 2.1.:

1) Pokud je stanovena hodnota ukazatele RL (rozpuštěné látky), není nutné stanovit hodnoty koncentrací síranů a chloridů a naopak.

3.7 Management vodohospodářských toků

Podle § 47 vodního zákona patří mezi povinnosti správců vodních toků, mimo jiné, sledovat stav koryt a okolních pozemků, pečovat o ně, zajišťovat úpravy vodních toků tak, aby byla zajištěna jejich funkce. Uvedená správa toků zahrnuje i odstraňování vzniklých sedimentů. Plnitelům zákonných povinností vzniká problém, co s vytěženým sedimentem. Je odpadem a má být uložen na skládce, nebo cenným hnojivem a může být uložen na zemědělské půdě? Toto je důležitá otázka při plánování udržovacích prací na vodních tocích a vodních nádržích, protože způsob naložení se sedimenty výrazně ovlivní množství vynaložených finančních prostředků. Proto je vhodné ještě před zahájením přípravy záměru na likvidaci sedimentu zjistit

kvalitu a míru kontaminace a způsob likvidace zohlednit již v této fázi. V dostatečném předstihu před započítáním vlastních prací je zpracována projektová dokumentace, jejíž součástí je zajištění odběru smíšeného vzorku sedimentu z koryta toku a jeho podrobení analýze v akreditované laboratoři. Na základě výsledků rozborů projektant zpracuje technické řešení odstranění vlastních sedimentů a jejich likvidace. Součástí projektové dokumentace musí být i vyjádření příslušných správních orgánů, kde mohou být uvedeny závazné podmínky, které musí být splněny. Příkladem podmínky udělení povolení je realizace v době vegetačního klidu, mimo období rozmnožování obojživelníků, hnízdění ptáků, rozmnožování ryb, nebo může být nařízen biologický dohled, sběr lastur apod.

Pokud existuje podezření na ohrožení nebo kontaminaci povrchových nebo podzemních zdrojů vody, riziko negativního působení na lidské zdraví či na jednotlivé komponenty životního prostředí je doporučeno vypracovat analýzu rizik pro komplexnější vyhodnocení sedimentu a způsobu jeho odstranění. Analýzu rizik lze také použít při předcházení ekologické újmy nebo její nápravy v případě, že není jednoznačně porušena legislativa a není možné vydat rozhodnutí o nápravě (MŽP, ©2011).

3.8 Analýza rizik vodohospodářských toků

Riziko znázorňuje stupeň a míru ohrožení, vyjadřuje pravděpodobnost vzniku negativní události a také závažnost možných následků (Koudelka a Vrána, 2006).

Pro zajištění jednotného procesu vydalo Ministerstvo životního prostředí ČR metodický pokyn Analýza rizik kontaminovaného území uveřejněný v roce 2011 ve Věstníku MŽP XXI. Jsou zde stanoveny všeobecné postupy, základní obsah a forma analýzy kontaminovaných území. Metodický pokyn doplňuje přílohu č. 11 k vyhlášce č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek v platném znění. Je určen pro zpracovatele analýzy k dalšímu rozhodování zejména pro subjekty: Česká inspekce životního prostředí, orgány státní a veřejné správy a organizace v jejich působnosti, krajské úřady, příslušné orgány dle zákona č. 167/2009, o předcházení ekologické újmy a o její nápravě, soukromé subjekty působící v oblasti ochrany životního prostředí a ostatní (stávající a noví vlastníci, nájemci nebo uživatelé znečištěných pozemků) (MŽP, ©2011).

Definice hrozby, pravděpodobnost jejich uskutečnění a stanovení rizika závažnosti je obecným cílem analýzy rizik (Smejkal a Rais, 2013). U analýzy rizik vodohospodářských toků je cílem vytvořit relevantní podklad pro řešení naléhavého stavu, kvantifikovat a následně zhodnotit rizika negativního ovlivnění zdraví osob a dílčích složek životního prostředí. Součástí je také návrh reálných nápravných opatření, kde je zohledněn technický, finanční, časový a legislativní aspekt (MŽP, ©2011).

V rámci analýzy rizika jsou látky a procesy sledovány z hlediska negativních dopadů na lidské zdraví. Riziko spočívá v možnosti, že lidé mohou být ohroženi v důsledku působení nebezpečné látky nebo nebezpečné činnosti. Součástí analýzy je pravděpodobnost výskytu, míra kontaminace a rozsah poškození. Riziko v tomto případě lze rozšířit i na další subjekty životního prostředí než jenom na lidské zdraví, ale v této souvislosti se používá nejčastěji (Moldan, 2015).

Analýza rizik je odborný a komplexní materiál, který obsahuje:

- rešerši dostupných údajů a průzkum stavu kontaminace předmětného území,
- hodnocení zdravotních rizik pro jednotlivé složky životního prostředí,
- návrh cílů a cílových parametrů nápravného opatření a způsobu jeho dosažení,
- návrh nápravných opatření,
- odhad rozpočtových nákladů a doby realizace.

Analýza rizik vychází z aktuálních skutečností platných v době zpracování, tudíž je časově omezená. Tato informace je důležitá při rozhodování o nezbytnosti, rozsahu a návrhu nápravných opatření (MŽP, ©2011).

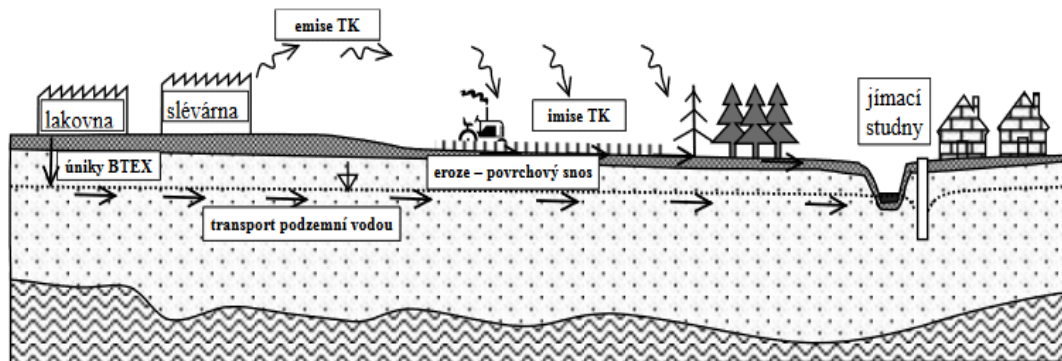
Veškeré práce potřebné pro vypracování analýzy rizik musí provádět pouze osoba způsobilá podle vyhlášky č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek. Tato osoba garantuje kvalitu a správnost všech výstupů. V případě laboratorních analýz musí být tyto práce prováděny akreditovanými laboratořemi a uznávanými metodami (MŽP, ©2011).

3.9 Konceptní model

Pro vypracování projektu analýzy rizik je důležitý průzkum zájmového území a znalost transportních cest šíření kontaminace. Pro tento účel je nutné zpracovat konceptní model.

Konceptní model čerpá z místních a odborných znalostí, popisuje nejen přímé hrozby ve spojitosti s cíli ochrany, ale také nepřímé hrozby a příležitosti, které mohou ovlivňovat tyto přímé hrozby. Tento přístup přispívá k návrhu, plánování a hodnocení projektu pro stanovení předpokládané cesty kontaminace k příjemci rizik (Margoluis, 2009).

Obrázek 3: Příklad konceptního modelu – schematický řez (Metodický pokyn MŽP, ©2011).



V rámci zpracování analýzy rizik jsou v konceptním modelu vyhodnoceny všechny expoziční cesty se stručnou charakteristikou (nejlépe v tabulce) dle vzorce: „**Expoziční cesta = zdroj znečištění + transportní cesta + scénář expozice příjemce**“. Důkladně vypracovaný konceptní model je základem kvalitní analýzy rizika a musí být zhotoven již v rámci projektu (MŽP, ©2011).

V první fázi projektu je sestaven předběžný konceptní model, ve kterém jsou uvedeny zdroje znečištění, transportní a expoziční cesty, příjemci rizik. Tento model vychází ze stručného přehledu zdrojů znečištění, jejich historického vývoje a umístění. Následně jsou zpracovatelem analýzy vytipovány látky negativně působící na prostředí. Jedná se především o látky, u kterých je prokázáno překročení hranice dané legislativou. Pro přehlednost je model doplněn tabulkou nebo grafickým znázorněním. Po provedení průzkumných prací je uskutečněna aktualizace předběžného konceptního modelu (MŽP, ©2011).

3.10 Zpracování analýzy

Pro jednotnou formu zpracování je předepsaná osnova závěrečné zprávy, která je publikována v příloze č. 2 metodického pokynu odboru ekologických škod MŽP – Analýza rizik kontaminovaného území.

Zpráva je členěna na 5 hlavních kapitol:

- údaje o území,
- průzkumné práce,
- hodnocení rizik,
- doporučení nápravných opatření,
- závěr a doporučení (MŽP, ©2011).

3.10.1 Údaje o území

V této kapitole je stručně uvedena charakteristika lokality, její geografická poloha, rozměry, obydlenost území, majetkoprávní vztahy. Nezbytný je i popis současného a budoucího využívání území. Hlavním zdrojem informací jsou územní plány analyzované lokality, statistiky, katastrální mapy, letecké snímky. Dále je součástí této kapitoly popis přírodních poměrů, kde jsou popsány geomorfologické, klimatické poměry, geologické, hydrogeologické, hydrologické, geochemické a hydrochemické poměry. Pro potřebu analýzy je nutné využívat aktuální data v době zpracování. Doporučuje se jednotlivé kapitoly doplnit grafickým znázorněním map. Veškeré informace slouží pro sestavení modelů míry působení látky na živý organismus a také pro určení priorit kontaminované oblasti (MŽP, ©2011).

3.10.2 Průzkumné práce

Obsah této kapitoly je v souladu s vyhláškami Ministerstva životního prostředí č. 368/2004 Sb., o geologické dokumentaci, č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek v platném znění a z Metodického pokynu MŽP pro průzkum kontaminovaného území

Pro analýzu rizika je důležitá prozkoumanost místa, která je dána množstvím průzkumů a analýz provedených v minulosti a také výsledky nově provedených průzkumů. Před vlastním zahájením prací se shromažďují veškeré dostupné údaje.

Potřebné informace mohou být poskytnuty zadavatelem analýzy, tj. správcem toku. Jsou to především zpracované studie, výsledky monitoringu rozborů kvality povrchových vod, rozborů sedimentů, biologické hodnocení. Další údaje o kontaminaci je možné si zjistit v databázi SEKM (Systém evidence kontaminovaných míst) nebo lze využít konzultace s vodoprávními úřady a ČIŽP. Všechna archivovaná data je nezbytné ověřit vlastním průzkumem v terénu. Shromážděné informace jsou vyhodnoceny, porovnány s předepsanými hodnotami s ohledem na hypotetický rozvoj zkoumané lokality a doplněny o nově požadované průzkumy (MŽP, ©2011).

Primárním úkolem průzkumných prací analýzy rizik vodohospodářských toků je zjistit charakter a rozsah případné kontaminace povrchové vody nebo říčních sedimentů. Průběh a metody odběru vzorků stanoví ČSN ISO 5667-12 (75 7051), část 12: „Návod pro odběr vzorků dnových sedimentů z řek, jezer a z oblasti ústí řek“. Před vlastním zahájením prací se provádí rekognoskace terénu a vytipování míst vhodných pro odběr vzorků dnových sedimentů jak v příčném, tak horizontální profilu toku. Jsou to především místa, kde dochází k ukládání jemnozrnných dnových sedimentů – výsypové břehy toku, původní neregulované koryto, tůně apod. Pokud to hydrologické podmínky umožňují, je vhodné provádět odběr vzorků v období menších průtoků. Odběry sedimentů probíhají buď ručně ze břehu v přístupných částech toku, nebo ze vzorkovací plošiny, v mělkých částech broděním a v hlubších částech toku ze člunu.

Obrázek 4: Odběr sedimentů ze vzorkovací plošiny (Dekonta,2017)



Pro odběr vzorků se používají ruční vrtací soupravy, pístové vzorkovače na dnové sedimenty, lopatky, kbelíky, homogenizační nádoby, kvartací kříž.

Obrázek 5: Ruční vrtací souprava (Dekonta, 2017)



Všechny odebrané sedimenty jsou umístěny do vzorkovnic, musí být zdokumentovány a opatřeny štítkem. Záznam se provádí do formuláře, ve kterém se uvádí datum, hloubka, místo odběru, popis vzorku a GPS souřadnice. Po ukončení odběru jsou vzorky předány do akreditované laboratoře, kde je proveden požadovaný rozbor v rozsahu daným legislativou pro nakládání se sedimenty.

3.10.3 Hodnocení rizik

Výsledky analýzy rizik jsou shrnuty v závěrečné zprávě dle závazné osnovy a povinných předepsaných kapitol. V případě, že jsou některé předepsané kapitoly pro danou analýzu nadbytečné, je nutné tuto skutečnost okomentovat, čímž se zamezí neúmyslnému vynechání některých částí. Je nutné, aby rozsah dat vycházel z řešené problematiky. Jedině tak je možné následně zmapovat všechny souvislosti a získat dostačující podklady pro analýzu rizik včetně navržení postupů při nápravě. Závěrečná zpráva podává informace o předmětném území, o stavu řešené problematiky, identifikuje rizika a navrhuje jejich odstranění. Je určena pro potřeby správních úřadů a širší odborné veřejnosti

Hodnocení se provádí z hlediska zdravotních rizik. V první řadě je provedena identifikace rizik spočívající v určení a zdůvodnění prioritních škodlivin. Tyto kontaminanty vytipuje zpracovatel analýzy. Vychází z výsledků předchozího i aktuálního průzkumu zájmového úseku toku, z porovnání zjištěných škodlivých látek se stanovenými limity dle předepsaných norem a příslušné legislativy a z odhadu zdravotních rizik. Součástí zprávy je popis těchto látek, jejich toxikologické vlastnosti

a vliv na zdraví obyvatel. Dále jsou určeni příjemci rizika a stanoveny reálné expoziční scénáře. V případě, že je ohrožena kontaminací podzemní nebo povrchová voda, je aplikováno rovněž hodnocení ekologických rizik. Toto hodnocení se provádí, pokud je znečištěním ohroženo další území či ekosystém se zvláštní ochranou přírody nebo znečištění zasahuje do prvků Územního plánování ekologické stability (MŽP, ©2011).

Pro posouzení míry potenciálního znečištění, ze kterého vyplývají rizika, a k určení míst s přítomností škodlivin jsou použita kritéria daná metodickým pokynem MŽP Indikátory znečištění uveřejněným v roce 2014 ve Věstníku MŽP XIV. Tento pokyn slouží k posuzování úrovně znečištění zemin, podzemní vody a půdního vzduchu na znečištěných lokalitách. Vzhledem k tomu, že nejsou definovány hodnoty indikátorů pro znečištěné sedimenty, slouží pro vyhodnocení ukazatele znečištění zemin – ostatní plochy (MŽP, ©2014).

Posouzení šíření kontaminace z lokality do jejího okolí vychází z několika základních poznatků. Především je to znalost geologických a hydrologických podmínek lokality, dále fyzikálně – chemických vlastností sledovaných látek, aktuální poznatky o rozsahu a stupni znečištění, případně o aktuálním šíření kontaminantu do prostředí (MŽP, ©2011).

3.10.4 Doporučení nápravných opatření

Z výsledků hodnocení rizik vychází doporučení nápravných opatření, což je hlavní výstup analýzy rizik. Toto doporučení slouží jako podklad pro rozhodování o dalším postupu prací a snížení případného negativního dopadu. Všechny tyto navržené postupy musí být reálné. V případě těžení sedimentů je navržen způsob jejich likvidace dle platných nařízení. Zpracovatel analýzy předloží objednateli možné varianty nápravných opatření včetně odhadu finančních nákladů, vlastním zhodnocením a doporučením. Toto doporučení není závazné, záleží na objednateli, pro jaké variantní řešení se rozhodne (MŽP, ©2011).

3.10.5 Závěr a doporučení

V této kapitole je uveden stručný přehled průzkumných prací, hodnocení rizik a doporučených opatření (MŽP, ©2011).

3.11 Evidence výsledků

Závěry analýzy rizik je nezbytné zanést do databáze kontaminovaných míst SEKM – tj. Systém evidence kontaminovaných míst. Součástí povinné přílohy je potvrzení o zaznamenání lokality do databáze SEKM vydané Ministerstvem životního prostředí. Informace o znečištění jsou evidovány a lze je využít pro budoucí posouzení lokality, případně i přilehlého okolí (MŽP, ©2011).

4 Charakteristika studijního území

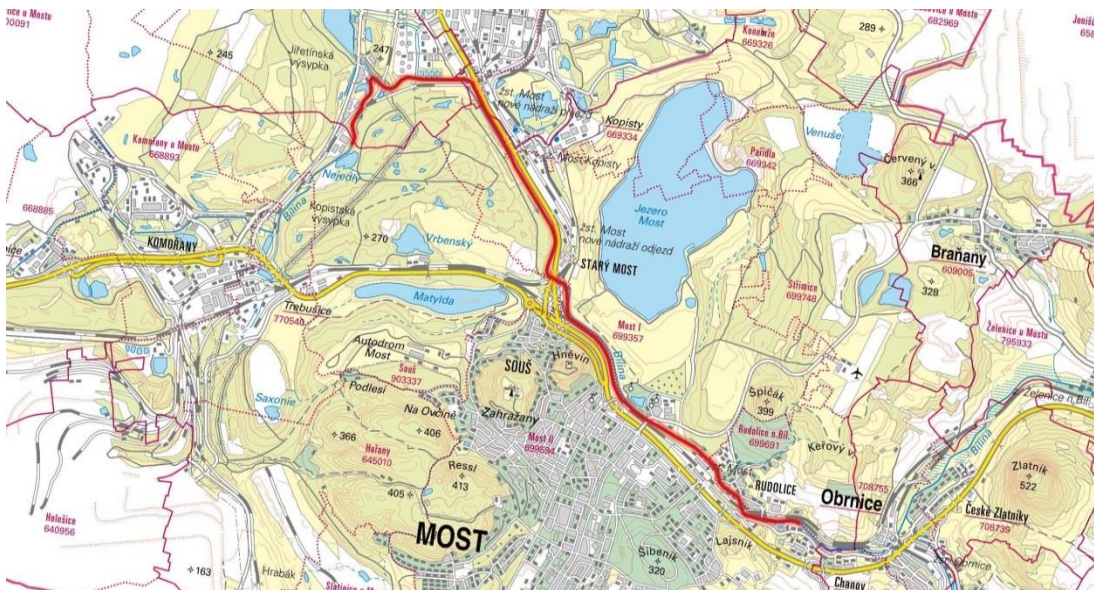
4.1 Všeobecné údaje

Jako zájmové území byla vybrána řeka Bílina. Pramen řeky Bíliny se nachází v Krušných horách v sedle pod Kamennou hůrkou nad městem Jirkov. Řeka protéká mezi Krušnými horami a Českým středohořím a její délka činí 81,96 km. Vlévá se v Ústí nad Labem do Labe jako jeho levostranný přítok.

Číslo hydrologického pořadí řeky Bíliny je od pramene 1-14-01-0010 po ústí do řeky Labe 1-14-01-1080, plocha povodí 1 082,61 km².

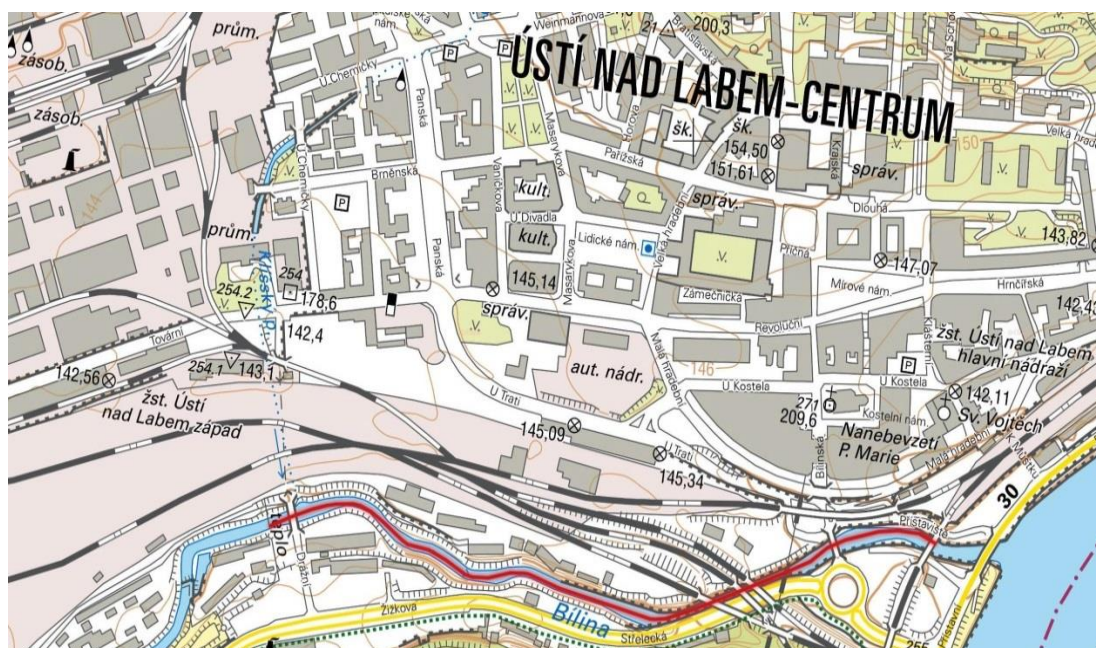
Pro studii v rámci bakalářské práce byly vybrány dva úseky. První úsek se nachází od říčního km 46,54 (Chanov) po říční km 56,06 (jez v Dolním Jiřetíně), v obrázku 6 je označen červeně. Vybraný úsek je poznamenán i přeložkou koryta, která proběhla především v souvislosti s důlní činností – těžbou hnědého uhlí.

Obrázek 6: Vodní tok Bílina sledovaný úsek ř.km 46,56 – 56,06 (program QGIS, data ČÚZK, ©2019)



Druhý úsek je od říčního km 0,118 do říčního km 1,050 (v centrální části Ústí nad Labem), v obrázku 7 je označen červeně.

Obrázek 7: Vodní tok Bílina sledovaný úsek ř.km 0,118 – 1,050 (program QGIS, data ČÚZK, ©2019)



Oba úseky jsou různou měrou pozměněné. Jedná se o regulaci toku a dna, která probíhá v rámci péče o vodní toky správcem toku Povodí Ohře s. p. Chomutov.

Vlastníkem pozemků, na kterých se nachází vodní tok, je Česká republika s právem hospodaření pro Povodí Ohře, státní podnik Chomutov.

4.2 Přírodní poměry zájmového území

4.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry

První úsek, od říčního km 46,54 (Chanov) po říční km 56,06 (jez v Dolním Jiřetíně), se z geomorfologického hlediska se nachází:

- ř. km 46,54 (Chanov)
 - provincie Česká Vysočina,
 - subprovincie Krušnohorská,
 - oblast Podkrušnohorská,
 - celek České středohoří,
 - podcelek Milešovské středohoří,

- okrsek Bořeňské středohoří.
- ř. km 56,06 (jez Dolní Jiřetín)
 - provincie Česká Vysočina,
 - subprovincie Krušnohorská,
 - oblast Podkrušnohorská,
 - celek Mostecká pánev,
 - podcelek Chomutovsko – teplická pánev,
 - okrsek Komořanská kotlina.

Druhý úsek, od říčního km 0,118 do říčního km 1,050 (v centrální části Ústí nad Labem), se z geomorfologického hlediska se nachází:

- provincie Česká Vysočina,
- subprovincie Krušnohorská,
- oblast Podkrušnohorská,
- celek Mostecká pánev,
- podcelek Chomutovsko – teplická pánev,
- okrsek Chabařovická pánev (ČÚZK © 2019).

Z klimatického hlediska jsou oba úseky zařazeny dle Quitta do klimatické oblasti teplé W2. Pro tuto oblast je charakteristické dlouhé, teplé a suché léto, poměrně krátký přechod z teplého jara do léta, rovněž také přechod z léta do teplého podzimu. Zima je obvykle krátká, suchá s krátkým trváním souvislé sněhové pokrývky (Květoň a kol., 2011).

Tabulka 6: Charakteristika klimatické oblasti W2 (Květoň a kol., 2011)

Klimatická oblast	W2
Počet letních dní	50-60
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	160-170
Počet dní s mrazem	100-110
Počet ledových dní	30-40
Průměrná lednová teplota v °C	-2 až -3
Průměrná červencová teplota v °C	18-19
Průměrná dubnová teplota v °C	8-9
Průměrná říjnová teplota v °C	7-9
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	90-100
Suma srážek ve vegetačním období v mm	350-400
Suma srážek v zimním období v mm	200-300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40-50
Počet zatažených dní	120-140
Počet jasných dní	40-50

4.2.2 Geologické poměry

Zájmové území vodního toku Bílina ř.km 46,54–56,06 se nachází v mostecké části podkrušnohorské pánve. Podloží pánve tvoří většinou svrchní křída, méně krystalinikum a granitoidy krušnohorské oblasti. Výplň pánve reprezentují především uhelné sloje, uhelné jíly, písky a pelosiderit a dále také neovulkanity a jejich tufy (Olmer a Kessel, 1990).

Druhý úsek ř.km 0,118–1,050 náleží k východní části severočeské pánve (teplická část), která je budována terciérními a křídovými sedimenty. Na geologické stavbě zájmového území se výrazně podílejí terciérní vulkanity Českého středohoří, terciérní pánevní sedimenty a svrchnokřídové sedimenty české křídové pánve (Mísař a kol., 1983).

4.2.3 Hydrogeologické a hydrologické poměry

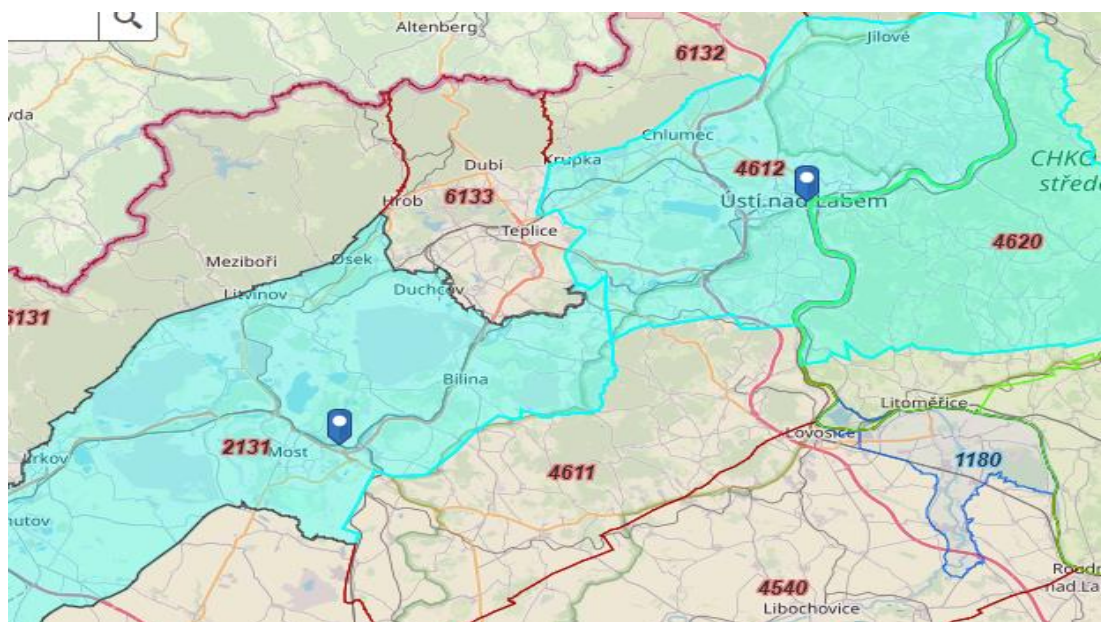
Krušné hory náleží hydrologicky do povodí Labe. Většina přítékajících řek je bystrinného charakteru především v horských částech. Řeka Bílina odvodňuje jižní

svahy východní části Krušných hor. Na propustné sedimentární výplně jsou vázány podzemní vody terciérních podkrušnohorských pánví. Jejich tvorbu negativně ovlivňuje povrchová těžba uhlí, kdy dochází ke kontaminaci akumulované vody po odtěžení kolektoru jako skrývky (Červený a kol., 1984).

Zájmová lokalita prvního úseku od říčního km 46,54 (Chanov) po říční km 56,06 (jez v Dolním Jiřetíně) se nachází na území hydrogeologického rajónu číslo 2131 – Mostecká pánev – severní část (ČHMÚ© 2019). Přirozený pohyb vod je výrazně oslaben těžbou uhlí (Olmer a Kessel, 1990).

Druhý úsek od říčního km 0,118 do říčního km 1,050 (v centrální části Ústí nad Labem) se nalézá z hydrogeologického pohledu na území hydrogeologického rajónu základní vrstvy č. 4612 Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh, severní část. Řeka Labe tvoří hranici s dalším hydrogeologickým rajonem základní vrstvy č. 4620 Křída Dolního Labe po Děčín – pravý břeh a hydrogeologickým rajonem hlubinné vrstvy č. 4730 Bazální křídový kolektor v benešovské synklinále (ČHMÚ© 2019). Značkou jsou označeny zájmové úseky.

Obrázek 8: Rozvrstvení HGR na území zájmové lokality řeky Bíliny (ČHMÚ© 2019)



5 Metodika

Bakalářská práce má charakter studie. Metodicky je koncipována jako aktuální literární přehled z oblasti zpracování analýzy rizika s modelovým příkladem

hodnocení rizik a environmentálních dopadů znečištění řeky Bílina na dvou úsecích Chanov až jez v Dolním Jiřetíně a v Ústí nad Labem.

Pro účely této práce byla použita data z monitoringu povrchových vod řeky Bíliny, z měrných míst v ř.km 56,1 nad jezem Dolní Jiřetín, Záluží ř.km 51,9, Chanov ř.km 46,9, Trmice ř.km 3,7, Ústí nad Labem ř.km 0,2 z let 2009 až 2018. Analytické práce a odběry povrchových vod byly provedeny pracovníky vodohospodářské laboratoře Povodí Ohře, s. p., č. 1459 akreditované Českým institutem pro akreditaci o.p.s. Laboratoř splňuje kritéria ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, má povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost k měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve vodě. Jsou používány postupy a metody ve shodě s platným Osvědčením o akreditaci č.242/2018 s platností do 11.5.2023 (Povodí Ohře, státní podnik© 2018). Data byla porovnána s přípustnými hodnotami dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech a dle Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod a vyhodnocena. Údaje byly poskytnuty správcem toku Povodí Ohře, s.p. Chomutov.

Dále byly pro potřebu bakalářské práce využity podklady ze zpracovaných analýz rizik firmou Dekonta a.s. Praha z roku 2011 a 2017 řeky Bíliny v úsecích ř.km 46,54–56,06 a 0,118–1,050. Pro posouzení limitů koncentrací chemických látek byl použit Metodický pokyn MŽP indikátory znečištění vydaným ve Věstníku MŽP č. XIV v roce 2014. Data byla porovnána s hodnotami danými vyhláškami č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě, 387/2016 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu v platném znění, a slovně vyhodnocena.

6 Současný stav řešené problematiky

Řeka Bílina je výrazně zasažena antropogenní činností. Hydrologický režim ovlivňuje především důlní činnost, chemický a energetický průmysl a také vysoká hustota osídlení podél celé délky toku (Vlasák, 2004). Ochrana životního prostředí a zejména

pak i ochraně hydrosféry nebyla v minulosti věnována přílišná pozornost, proto se řeka Bílina a její povodí stala koncem 80. let 20. století nejvíce znečištěnou. Znečištění bylo značné, což se negativně projevilo na kvalitě vody a ukládaných sedimentů (Medek, 2014).

Sušienková (2017) ve zprávě Kvalita vody v Bílině a návrhy opatření k jejímu zlepšení hodnotí jakost vody v řece Bílina na základě rozborů provedených v letech 2015–2016 Povodím Ohře, s.p. Chomutov jako nevyhovující dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění. Vysoké hodnoty byly zjištěny zejména u následujících ukazatelů – rozpuštěné látky, BSK₅, CHSK_{Cr}, P_{celk}, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺. Dalším problémem jsou kontaminované sedimenty na středním a dolním toku Bíliny. Znečištěné sedimenty vznikly v důsledku průmyslové výroby 20. století. Dle monitoringu stavu a průtoků vodních toků uveřejněného na stránkách Povodí Ohře, státní podnik © 2018 je evidován v řece Bílině nízký průtok. Vzhledem k nízkým průtokům se znečištěné sedimenty do povrchové vody neuvolňují. V případě zvýšených nebo povodňových průtoků může dojít k uvolnění sedimentů a jejich uložení níže po toku.

6.1 Přehled zdrojů znečištění

V prvním úseku ř.km 46,54 (Chanov) po říční km 56,06 (jez v Dolním Jiřetíně) jsou možnými zdroji kontaminace především provozy chemických výroby v areálu České rafinérské a.s. (Unipetrol RPA) a město Most (ČOV). Na kvalitu vody působí více zdrojů, které ovlivňují kvalitu vody v prvním úseku. Jsou to čistírny odpadních vod města Jirkova, Litvínova – splaškové vody, těžební lokality Vršanské uhelné a.s., Severní energetické a.s. – důlní vody. Druhý úsek od říčního km 0,118 do říčního km 1,050 (v centrální části Ústí nad Labem) se nachází v oblasti s vysokou koncentrací průmyslu především chemického a energetického průmyslu, důlní činnosti a s vysokým osídlením oblasti. Oba úseky ohrožují lokální zdroje kontaminace, tj. vyústění kanalizačních systémů menších obcí.

Důlní vody představují riziko kontaminace těžkými kovy (As), vysokým obsahem nerozpuštěných látek. Chemický průmysl může ohrozit vodní tok znečištěním uhlovodíky ropného původu. Vypouštěné vody z čistíren odpadních vod, z vyústění

kanalizačních systémů mohou obsahovat koliformní bakterie, dusík, fosfor, rozpuštěné a nerozpuštěné látky.

6.2 Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů

Při průzkumu kontaminace povrchových vod jsou dnové sedimenty vodních toků a nádrží velmi vhodným indikátorem vzhledem ke své schopnosti koncentrovat látky, které poukazují především na dlouhodobou zátěž vodního toku. Současně představují riziko pro okolní biosféru, neboť mohou sekundárně kontaminovat vodní tok a následně vstupovat do potravního řetězce nebo ohrožovat zdraví lidí při dermálním kontaktu. Zpracovatelem analýz rizik firmou Dekonta byly vytipovány na základě předchozích průzkumů provedeným zadavatelem v prvním úseku všechny látky z tabulky č. 10.1 vyhlášky 294/2005 Sb. Dále byl zohledněn i předběžný koncepční model a do výběru byly zařazeny další ukazatele vzhledem k předchozím průzkumům a očekávanému znečištění jako kyanidy, celkový organický uhlík (TOC), beryllium. Ve II. fázi průzkumných prací byla pozornost zaměřena na látky, u nichž byla zvýšená koncentrace ve vzorcích odebraných v I. etapě (uhlovodíky C10-C40, As, Hg a polychlorované bifenylly (PCB)). Ve druhém sledovaném úseku vodního toku Bílina ř.km 0,118–1,050 byly zjištěny vysoké koncentrace Hg, pesticidů – hexachlorcyklohexan (HCH), DDT, PCB a insekticidů – hexachlorcyklobenzen (HCB).

6.3 Koncepční model

Na základě vyhodnocení předchozích průzkumů byl zhotovitelem analýz rizik v obou úsecích firmou Dekonta a.s. Praha vypracován předběžný koncepční model. Příjemci rizik byli určeni stavební dělníci provádějící zemní a výkopové práce v rámci revitalizace vodního toku, obyvatelé a rekreanti. V případě stavebních dělníků se jedná o krátkodobý účinek, kdy mohou být vystaveni při pracích dermálnímu kontaktu se sedimenty, jejich náhodnému požití nebo inhalaci prachu. Obyvatelé, případně rekreanti, jsou uvažováni v souvislosti s expozicí prostřednictvím dermálního kontaktu nebo náhodného polknutí (konzumace ryb, zalévání zahrádek, konzumace plodin apod.).

Tabulka 7: Koncepční model, (Dekonta 2011, 2017)

Matrice	Transportní cesta	Příjemce rizik	Způsob expozice	Důvod výběru
Sediment v řece Bílině	Přímý kontakt	Rekreanti / obyvatelé	Dermální kontakt	Řeky protékající v blízkosti měst, v kraji nebo v blízkosti rekreačních chatků mohou být využívány k rekreaci obyvatel / chatařů
		Stavební dělníci	Dermální kontakt a náhodná ingestce sedimentu	Stavební práce při úpravách koryta toku a odtěžení sedimentu – dospělé osoby / stavební dělníci
	Nepřímý kontakt – konzumace ryb	Obyvatelé / rekreanti	Konzumace masa ryb	Konzumace masa ulovených ryb v místech zkoumaného úseku vodního toku. U vodního toku lze předpokládat rybářské aktivity
	Přímý kontakt na lokalitě a vymývání do povrchové vody	Ekosystém toku	Ovlivnění kvality vodního ekosystému	Kvalita sedimentu má přímý vliv na ekosystém toku, je jeho součástí a poskytuje prostředí pro život rostlin a organismů – ovlivnění druhové pestrosti, ekotoxická
Povrchová voda v řece Bílině	Přímý kontakt na lokalitě	Ekosystém toku	Ovlivnění kvality vodního ekosystému	Důvodem zahrnutí kvality povrchové vody do celkového hodnocení je přímá spojitost mezi kvalitou vody a kvalitou sedimentu. Podle výsledků monitoringu povrchové vody v řece Bílině (POH, provádí monitoring kvality povrchových vod ve sledovaných úsecích) se vliv kvality povrchové vody jeví jako rozhodující (viz výsledky předchozích průzkumů – monitoring vod). Je tedy pravděpodobné, že stále dochází k akumulaci kontaminantů do sedimentů ze znečištěné vody

Cílem předpokládaných analýz rizik bylo, v souladu se zadáním objednatele Povodí Ohře s.p. Chomutov, zhodnocení dnových sedimentů, proto nebyla do koncepčního modelu zahrnuta expozice povrchové vody na obyvatele a ekosystém.

7 Výsledky

7.1 Monitoring kvality povrchových vod

Pro účel bakalářské práce byly poskytnuty správcem toku, Povodí Ohře s.p., výsledky monitoringu kvality povrchových vod z let 2009–2018 ze sledovaných profilů zájmové lokality prvního úseku od říčního km 46,54 (Chanov) po říční km 56,06 (jez v Dolním Jiřetíně). Jedná se o profily vodního toku Bílina v ř.km 56,1 nad jezem Dolní Jiřetín, v ř.km 51,9 Záluží a v ř.km Chanov ř.km 46,9. Z druhého úseku od říčního km

0,118 do říčního km 1,050 (v centrální části Ústí nad Labem) byly vybrány profily v ř.km 3,7 Trmice a v ř.km 0,2 Ústí nad Labem.

V následujících tabulkách a grafech byly vybrány ukazatele kvality povrchových vod, u nichž byly překročeny imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod dle přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb. (dále NV č. 401/2015 Sb.) za sledované období 10 let. Výsledky zahrnují průměrné roční hodnoty vzorků odebíraných 1x měsíčně.

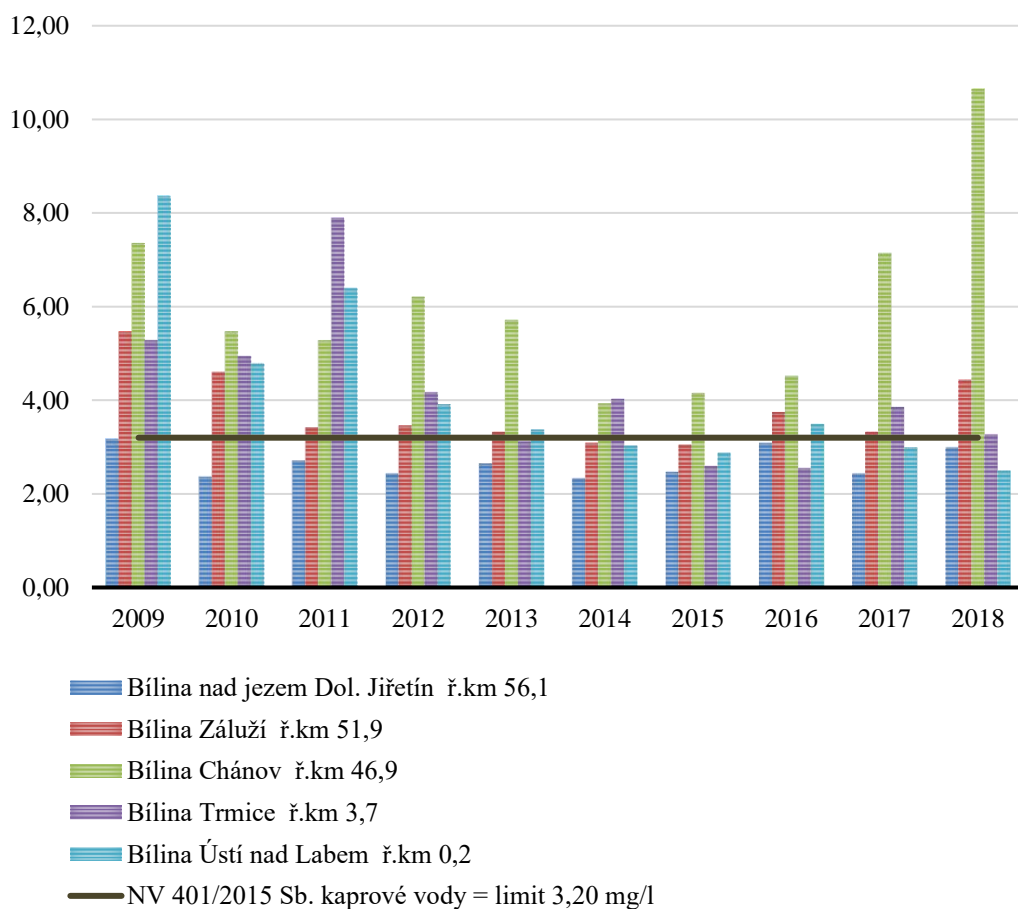
7.1.1 Ukazatel BSK₅ (mg/l)

V níže uvedené tabulce je sledován ukazatel BSK₅, jehož hodnota dle NV č. 401/2015 Sb. je 3,20 mg/l, z měrných míst na vodním toku Bílina v ř.km 56,1, v ř.km 51,9, v ř.km 46,9, v ř.km 3,7 a v ř.km 0,2 za sledované období z let 2009–2018. Ukazatel je upřesněn nařízením vlády č. 71/2003 o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a zjišťování a hodnocení stavu jakosti vod (dále NV č. 71/2003), kdy vodní tok Bílina od zaústění přivaděče z Ohře do soutoku s Labem spadá do kategorie kaprové vody. Výsledky zahrnují průměrné roční hodnoty vzorků odebíraných 1x měsíčně.

Tabulka 8: Ukazatel BSK₅

BSK ₅ (mg/l)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bílina nad jezem Dol. Jířetín ř.km 56,1	3,17	2,36	2,70	2,43	2,64	2,33	2,46	3,08	2,43	2,98
Bílina Záluží ř.km 51,9	5,47	4,61	3,43	3,46	3,33	3,09	3,06	3,75	3,33	4,44
Bílina Chanov ř.km 46,9	7,36	5,47	5,28	6,21	5,72	3,93	4,16	4,52	7,14	10,65
Bílina Trmice ř.km 3,7	5,28	4,94	7,89	4,17	3,12	4,03	2,59	2,55	3,86	3,27
Bílina Ústí nad Labem ř.km 0,2	8,36	4,78	6,39	3,91	3,37	3,03	2,88	3,49	2,99	2,5

Obrázek 9: Ukazatel BSK₅



Z grafu vyplývá, že hodnota dle NV 401/2015 Sb. byla v letech 2009–2018 nejčastěji překročena v měrném místě Chanov v ř.km 46,9, naopak v měrném místě nad jezem Dolní Jířetín hodnota nebyla dosažena.

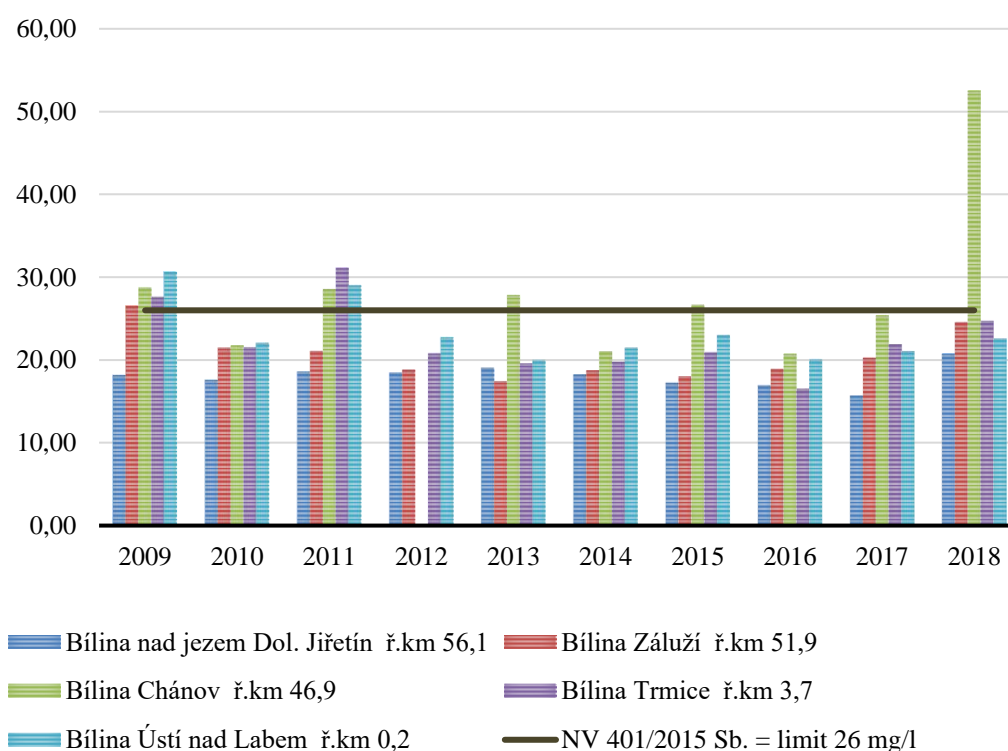
7.1.2 Ukazatel CHSK_{Cr} (mg/l)

V níže uvedené tabulce je sledován ukazatel CHSK_{Cr}, jehož hodnota dle NV č. 401/2015 Sb. je 26 mg/l, z měrných míst na vodním toku Bílina v ř.km 56,1, v ř.km 51,9, v ř.km 46,9, v ř.km 3,7 a v ř.km 0,2 za sledované období z let 2009–2018. Výsledky zahrnují průměrné roční hodnoty vzorků odebíraných 1x měsíčně.

Tabulka 9: Ukazatel CHSK_{Cr}
N = neměřeno

CHSK _{Cr} (mg/l)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bílina nad jezem Dol. Jířetín ř.km 56,1	18,17	17,58	18,58	18,50	19,08	18,25	17,25	16,92	15,69	20,77
Bílina Záluží ř.km 51,9	26,58	21,5	21,08	18,83	17,42	18,75	18	18,92	20,25	24,54
Bílina Chanov ř.km 46,9	28,75	21,75	28,58	N	27,84	21,08	26,67	20,75	25,42	52,54
Bílina Trmice ř.km 3,7	27,58	21,5	31,08	20,75	19,58	19,75	20,88	16,5	21,88	24,67
Bílina Ústí nad Labem ř.km 0,2	30,67	22,08	29	22,75	20	21,5	23	20,08	21,08	22,58

Obrázek 10: Ukazatel CHSK_{Cr}



Z grafu vyplývá, že hodnota dle NV 401/2015 Sb. byla v letech 2009, 2011 mírně překročena v měrném místě Chanov v ř.km 46,9, Trmice ř.km 3,7, Ústí nad Labem ř.km. 0,2 a v roce 2013 v měrném místě Chanov. V tomto místě byly zaznamenány téměř dvojnásobně vyšší hodnoty v roce 2018.

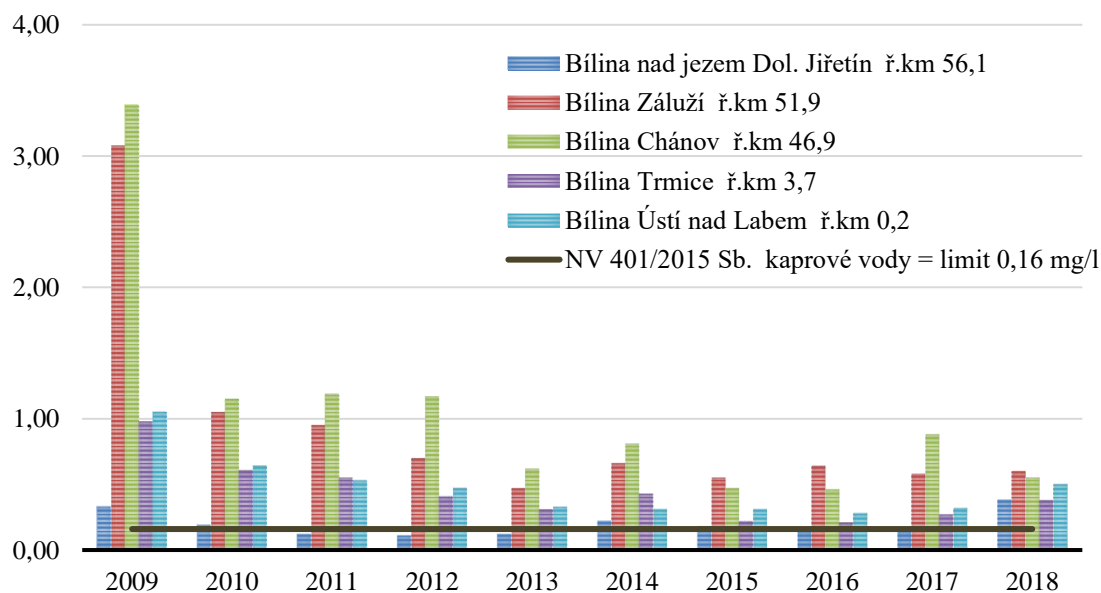
7.1.3 Ukazatel N-NH₄⁺ (mg/l)

V níže uvedené tabulce je sledován ukazatel N-NH₄⁺, jehož hodnota dle NV č. 401/2015 Sb. je 0,16 mg/l, z měrných míst na vodním toku Bílina v ř.km 56,1, v ř.km 51,9, v ř.km 46,9, v ř.km 3,7 a v ř.km 0,2 za sledované období z let 2009–2018. Ukazatel je upřesněn NV č. 71/2003, kdy vodní tok Bílina od zaústění přivaděče z Ohře do soutoku s Labem spadá do kategorie kaprové vody. Výsledky zahrnují průměrné roční hodnoty vzorků odebíraných 1x měsíčně.

Tabulka 10: Ukazatel N-NH₄⁺

N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bílina nad jezem Dol. Jiřetín ř.km 56,1	0,33	0,19	0,12	0,11	0,12	0,22	0,18	0,14	0,14	0,38
Bílina Záluží ř.km 51,9	3,08	1,05	0,95	0,7	0,47	0,66	0,55	0,64	0,58	0,6
Bílina Chanov ř.km 46,9	3,39	1,15	1,19	1,17	0,62	0,81	0,47	0,46	0,88	0,55
Bílina Trmice ř.km 3,7	0,98	0,61	0,55	0,41	0,31	0,43	0,22	0,21	0,27	0,38
Bílina Ústí nad Labem ř.km 0,2	1,05	0,64	0,53	0,47	0,33	0,31	0,31	0,28	0,32	0,5

Obrázek 11: Ukazatel N-NH₄⁺



Z grafu vyplývá, že hodnoty dle NV 401/2015 Sb. byly v letech 2009–2018 mnohonásobně překročeny v profilech Chanov, Záluží, Trmice a Ústí nad Labem. Od roku 2010 jsou hodnoty stále překročeny, ale dochází ke snižování hodnot.

V profilu nad jezem Dolní Jiřetín hodnoty byly mírně překročeny v roce 2009, 2010, 2014, 2015 a v roce 2018.

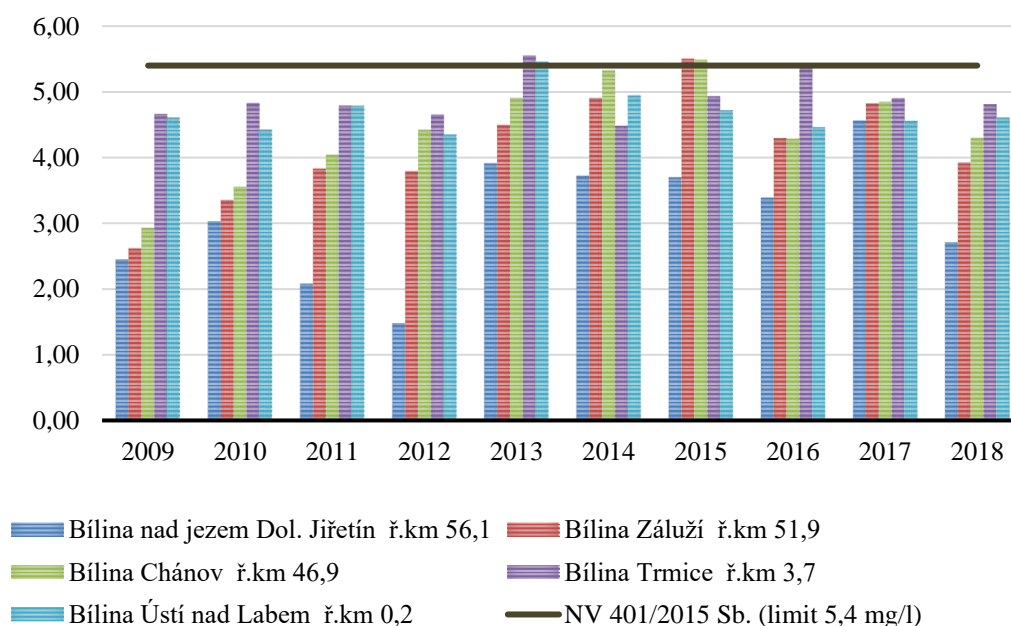
7.1.4 Ukazatel N-NO₃⁻ (mg/l)

V níže uvedené tabulce je sledován ukazatel N-NO₃⁻, jehož hodnota dle nařízení vlády je č. 401/2015 Sb. je 5,4 mg/l, z měrných míst na vodním toku Bílina v ř.km 56,1, v ř.km 51,9, v ř.km 46,9, v ř.km 3,7 a v ř.km 0,2 za sledované období z let 2009–2018. Výsledky zahrnují průměrné roční hodnoty vzorků odebíraných 1x měsíčně.

Tabulka 11: Ukazatel N-NO₃⁻

N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bílina nad jezem Dol. Jiřetín ř.km 56,1	2,45	3,03	2,08	1,48	3,91	3,72	3,70	3,39	4,56	2,71
Bílina Záluží ř.km 51,9	2,62	3,35	3,83	3,79	4,49	4,9	5,5	4,29	4,82	3,92
Bílina Chanov ř.km 46,9	2,93	3,55	4,04	4,42	4,90	5,32	5,48	4,28	4,84	4,29
Bílina Trmice ř.km 3,7	4,66	4,83	4,79	4,65	5,55	4,48	4,93	5,38	4,9	4,81
Bílina Ústí nad Labem ř.km 0,2	4,61	4,43	4,79	4,35	5,46	4,95	4,72	4,46	4,56	4,61

Obrázek 12: Ukazatel N-NO₃⁻



Z grafu vyplývá, že zjištěné hodnoty se pohybovaly v letech 2009–2018 pod hodnotami dle NV 401/2015 Sb., pouze v roce 2013 byla hodnota mírně překročena v profilu Trmice a v roce 2015 v profilu Záluží.

7.1.5 Ukazatel P_{celk} (mg/l)

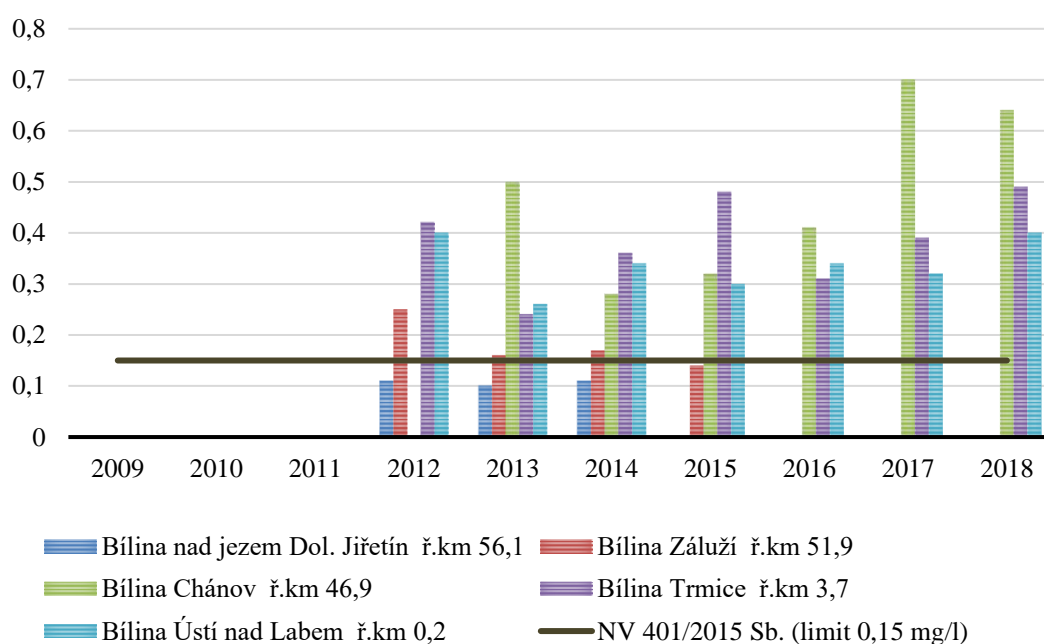
V níže uvedené tabulce je sledován ukazatel P_{celk} , jehož hodnota dle NV č. 401/2015 Sb. je 0,15 mg/l, z měrných míst na vodním toku Bílina v ř.km 56,1, v ř.km 51,9, v ř.km 46,9, v ř.km 3,7 a v ř.km 0,2 za sledované období z let 2009–2018. Výsledky zahrnují průměrné roční hodnoty vzorků odebíraných 1x měsíčně.

Tabulka 12: Ukazatel P_{celk}

P_{celk} (mg/l)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bílina nad jezem Dol. Jřetín ř.km 56,1	N	N	N	0,11	0,10	0,11	N	N	N	N
Bílina Záluží ř.km 51,9	N	N	N	0,25	0,16	0,17	0,14	N	N	N
Bílina Chanov ř.km 46,9	N	N	N	N	0,50	0,28	0,32	0,41	0,70	0,64
Bílina Trmice ř.km 3,7	N	N	N	0,42	0,24	0,36	0,48	0,31	0,39	0,49
Bílina Ústí nad Labem ř.km 0,2	N	N	N	0,4	0,26	0,34	0,3	0,34	0,32	0,4

N = neměřeno

Obrázek 13: Ukazatel P_{celk}



Sledování hodnoty P_{celk} nebylo prováděno po celé období. V letech 2009–2011 nebyly provedeny odběry a rozborů. V profilu nad jezem Dolní Jiřetín byly rozborů provedeny v letech 2012–2014, hodnoty byly pod limitem NV 401/2015 Sb., od roku 2015–2018 nebylo měření prováděno. Dále z grafu vyplývá, že hodnoty dle NV 401/2015 Sb. byly v letech 2013–2018 mnohonásobně překročeny v profilech Chanov, Trmice a Ústí nad Labem.

7.1.6 Ukazatel AOX (mg/l)

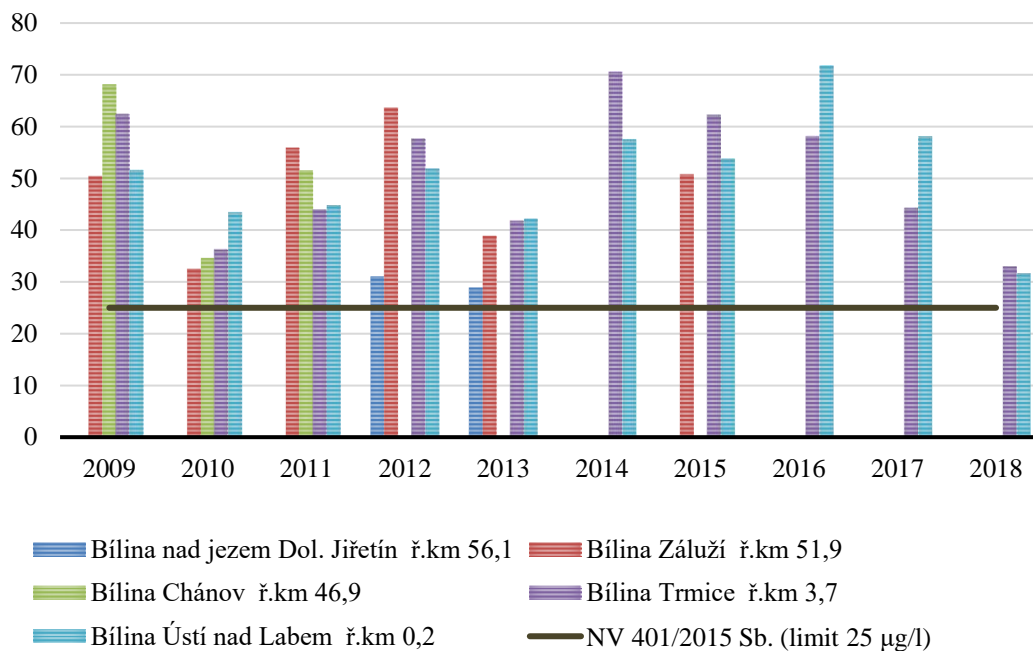
V níže uvedené tabulce je sledován ukazatel AOX, jehož hodnota dle nařízení vlády je č. 401/2015 Sb. je 25 $\mu\text{g/l}$, z měrných míst na vodním toku Bílina v ř.km 56,1, v ř.km 51,9, v ř.km 46,9, v ř.km 3,7 a v ř.km 0,2 za sledované období z let 2009–2018. Výsledky zahrnují průměrné roční hodnoty vzorků odebíraných 1x měsíčně.

Tabulka 13: Ukazatel AOX

AOX ($\mu\text{g/l}$)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bílina nad jezem Dol. Jiřetín ř.km 56,1	N	N	N	31,08	28,92	N	N	N	N	N
Bílina Záluží ř.km 51,9	50,33	32,5	55,83	63,58	38,83	N	50,75	N	N	N
Bílina Chanov ř.km 46,9	68,17	34,58	51,50	N	N	N	N	N	N	N
Bílina Trmice ř.km 3,7	62,33	36,17	43,92	57,58	41,75	70,5	62,25	58	44,25	32,92
Bílina Ústí nad Labem ř.km 0,2	51,58	43,42	44,82	51,92	42,18	57,5	53,83	71,83	58,17	31,67

N = neměřeno

Obrázek 14: Ukazatel AOX



Sledování hodnoty AOX bylo prováděno po celé období v profilech Trmice a Ústí nad Labem. V letech 2009–2018 byly hodnoty dle NV 401/2015 Sb. mnohonásobně překračovány. V profilech Chanov byl proveden odběr v letech 2009–2011, v profilu Záluží byl proveden odběr v letech 2009–2013 a v roce 2015, v profilu nad jezem Dolní Jiřetín v roce 2012–2013. I v těchto profilech byly hodnoty výrazně překročeny.

Celkově lze konstatovat, že v průběhu let docházelo ke zlepšování kvality vody v parametrech BSK₅, CHSK_{Cr}, N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻, kdy sice hodnoty byly překračovány, ale jejich hodnota se snižovala. U parametrů P_{celk} a AOX dochází k překračování limitů dle NV 401/2015 Sb.

7.2 Rozbory sedimentů a porovnání s legislativou

Ze zpracovaných analýz rizik firmou Dekonta s.r.o. (2011, 2017) byla použita data z provedených rozborů. V úseku ř.km 0,118 – 1,050 (Ústí nad Labem) bylo analyzováno 28 vzorků. V příloze je vloženo schéma odběrů na obrázku 20. V úseku vodního toku Bílina ř.km. 46,54 (Chanov) –56,06 (jez v Dolním Jiřetíně) bylo odebráno 124 vzorků. Ze 124 vzorků bylo vybráno stejné množství jako v předchozím úseku, tj. 28. V příloze na obrázcích 18 a 19 jsou šipkami označena místa, která byla použita pro porovnání v bakalářské práci.

Výsledky průzkumných prací byly porovnány s vybranými legislativními hodnotami ve vztahu k nakládání se sedimenty, které jsou uvedeny v tabulkách níže.

7.2.1 Indikátory znečištění dle metodického pokynu MŽP

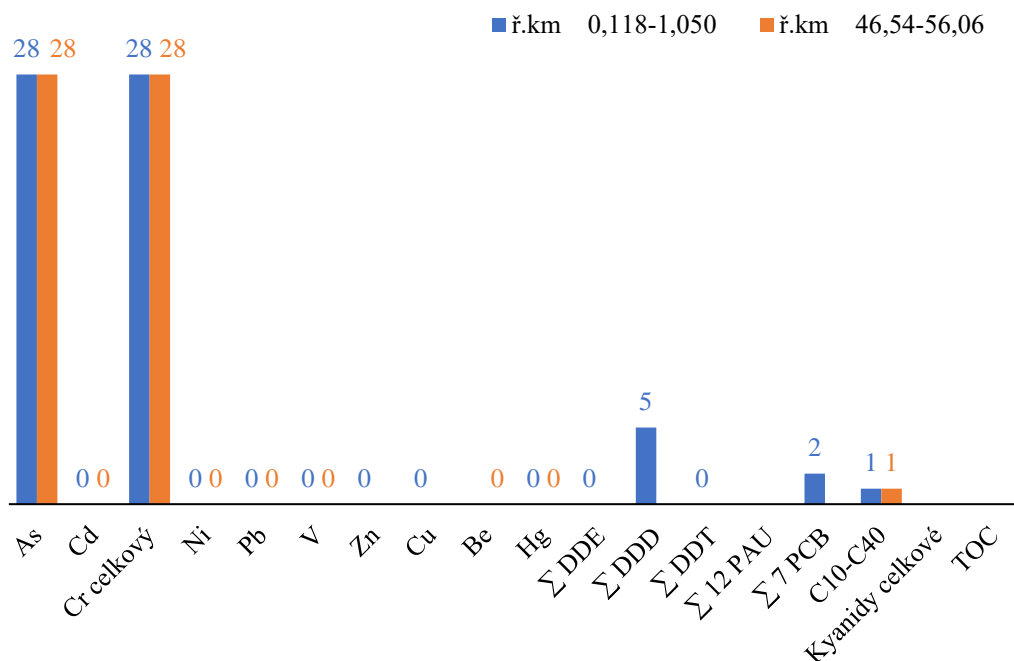
V tabulce 14 je představen přehled hodnot vybraných indikátorů znečištění a kolikrát byla hodnota překročena z počtu 28 odběrných míst v obou úsecích vodního toku. Tabulka je složena z výsledků uvedených v příloze v tabulce 19 a tabulce 20, ve kterých byly vloženy výsledky rozborů 28 vzorků odebraných z úseků vodního toku Bílina ř.km 0,118–1,050 a ř.km 46,54–56,06 z let 2011 a 2017. Hodnoty byly porovnány s vybranými hodnotami dle Metodického pokynu MŽP indikátory znečištění, které slouží k určení míst s přítomností škodlivin a zda tento výskyt by mohl být rizikem pro zdraví obyvatelstva.

Tabulka 14: Počet překročení vybraných limitů indikátorů znečištění sedimentů

Parametr	jednotky	Indikátory znečištění ostatní plochy	ř.km 0,118-1,050	ř.km 46,54-56,06
As	mg/kg suš.	0,61	28x	28x
Cd	mg/kg suš.	70	0	0
Cr celkový	mg/kg suš.	0,29*	28x	28x
Ni	mg/kg suš.	1500	0	0
Pb	mg/kg suš.	400	0	0
V	mg/kg suš.	390	0	0
Zn	mg/kg suš.	23 000	0	-
Cu	mg/kg suš.	3 100	0	-
Be	mg/kg suš.	160	-	0
Hg	mg/kg suš.	10	0	0
∑ DDE	mg/kg suš.	1,4	0	-
∑ DDD	mg/kg suš.	2	5x	-
∑ DDT	mg/kg suš.	1,7	0	-
∑ 12 PAU	mg/kg suš.	-	-	-
∑ 7 PCB	mg/kg suš.	0,22	2x	-
C ₁₀ .C ₄₀	mg/kg suš.	500	1x	1x
Kyanidy celkové	mg/kg suš.	22	-	-
TOC	mg/kg suš.	-	-	-

* Cr^{VI}

Obrázek 15: Grafické znázornění počtu překročení vybraných indikátorů znečištění



Z tabulky 14 a z obrázku 15 je patrné, že ve zkoumaném úseku ř. km 0,118 –1,050 jsou překročeny limity z celkového počtu 28 vzorků u Cr celkový 28x, Σ DDT 5x, Σ PCB 2x a C10–C40 1x. Z celkového množství 28 vzorků z úseku ř.km 46,54 –56,06 byla překročena hodnota ukazatele Cr celkový u všech vzorků a hodnota C10 –C40 1x. Uhlovodíky C10 – C40 byly vytipovány jako rizikový faktor, rozbořem byla kontaminace potvrzena. Překročení hodnot u As je u všech vzorků. V České republice je hodnota As vzhledem ke geochemickým poměrům v horninovém prostředí vyšší, než je uvedena v metodickém pokynu MŽP indikátory znečištění.

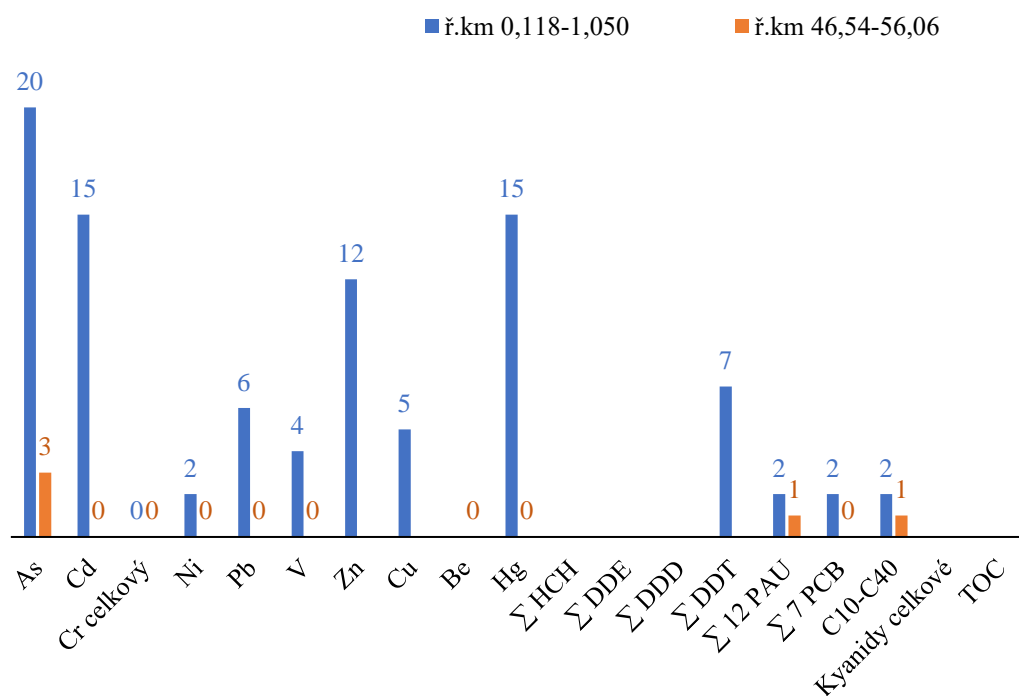
7.2.2 Indikátory znečištění dle vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě, příloha č. 1

V tabulce 15 je představen přehled limitních hodnot rizikových prvků a rizikových látek sedimentu a kolikrát byla hodnota překročena z počtu 28 odběrných míst z obou úseků vodního toku. Pokud rozbor vyhoví, mohl by být sediment uložen, v případě vytěžení, na zemědělské půdě. Tabulka vychází z výsledků rozborů, které jsou uvedeny v příloze v tabulce 19 a v tabulce 20, kde jsou uvedeny výsledky rozborů 28 vzorků odebraných z úseků vodního toku Bílina ř.km 0,118–1,050 a ř.km 46,54–56,06 z let 2011 a 2017.

Tabulka 15: Počet překročení limitních hodnot vyhlášky č. 257/2009 Sb., příloha 1

Parametr	Jednotky	Limit dle vyhl. č. 257/2009 Sb.	ř.km 0,118-1,050	ř.km 46,54-56,06
As	mg/kg suš.	30	20x	3x
Cd	mg/kg suš.	1	15x	0
Cr celkový	mg/kg suš.	200	0	0
Ni	mg/kg suš.	80	2x	0
Pb	mg/kg suš.	100	6x	0
V	mg/kg suš.	180	4x	0
Zn	mg/kg suš.	300	12x	-
Cu	mg/kg suš.	100	5x	-
Be	mg/kg suš.	5	-	0
Hg	mg/kg suš.	0,8	15x	0
Σ DDE	mg/kg suš.		-	-
Σ DDD	mg/kg suš.		-	-
Σ DDT	mg/kg suš.	0,1	7x	-
Σ 12 PAU	mg/kg suš.	6	2x	1x
Σ 7 PCB	mg/kg suš.	0,2	2x	0
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg suš.	300	2x	1x
Kyanidy celkové	mg/kg suš.		-	-
TOC	mg/kg suš.		-	-

Obrázek 16: Grafické znázornění počtu překročení rizikových prvků a rizikových látek dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 257/2009 Sb.



Z tabulky 15 a z obrázku 16 je patrné, že ve zkoumaném úseku ř. km 0,118 – 1,050 jsou překročeny limity dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 257/2009 Sb. z celkového počtu 28 vzorků téměř u všech ukazatelů, k nejdůležitějšímu překročení patří As – 20x, Cd – 15x, Hg – 15x, Zn, Σ DDT – 7x, Pb – 6x a Cu – 5x. Překročení C10–C40 je 2x. Z celkového množství 28 vzorků z úseku ř.km 46,54–56,06 byly hodnoty překročeny u ukazatele As – 3x, Σ PAU 1x. Hodnota C10–C40 pouze 1x, přesto je toto překročení velmi významné.

Jelikož hodnoty překračují limity ve více parametrech, nelze vytěžený sediment uložit na zemědělské půdě.

7.2.3 Indikátory znečištění dle vyhlášky č. 387/2016 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu

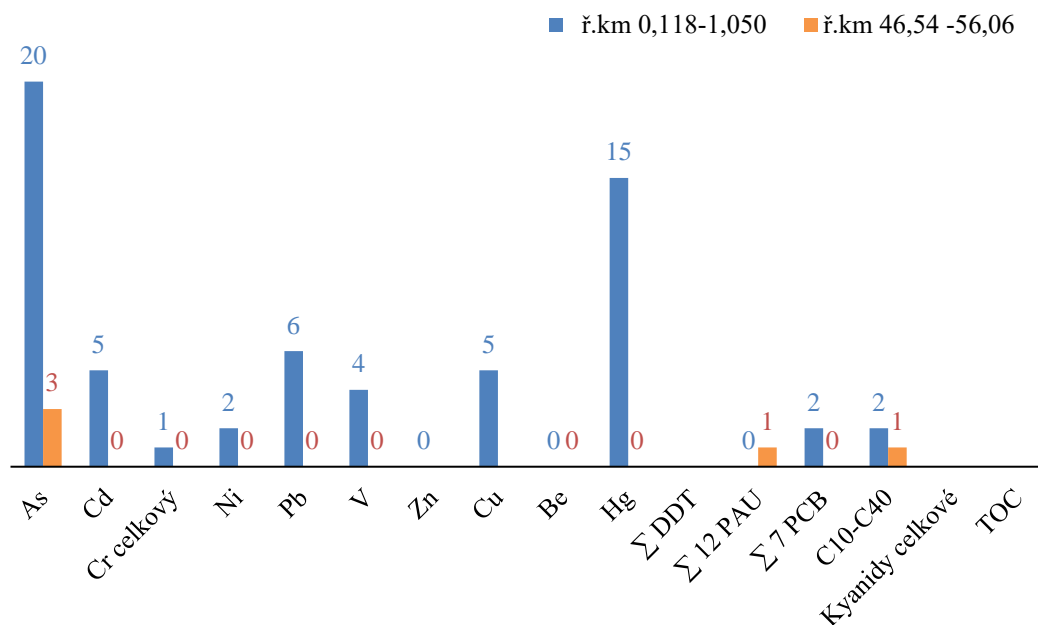
Příloha č. 10, tabulka 10.3

Využití sedimentů na povrchu terénu lze, pokud obsah škodlivin v sušině sedimentu nepřekročí nejvýše přípustné limity uvedené v příloze č. 10 v tabulce 10.3. Vyhláškou jsou stanoveny limitní hodnoty. V tabulce 16 je představen přehled limitních koncentrací škodlivin v sedimentech a kolikrát byla hodnota překročena z počtu 28 odběrných míst z obou úseků vodního toku. Pokud rozbor vyhoví, mohl by být sediment uložen, v případě vytěžení, na povrchu terénu. Tabulka vychází z výsledků rozborů, které jsou uvedeny v příloze v tabulce 21 a v tabulce 22, kde jsou uvedeny výsledky rozborů 28 vzorků odebraných z úseků vodního toku Bílina ř.km 0,118–1,050 a ř.km 46,54–56,06 z let 2011 a 2017. Výsledky rozborů byly porovnány s limitními hodnotami dle tabulky 10.3 vyhlášky č. 387/2016 Sb.

Tabulka 16: Počet překročení limitních koncentrací škodlivin v sedimentech dle vyhlášky č. 387/2016 Sb. tabulka 10.3

Parametr	jednotky	limit dle Vyhlášky č. 387/2016 Sb. tab. 10.3	ř.km 0,118-1,050	ř.km 46,54 - 56,06
As	mg/kg suš.	30	20x	3x
Cd	mg/kg suš.	2,5	5x	0
Cr celkový	mg/kg suš.	200	1x	0
Ni	mg/kg suš.	80	2x	0
Pb	mg/kg suš.	100	6x	0
V	mg/kg suš.	180	4x	0
Zn	mg/kg suš.	600	0	-
Cu	mg/kg suš.	100	5x	-
Be	mg/kg suš.	5	0	0
Hg	mg/kg suš.	0,8	15x	0
∑ DDT	mg/kg suš.		-	-
∑ 12 PAU	mg/kg suš.	6	0	1x
∑ 7 PCB	mg/kg suš.	0,2	2x	0
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg suš.	300	2x	1x
Kyanidy celkové	mg/kg suš.		-	-
TOC	mg/kg suš.	n/a	-	n/a

Obrázek 17: Grafické znázornění počtu překročení limitních koncentrací škodlivin v sedimentech dle vyhlášky č. 387/2016 Sb. tabulka 10.3



Z tabulky 16 a z obrázku 17 je patrné, že ve zkoumaném úseku ř. km 0,118–1,050 jsou překročeny limity dle přílohy č. 10, tabulky 10.3 Vyhlášky č. 387/2016 Sb. z celkového počtu 28 vzorků téměř u všech ukazatelů. K nejvýznamnějšímu překročení patří As – 20x, Cd – 15x, Hg – 15x, Zn, Σ DDT – 7x, Pb – 6x a Cu – 5x. Překročení C10–C40 je 2x. Z celkového množství 28 vzorků z úseku ř.km 46,54–56,06 byly hodnoty překročeny u ukazatele As – 3x, Σ PAU 1x. Hodnota C10–C40 1x, přesto je toto překročení velmi významné.

Jelikož hodnoty překračují limity ve více parametrech, nelze vytěžený sediment uložit na jakékoli zemědělské půdě.

Příloha č. 10, tabulka 10.2

Ekotoxikologické testy dle výše uvedené vyhlášky byly provedeny v úseku ř.km 0,118 – 1,050 pouze ve dvou místech (S-1, S-18), v úseku ř.km 46,54–56,06 byly testy provedeny ve 27 místech. Pro porovnání byly vybrány 2 úseky (S–9, S–116).

Tabulka 17: Výsledky ekotoxikologických testů dle vyhlášky č. 387/2016 Sb., přílohy 10, tabulky č. 10.2

Parametr	<i>Desmodesmus subspicatus</i> inhibice	<i>Desmodesmus subspicatus</i> stimulace	<i>Daphnia magna</i> imobilizace	<i>Poecilia reticulata</i> mortalita	<i>Sinapis alba</i> stimulace
jednotka	%	%	%	%	%
úsek ř.km 0,118 - 1,050					
S–9	n/a	17,6	0	0	12,2
S–116	n/a	3,5	0	0	50,4
úsek ř.km 46,54 – 56,06					
S–1	1,9	neprovedeno	0	0	16,9
S–18	1,2	neprovedeno	0	0	26,6

Z tabulky 17 je patrné, že testy neprokázaly ekotoxicitu výluhu sedimentů pro vodní organismy, resp. suchozemské rostliny u sledovaných úseků. Naopak byla zaznamenána stimulace zelených vodních řas i suchozemských rostlin (*Sinapis alba*).

7.2.4 Vyluhovatelnost sedimentů

V tabulce 18 je představen přehled přípustných hodnot ukazatelů pro jednotlivé třídy vyluhovatelnosti dle vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, přílohy 2, tabulky 2.1. Pro zkoušku vyluhovatelnosti byla vybrána 4 odběrná místa v obou úsecích.

Tabulka 18: Vyluhovatelnost vybraných vzorků sedimentů

Matrice:		Sediment				úsek ř.km 0,118 – 1,050				úsek ř.km 46,54 – 56,06			
Parametr	Jednotky	Limit dle vyhl. č. 294/2005, příloha č.2				S-8	S-20	S-1	S-18	S-33	S-76	S-85	S-116
		I	IIA	IIB	III								
DOC	mg/l	50	80	80	100	21,7	20,6	69,1	27,1	1,8	7,98	7,09	28
FNI	mg/l	0,1	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0	0,008	0,011	0,021
Chloridy	mg/l	80	1500	1500	2500	<2	<2	<2	<2	2,49	11	14,7	1,16
Fluoridy	mg/l	1	30	15	50	2	1,85	2,01	1,9	0	0,266	0,403	0,238
Sířany	mg/l	100	3000	2000	5000	51,7	50,7	<5	14,4	199	94,4	348	35,4
As	mg/l	0,05	2,5	0,2	2,5	0,019	0,018	0,19	0,021	0,0019	0,006	0,0035	0,0286
Ba	mg/l	2	30	10	30	0,039	0,032	0,063	0,019	0,0901	0,118	0,0947	0,117
Cd	mg/l	0,004	0,5	0,1	0,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0	0	0	0,00064
Cr _{celkový}	mg/l	0,05	7	1	7	<0,001	<0,001	0,001	0,0011	0	0,0027	0	0,0058
Cu	mg/l	0,2	10	5	10	0,028	0,0054	0,0073	0,0084	0	0	0	0,0248
Hg	mg/l	0,001	0,2	0,02	0,2	0,0012	0,0015	0,0015	0,0017	0	0	0	0
Mo	mg/l	0,05	3	1	3	0,019	0,0072	0,0073	0,012	0,0212	0,0161	0,0377	0,0194
Ni	mg/l	0,04	4	1	4	0,0082	0,0067	0,0089	0,0065	0	0,0023	0	0,0091
Pb	mg/l	0,05	5	1	5	0,0022	0,0036	0,0057	0,0037	0,0011	0,0026	0,0016	0,0013
Sb	mg/l	0,006	0,5	0,07	0,5	<0,005	<0,005	0,0053	<0,005	0	0	0	0
Se	mg/l	0,01	0,7	0,05	0,7	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0	0,0503	0,0311	0,067
Zn	mg/l	0,4	20	5	20	0,015	0,0062	0,051	0,01	0,0065	0,0124	0,0057	0
RL _(105°C)	mg/l	400	8000	6000	10000	290	270	295	215	306	372	814	1090
pH	-	-	≥6	≥6	-	8,35	8,14	8,47	8,1	7,09	7,53	6,82	7,01

Z tabulky je patrné, že výsledky rozborů obou sledovaných úseků vyhovují limitům uvedeným ve vyhlášce č. 294/2005 Sb. příloha č. 2 pro vyluhovou třídu II. V případě odtěžení bude sediment uložen na skládku ostatního odpadu.

8 Diskuze

S ohledem na výsledky monitoringu povrchové vody, prováděných správcem toku Povodí Ohře s.p. Chomutov na říčních profilech jez Jířetín – Záluží, jez Chanov, Trmice a Ústí nad Labem a vzhledem k limitům pro tyto látky stanovených pro ukazatele přípustného znečištění povrchových vod (příloha č. 3 nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění), lze konstatovat, že kvalita povrchových vod v zájmovém území vodního toku Bílina je nevyhovující. K překračování imisních standardů dochází především v obsahu AOX, amoniakálního dusíku a celkového fosforu. Od roku 2009 došlo alespoň k mírnému zlepšení kvality povrchové vody v některých parametrech, přesto však kvalita pravděpodobně stále negativně ovlivňuje

možnost rozvoje biodiverzity a vzhledem k nadlimitnímu obsahu dusíku a fosforu dochází i k podpoře eutrofizace toku. Snižování eutrofizace vod lze docílit zvyšováním účinnosti odstraňování fosforu při čištění odpadních vod.

V okolí řeky Bíliny je hustota obyvatelstva poměrně vysoká, což má za následek zvýšení produkce odpadních vod. Podíl na kvalitu vody mají i nečištěné průmyslové a komunální odpadní vody, nedostatečně zabezpečené skládky odpadů. Také ji mohou zhoršovat lokální zdroje kontaminace představující vyústění kanalizačních systémů menších obcí či samostatných budov do vodního toku. Jedná se především o odpadní vody z malých sídel. Jak uvádí Wanner (2017), jedná se o sídla pod 2 000 EO, malé a domovní čistírny odpadních vod s kapacitou do 500 EO. Dále uvádí, že problémem bývá časté kolísání množství a složení odpadních vod, náchylnost biologické části k toxickým lákám z domácností (např. při používání desinfekčních prostředků při úklidu). To má za následek dosažení nižší kvality čištěné vody na odtoku a tím i snížení účinnosti v porovnání s velkými nebo městskými ČOV. Dle mého názoru by bylo vhodné již při navrhování způsobu čištění zvolit vyhovující technologii. Uživatelé těchto čistíren by měli být informováni o používání vhodných čistících a desinfekčních prostředků, které jsou šetrné k biologickému způsobu čištění odpadních vod.

Myslím si, že pro celkové zlepšení kvality vody by bylo velmi žádoucí důsledné dodržování zákonů, přeepsaných vyhlášek nebo směrnic. Jedním ze zásadních nástrojů je plánování v oblasti vod, které zohledňuje požadavky pro dosažení dobrého stavu všech vod vycházející z Rámcové směrnice o vodách z roku 2000. Z těchto plánů vycházejí programy na konkrétní opatření. Smyslem těchto opatření je zabránit zhoršení stavu vod a vzniku nových zátěží.

Průzkumem sedimentů v úseku vodního toku Bílina ř.km 46,54 – 56,06 byla zjištěna úroveň koncentrace sledovaných látek. Výsledky ukázaly na zvýšení koncentrace zejména uhlovodíků ropného původu, zaznamenán byl také vyšší obsah arsenu a polyaromatických uhlovodíků (PAU). V úseku ř.km 0,118 – 1,050 lze na základě výsledků průzkumů konstatovat, že v případě As se jedná o plošnou kontaminaci v rámci celého zájmového úseku. V případě kontaminace DDT se jedná o lokálně situovaná místa s obsahy přesahujícími hodnoty indikátorů znečištění pro ostatní plochy dle metodického pokynu MŽP z roku 2013. V ostatních případech kontaminantů, jako Cd, Ni, V, Cu, Hg, se jedná také o lokální místa

s identifikovatelnými obsahy překračující limity dané právní legislativou ČR pro ukládání sedimentů na povrchu terénu. Z výsledků ekotoxicity na odebraných vzorcích sedimentu v obou úsecích vodního toku Bílina vyplynulo, že sediment nepředstavuje riziko pro živočišné organismy/obratlovce, korýše, řasy a semena. Výsledky ekotoxikologických testů nepřesáhly v žádném ze vzorků limitní hodnoty dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha 10, tabulka 10.2. Na základě těchto výsledků lze předpokládat, že kontakt s analyzovanými říčními sedimenty lze označit jako netoxický pro vodní rostliny (řasy) tak pro nižší i vyšší organismy.

Analýzy rizika zpracované pro vodní tok Bílina v úseku ř.km 0,118–1,050 a v úseku 46,54–56,06 nepotvrdily průzkumnými pracemi a následnými rozbory bezprostřední ohrožení ekosystému a s ohledem na využití vodního toku ani ohrožení zdraví obyvatelstva. Nicméně kontaminace říčních sedimentů potvrzena byla. Největší podíl kontaminace je pravděpodobně historického původu. Nejpravděpodobnějšími původci historického znečištění jsou chemické výroby a bývalé důlní provozy. Mezi současné znečišťovatele patří především chemická výroba, v menším měřítku vypouštění důlních vod, vypouštění čištěných nebo nečištěných komunálních splaškových vod. Nováková (2014) uvádí, že sedimenty jsou významným geochemickým archivem. Bohužel toto tvrzení platí i v případě ukládání rizikových látek do sedimentu. Sedimenty mají schopnost absorbovat polutanty a vlivem přirozeného chování řek dochází ukládání kontaminovaných sedimentů do hlubších vrstev. Znečištění řeky Bíliny a jejích sedimentů představuje riziko také pro řeku Labe, kam říční voda včetně kontaminovaných plavenin odtéká a kam jsou epizodně posunovány i říční sedimenty. Za normálních hydrologických podmínek jsou sedimenty relativně stabilní, znečištění je v sedimentu fixováno a za běžných průtoků se do povrchové vody neuvolňuje, riziko odnosu sedimentů hrozí epizodně při zvýšených či dokonce povodňových průtocích.

„Důvodem kumulace sedimentů a zanášení dna jsou nadále přetrvávající splachy zemědělské půdy z okolí rybníků, vodních děl a toků. Nevhodné hospodaření v povodí způsobuje nadměrnou erozi, pronikání a usazování rizikových prvků a látek v rybnících a tocích“ (Kubík, 2011).

Nelze zabránit přirozenému chování řek, kdy dochází k vymílání a odnosu pevných látek, ale lze ovlivnit hospodaření s půdou v povodí. Kvůli nevhodnému hospodaření s půdním fondem dochází k zanášení vodního toku smyvem z okolní půdy. Nemělo by

nám být lhostejné, aby byla odnášena vodním tokem úrodná půda. Dalo by se říci, že vzhledem k délce lidského života není půda obnovitelným zdrojem. Povodí řeky Bíliny není využíváno pro zemědělské účely, přesto dochází k překračování některých ukazatelů (sloučeniny fosforu nebo dusíku). Myslím si, že vytěžený sedimentem by měl být, v ideálním případě, vrácen na zemědělskou půdu. Rizikem ovšem je, pokud je sediment zatížen starými zdroji znečištění. Při rozhodnutí o dalším postupu k určení a vyhodnocení míry rizika, dle mého názoru, slouží analýza rizika, která zmapuje toto nebezpečí na základě provedených průzkumů, rozborů a šetření. Zpracovatel analýzy rizika, na základě těchto skutečností, navrhne objednateli možná reálná řešení včetně odhadu finančních nákladů.

V prvním úseku 46,54–56,06 na základě zjištěných skutečností byly doporučeny dvě varianty řešení. Prvním řešením je varianta bez realizace nápravných opatření. Tato varianta by nepřinesla zlepšení stavu řeky a nepřispěla by k obnovení biodiverzity. Dle výsledků průzkumů je zřejmé, že tento stav je způsoben především kvalitou vody. Druhou variantou je odtěžení sedimentů. Z provedených průzkumů je patrné, že vytěžený sediment nelze využít na zemědělské půdě a bude s ním nakládáno jako s odpadem, který bude uložen na skládce. Objednatel analýzy rizika se rozhodl pro první variantu – nerealizovat žádná opatření a bude nadále monitorovat kvalitu vody a sedimentů. Bylo by vhodné za delší časový úsek (např. 10 -15 let) provést opětovný podrobný průzkum říčních sedimentů a zhodnocení jejich stavu a vypracování analýzy rizika. Dle mého názoru by ideálním řešením bylo kontaminované sedimenty vytěžit v celém rozsahu. Avšak toto řešení by bylo finančně velice nákladné a vznikalo by velké nebezpečí v možném úniku nebezpečných látek dále po toku. Investor by musel vynaložit velké úsilí na zamezení rozšiřování kontaminace, a to by mělo další dopad na finanční nárok, proto je vytěžení sedimentu v celém rozsahu nereálné.

Ve druhém úseku ř.km 0,118–1,050, na základě znalostí o lokalitě a kontaminaci z provedených průzkumů, byly navrženy zpracovatelem analýzy rizika firmou Dekonta a.s. Praha dvě variantní řešení. První řešení vychází z budoucího využití lokality i z předpokladu zachování současného stavu, kdy je doporučena varianta bez provádění nápravných opatření. Druhým řešením je odtěžení sedimentu s vysokým obsahem prioritních kontaminantů As, Hg a DDT. Po porovnání s legislativními požadavky byl sediment vyhodnocen jako odpad a mělo by se s ním nakládat jako

s odpadem. V tomto úseku je průtok vody vyšší a hrozí zde riziko odnosu kontaminovaných sedimentů do řeky Labe. Objednatel analýzy se rozhodl pro druhé variantní řešení, sediment v úseku ř.km 0,118 – 1,050 byl vytěžen a uložen na skládku. Realizace proběhla v roce 2018.

9 Závěr a přínos práce

Cílem předložené práce byla definice obecných zásad a postupů zpracování analýzy rizika znečištění vodních toků a říčních sedimentů. V literární rešerši byly definovány tyto obecné zásady, které se řídí metodickým pokynem MŽP (2011) pro analýzu rizik kontaminovaného území.

V případové studii byly posouzeny dva úseky vodního toku Bílina v ř.km 46,54–56,06 a ř.km 0,118–1,050. Řeka Bílina byla v minulosti silně ovlivněna antropogenní činností (chemický průmysl, energetika, důlní vody, hustota osídlení), což se také negativně projevilo na kvalitě vody a sedimentů. V řece docházelo k usazování sedimentů, jejichž kvalita byla nepříznivě ovlivněna kvalitou vody, a stávaly se potenciálním rizikem pro budoucnost. Analýzou rizika bylo potvrzeno, že u řeky Bíliny jsou nebezpečné staré zátěže uložené v sedimentech, ale vzhledem k nízkým průtokům nehrozí jejich uvolnění do povrchové vody. Nedochozí tak k bezprostřednímu ohrožení kontaminací vodního toku z tohoto zatížení. Dle monitoringu správce toku Povodí Ohře s.p. lze celkově konstatovat, že postupně dochází ke zlepšení stavu řeky Bíliny, přesto tento stav je stále nevyhovující. Zvýšení kvality vody je proces, který může trvat i desetiletí. Řeka spadá dle ČSN 75 7221 do kategorie tř. IV, tj. silně znečištěná voda.

Po prostudování studií lze konstatovat, že analýzy rizika v obou vybraných úsecích byly zpracovány v souladu s platnou legislativou a zpracovatel postupoval dle metodického pokynu.

Analýzou rizika byly vytipovány rizikové látky, u těchto látek byla v rešeršní části popsána cesta možného vzniku kontaminace a jejich negativní působení na lidský organismus nebo na složky životního prostředí. Zároveň byl vypracován legislativní přehled, podle kterého se lze řídit, při likvidaci vytěžených sedimentů.

Zásadním přínosem bakalářské práce je formulování zásad a postupů při zpracování analýzy rizika dle metodického pokynu. Výše uvedený pokyn slouží pro zajištění

jednotného procesu, jehož cílem je vytvořit relevantní podklad pro řešení naléhavého stavu, kvantifikovat a následně zhodnotit rizika negativního ovlivnění zdraví osob a dílčích složek životního prostředí. Součástí je také návrh reálných nápravných opatření, kde je zohledněn technický, finanční, časový a legislativní aspekt. Z případové studie tedy vyplývá, že je analýza rizika důležitým prvkem v rozhodovacím procesu.

Splněním stanovených cílů bakalářské práce byla potvrzena potřeba takovýchto nástrojů pro podporu stávající legislativy v ochraně životního prostředí.

10 Přehled literatury a použité zdroje

Bafana A., Krishnamurthi K, Sivanesan S., Naoghare P.K., 2018: Chapter Six – Mutagenicity and genotoxicity testing in environmental pollution control. Kumar A, Dobrovolsky V. N, Dhawan a., Shanker R. (Eds.): Mutagenicity: assays and applications, Academic Press, s. 113–132.

Carpner S.R., Caraco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N, Smith V.H, 1998: Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 8(3)b: s. 559–568.

Clarke B.O., Porter N.A., Marriott P.J., Blackbeard J.R., 2010: Investigating the levels and trends of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyl in sewage sludge. *Environment International* Volume 36(4): 323–329.

Červený J., Böhm B., Bubeníčková L., Buchtele J., Čulík J., Daňková H., Friga J., Hladný J., Kříž v., Kurpelová M., Nedelka M., Šebek O., Škulec Š., Vaniček K., Vitoslavský J., Závodský D., 1984: Podnebí a vodní režim ČSSR. Státní zemědělské nakladatelství Praha, s. 194–211.

Červinka P., Coufalová V., Čapková M., Horecká K., 2005: Ekologie a životní prostředí. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha, 120 s.

Harte J., Holdren Ch., Schneider R., Shirley Ch., 1991: Arsenic. Toxics A to Z: A guide to everyday pollution hazards. University of California Press, Berkeley, s. 217–222.

Jeníček V. a Foltýn J., 2010: Globální problémy světa v ekonomických souvislostech. Nakladatelství C. H. Beck, Praha, 354 s.

Juráň S., 2013: Jak dál při hodnocení zátěže ze zdrojů znečištění vod (online) [cit.2017.11.16], dostupné z http://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2013_6.pdf

Koudelka C. a Vrána V., 2006: Rizika a jejich analýza (online) [cit. 2017.12.16], dostupné z

<<http://fe1.vsb.cz/kat420/vyuka/Magisterske%20nav/prednasky/web/RIZIKA.pdf>>.

Kráska J., Dostál T., Bauer M., Jáchymová B., Devátý J., 2017: Zanášení toků a nádrží – plošné zemědělské znečištění v povodí Vltavy. In: Kosour D. a kol. (eds.): Vodní nádrže 2017, Brno. Sborník příspěvků z odborné konference. Povodí Moravy, Brno, s.70–74.

Kubík L., 2010: Monitoring rybníčních a říčních sedimentů, průběžná zpráva 1995–2010 (online) [cit. 2017.11.26], dostupné z http://eagri.cz/public/web/file/240693/ZZ_sedimenty_2010_v1.pdf.

Květoň V., Voženílek V., Vondráková A., Vávra A., Stříž M., 2011: Klimatické oblasti Česka: Klasifikace podle Quitta za období 1961–2000. Univerzita Palackého, Olomouc v koedici Český hydrometeorologický ústav, Praha, 20 s. + mapa v měřítku 1:500 000.

Lilli M. A., Moraetis D., Nikolaidis N. P., Karatzas G. P., Kalogerakis N., 2015: Characterization and mobility of geogenic chromium in soils and river bed sediments of Asopos basin. *Journal of Hazardous Materials*, volume 281, s.12–19.

Lin F., Han B., Dinga Y., Li O., Gao W., Li Z., 2018: Distribution characteristics, sources, and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from the Qinhuangdao coastal wetland, China. *Marine Pollution Bulletin*, volume 127, s. 788–793

Loučka T., 2014: Chemie životního prostředí. Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, 164 s.

Marek V., 2003: Právní stav využití sedimentů v zemědělství. *Odpadové fórum 9*: 13–14.

Margoluis R., Stem C., Salafsky N., Brown M., 2009: Using conceptual models as a planning and evaluation tool in conservation. *Evaluation and Program Planning* 32(2): 138–147.

Medek J., 2014: Význam Bíliny jako historického a současného zdroje znečištění pro nakládání se sedimenty v povodí Labe. *Magdeburský seminář o ochraně vod 2014, Stav vod v povodí Labe – nové výzvy*, s. 34–37 (online) [cit. 2017.12.11], dostupné z http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/MGS_2014_sbornik.pdf.

- Mísař Z., Dudek A., Havlena V., Weiss J., 1983: Geologie ČSSR I. Státní pedagogické nakladatelství, n.p. Praha, 330 s.
- Moldan B., 2015: III. 2 Vědecké poznání, Environmentální věda a věda o udržitelnosti. In: Moldan B. (ed.): Podmaněná planeta. Nakladatelství Karolinum, Praha, s. 352–360.
- Moldan B., 1997: Příroda a civilizace. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 148 s.
- Nováková T., Grygar T. M., Elznicová J., 2014: Analýza sedimentárních záznamů – hodnocení kontaminace nivních sedimentů. Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, 76 s.
- Olmer M., Kessel J., 1990: Hydrogeologické rajóny. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 160 s.
- Piqué G., Batalla R. J., López R., Sabater S., 2017: The fluvial sediment budget of a dammed river (upper Muga, southern Pyrenees). *Journal Geomorphology* 293A, s.211–226.
- Pitter P., 1990: Hydrochemie. Nakladatelství technické literatury, n.p., Praha, s.193–196, s. 212–217, s. 222–223, s. 323–350, s. 363–367, s. 373–375.
- Schetter T., Solomon G., Valenti M., Huddle A., 1999: Generations at risk, Reproductive health and the environment, MIT Press, Massachusetts, s. 57–62, s.106–150.
- Smejkal V. a Rais K., 2013: Analýza rizik. In: Smejkal. V. a Rais K. (eds.): Řízení rizik ve firmách a jiných organizací. Grada Publishing, Praha, s. 95–96.
- Sušienková Z., Zahrádka V., 2017: Kvalita vody v Bílině a návrhy opatření k jejímu zlepšení (online) [cit. 2019.3.1], dostupné z http://www.poh.cz/assets/File.ashx?id_org=200341&id_dokumenty=1096
- Šulcová J., Baxa M., Kröpfelová M., Baxová Chmelová I., 2017: Monitoring rybníčních sedimentů v letech 2011-2017. In: David V., Davidová T. (eds.): Rybníky 2017. Sborník příspěvků odborné konference. ČVUT, Praha, s. 144-154.

Tuháček M., Dostálová K., Jelínková J., Mlčoch S., Svobodová Z., 2015: Právo životního prostředí. Nakladatelství GRADA Publishing, Praha, 288 s.

Vlasák P., Havel L., Kašpárek L., Vránek T., Kučera J., Novák D., Ondráková D., 2004: Ekologická studie Bíliny (online) [cit. 2017.12.11], dostupné z http://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/bilina/dokumenty/1063_Bilina2003.PDF.

Volaufová L., 2008: Kvalita povrchových vod v České republice, Splníme podmínky evropské směrnice? Vesmír 87: s. 768–770.

Wanner J., 2017: Čištění odpadních vod v ČR: vývoj a současná situace, Vodní hospodářství 67 (3/2017): s. 20–25

ČSN 46 5735: Průmyslové komposty. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 1991, 32 s.

ČSN ISO 5667-12 (75 7051): Kvalita vod – odběr vzorků, část 12: Návod pro odběr vzorků dnových sedimentů z řek, jezer a z oblasti ústí řek. Česká agentura pro standardizaci, Praha, 2018, 52 s.

ČSN 75 7221: Kvalita vod – klasifikace kvality povrchových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2017, 20 s.

Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., nařízení vlády o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod, v platném znění.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění.

MŽP, ©2009: Životní prostředí, Ochrana vod, Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES (online) [cit. 2017.11.26], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/planovani_oblasti_vod/\\$FILE/OOV-RS_60_2000-20001222.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/planovani_oblasti_vod/$FILE/OOV-RS_60_2000-20001222.pdf)

MŽP, 2011: Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území. Věstník MŽP, XXI (3), 63 s.

MŽP, 2014: Metodický pokyn MŽP, indikátory znečištění, Věstník MŽP, XIV (1), 134 s.

Vyhláška č. 257/2009 Sb., vyhláška o používání sedimentů na zemědělské půdě, v platném znění.

Vyhláška č. 369/2004 Sb., vyhláška o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek, v platném znění.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění.

ČHMÚ, ©2019: Hydrogeologické rajony ČR, rozvrstvení HGR na území ČR, (online) [cit. 2019.3.2.], dostupné z

<https://chmi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5122323852f946a8800232620e379d0c>

ČÚZK, ©2019: Geoportál ČÚZK, Geoprohlížeč (online) [cit. 2019.26.1.], dostupné z <<https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>>

EPA, ©2018: Polychlorinated Biphenyls (PCBs) (online) [cit. 2018.1.1.], dostupné z <<https://www.epa.gov/pcbs/learn-about-polychlorinated-biphenyls-pcbs#healtheffects>>.

IRZ – Integrovaný registr znečišťování, ©2018: Kadmium a sloučeniny (jako Cd) (online) [cit. 2018.2.1], dostupné z <<https://www.irz.cz/node/63>>.

Povodí Ohře, státní podnik Chomutov, ©2018: Vodohospodářské laboratoře (online) [cit. 2018.12.30] dostupné z <http://www.poh.cz/VHL/vhl.htm>

WWF, ©2017: Persistent organic pollutants, Toxic, Persistent, and Pervasive (online) [cit. 2017.11.26], dostupné z <http://wwf.panda.org/about_our_earth/teacher_resources/webfieldtrips/toxics/our_chemical_world/pops/>.

Dekonta, 2011: Analýza rizik – odstranění znečištění říčních sedimentů v rámci těžby naplavenin a následné revitalizace toku řeky Bíliny, 59 s. „nepublikováno“. Dep.: Povodí Ohře, státní podnik Chomutov.

Dekonta, 2017: Průzkum znečištění a analýza rizik „Projekt SedBila – Bílina, ř.km 0,118 – 1,050 – odstranění sedimentu, 88 s. „nepublikováno“. Dep.: Povodí Ohře, státní podnik Chomutov.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Bilance zátěže nutrienty ze zdrojů znečištění (Jurán, 2013)	7
Obrázek 2: Diagram nakládání s vytěženým sedimentem (Šulcová a kol., 2017).....	15
Obrázek 3: Příklad koncepčního modelu – schematický řez (Metodický pokyn MŽP, ©2011).	23
Obrázek 4: Odběr sedimentů ze vzorkovací plošiny (Dekonta,2017)	25
Obrázek 5: Ruční vrtací souprava (Dekonta, 2017).....	26
Obrázek 6: Vodní tok Bílina sledovaný úsek ř.km 46,56 – 56,06 (program QGIS, data ČÚZK, ©2019)	28
Obrázek 7: Vodní tok Bílina sledovaný úsek ř.km 0,118 – 1,050 (program QGIS, data ČÚZK, ©2019)	29
Obrázek 8: Rozvrstvení HGR na území zájmové lokality řeky Bíliny (ČHMÚ© 2019)	32
Obrázek 9: Ukazatel BSK ₅	38
Obrázek 10: Ukazatel CHSK _{Cr}	39
Obrázek 11: Ukazatel N-NH ₄ ⁺	40
Obrázek 12: Ukazatel N-NO ₃ ⁻	41
Obrázek 13: Ukazatel P _{celk}	42
Obrázek 14: Ukazatel AOX	44
Obrázek 15: Grafické znázornění počtu překročení vybraných indikátorů znečištění	46
Obrázek 16: Grafické znázornění počtu překročení rizikových prvků a rizikových látek dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 257/2009 Sb.	47
Obrázek 17: Grafické znázornění počtu překročení limitních koncentrací škodlivin v sedimentech dle vyhlášky č. 387/2016 Sb. tabulka 10.3.....	49

Obrázek 18: Úsek ř.km 46,54–56,06 - schéma odběrných míst – I. část (Dekonta, 2011)	66
Obrázek 19: Úsek ř.km 46,54–56,06 - schéma odběrných míst – II. část (Dekonta, 2011)	66
Obrázek 20: Úsek ř.km 0,118 –1,050 – schéma odběrných míst (Dekonta, 2017)	67

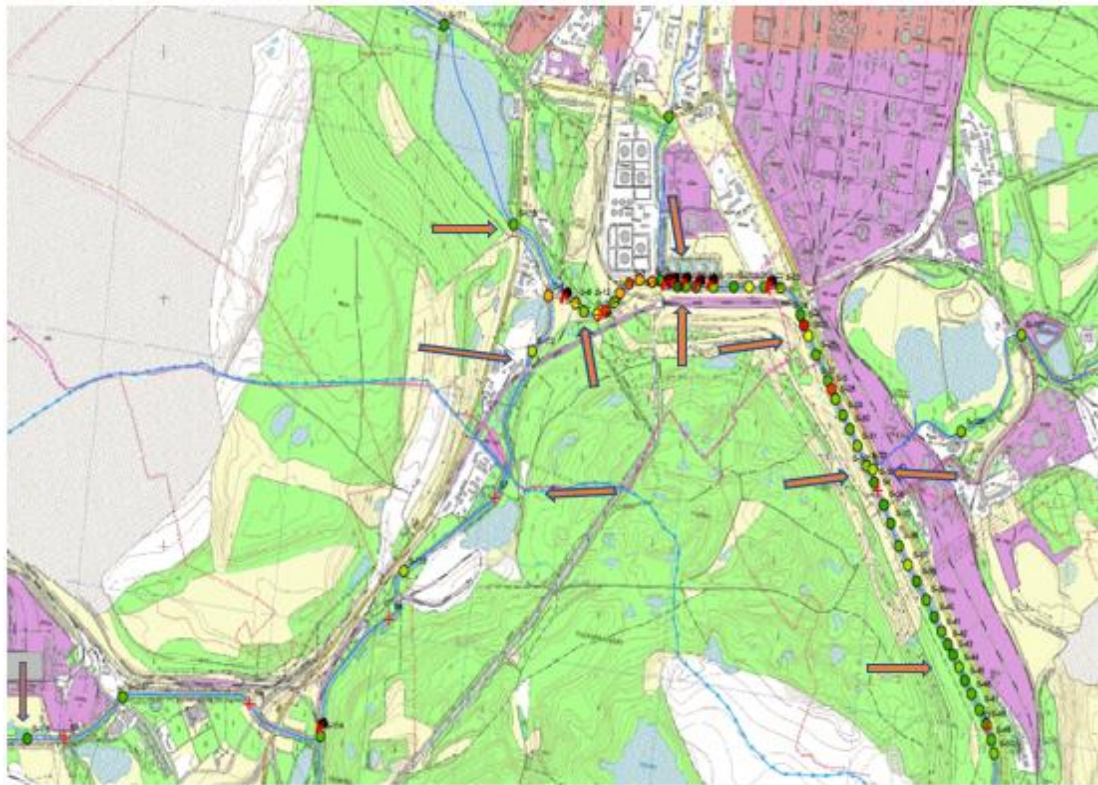
SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Příloha č. 1 k vyhlášce č. 257/2009 Sb. v platném znění	16
Tabulka 2: Příloha č. 3 k vyhlášce č.257/2009 Sb. v platném znění	17
Tabulka 3: Vyhláška č. 387/2016 Sb., příloha č. 10, tabulka 10.3	18
Tabulka 4: Vyhláška č. 387/2016 Sb., příloha 10, tabulka č.10.2	19
Tabulka 5: Příloha č. 2, tabulka č.2.1 vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění	20
Tabulka 6: Charakteristika klimatické oblasti W2 (Květoň a kol., 2011)	31
Tabulka 13: Koncepční model, (Dekonta 2011, 2017)	36
Tabulka 7: Ukazatel BSK ₅	37
Tabulka 8: Ukazatel CHSK _{Cr}	39
Tabulka 9: Ukazatel N-NH ₄ ⁺	40
Tabulka 10: Ukazatel N-NO ₃ ⁻	41
Tabulka 11: Ukazatel P _{celk}	42
Tabulka 12: Ukazatel AOX	43
Tabulka 14: Počet překročení vybraných limitů indikátorů znečištění sedimentů	45
Tabulka 15: Počet překročení limitních hodnot vyhlášky č. 257/2009 Sb., příloha 147	47
Tabulka 16: Počet překročení limitních koncentrací škodlivin v sedimentech dle vyhlášky č. 387/2016 Sb. tabulka 10.3	49
Tabulka 17: Výsledky ekotoxikologických testů dle vyhlášky č. 387/2016 Sb., přílohy 10, tabulky č. 10.2	50
Tabulka 18: Vyluhovatelnost vybraných vzorků sedimentů	51
Tabulka 19: Souhrn výsledků rozborů sedimentu vodního toku Bílina ř.km 46,54 – 56,06. (Dekonta, 2011)	68
Tabulka 20: Souhrn výsledků rozborů sedimentu vodního toku Bílina ř.km 0,118 – 1,050. (Dekonta, 2017)	68
Tabulka 21: Výsledky rozborů sedimentu vodního toku Bílina ř.km 0,118 – 1,050, porovnání s tabulkou 10.3 vyhlášky č. 387/2016 Sb., příloha 10 (Dekonta, 2017)	69

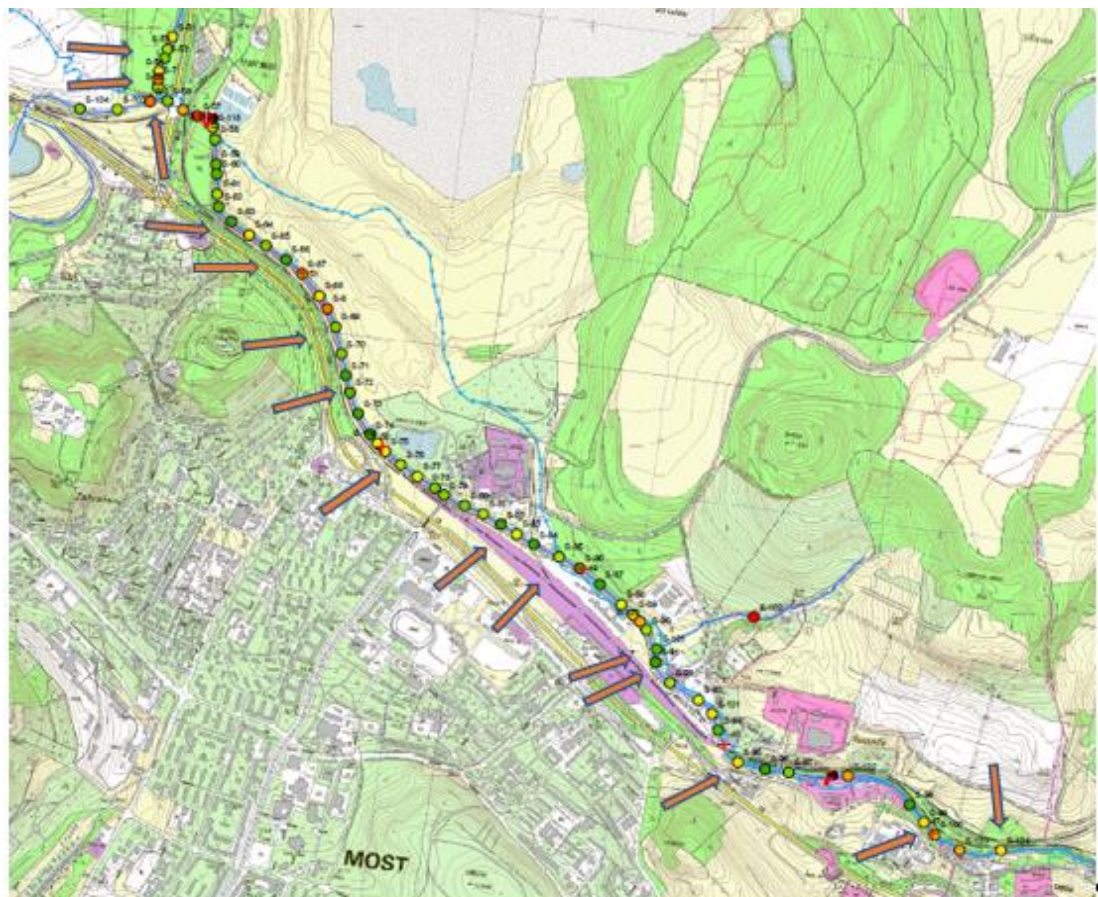
Tabulka 22: Výsledky analýz sedimentu vodního toku Bílin ř.km 46,54 – 56,06, porovnání s tabulkou 10.3 vyhlášky č. 387/2016 Sb., příloha 10 (Dekonta, 2011)... 69

Přílohy

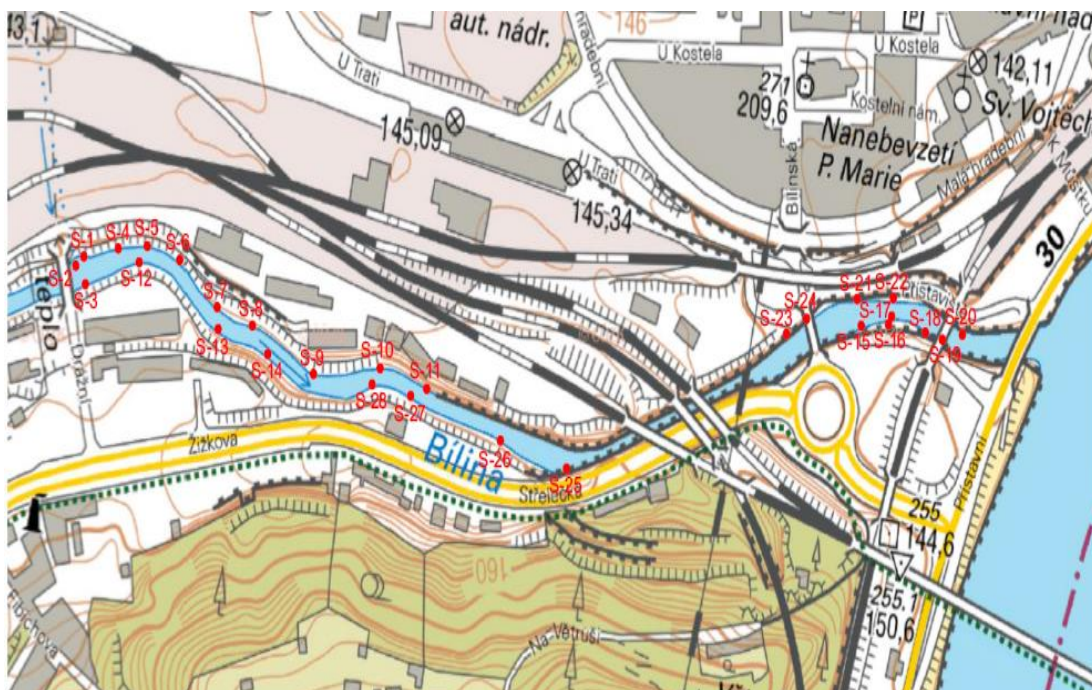
Obrázek 18: Úsek ř.km 46,54–56,06 - schéma odběrných míst – I. část (Dekonta, 2011)



Obrázek 19: Úsek ř.km 46,54–56,06 - schéma odběrných míst – II. část (Dekonta, 2011)



Obrázek 20: Úsek ř.km 0,118 –1,050 – schéma odběrných míst (Dekonta, 2017)



Tabulka 19: Souhrn výsledků rozborů sedimentu vodního toku Bílina ř.km 46,54 – 56,06. (Dekonta, 2011)

Matrice		Sediment																													
Parametr	jednotky	Indikátory znečištění ostatní plochy	Limit dle vyhl. 257/2009	S-9	S-16	S-25	S-33	S-43	S-52	S-55	S-57	S-63	S-66	S-69	S-72	S-76	S-79	S-82	S-85	S-87	S-91	S-95	S-100	S-101	S-103	S-105	S-108	S-110	S-112	S-116	S-124
As	mg/kg suš.		30	8	3,4	7	1,8	1,5	11,2	8,4	38,4	0,7	1,6	62,5	3,6	7,4	4,6	1,4	8,5	3	1,5	21,7	6,8	4,3	3,1	29,2	1,3	3,2	61,6	12,8	19,4
Cd	mg/kg suš.	70	1	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	n/a
Cr celkový	mg/kg suš.	0,29*	200	3,4	2,4	5,1	1,8	1,2	14,1	7,9	13,9	0,7	1,2	4,1	3,0	4,9	5,2	5,1	9,4	2,5	3,2	28,8	9,3	9,0	3,1	5,4	0,9	1,9	15,2	8,4	n/a
Ni	mg/kg suš.	1500	80	4,8	3,7	9,8	3,1	2,0	10,5	8,5	12,7	1,5	1,8	6,3	4,4	9,3	8,3	3,9	14,6	4,2	3,4	26,8	11,2	9,4	3,9	10,8	0,9	2,9	17,2	11,0	n/a
Pb	mg/kg suš.	400	100	12,2	2,6	6,0	2,1	1,2	8,9	5,6	19,6	0,7	3,7	3,6	2,6	4,7	4,7	2,2	10,8	3,0	3,8	26,2	11,2	7,9	3,6	6,2	1,0	2,1	38,0	9,2	n/a
V	mg/kg suš.	390	180	5,3	10,6	38,2	5,3	8,9	28,5	29,5	35,5	5,4	8,6	38,0	16,6	38,4	25,3	9,7	47,1	5,6	9,9	78,0	33,6	14,1	5,2	36,6	1,2	2,4	30,4	13,2	n/a
Zn	mg/kg suš.	23 000	300																												
Cu	mg/kg suš.	3 100	100																												
Be	mg/kg suš.	160	5	0,4	0,2	0,4	0,1	0,1	0,5	0,6	1,2	0,0	0,1	2,7	0,2	0,4	0,3	0,1	0,5	0,1	0,1	1,0	0,4	0,4	0,1	0,4	0,0	0,2	1,8	1,1	n/a
Hg	mg/kg suš.	10	0,8	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	n/a
∑ DDT	mg/kg suš.	1,7	0,1																												
∑ 12 PAU	mg/kg suš.		6	0,369	0,364	6,919	0,255	0,094	0,673	0,444	3,488	0,039	0,070	0,149	0,158	0,410	0,403	0,124	1,755	0,204	0,160	3,226	1,133	0,290	0,153	0,933	0,028	2,232	5,720	0,426	2,898
∑ 7 PCB	mg/kg suš.		0,2	0,0125	0,0177	0,0226	0	0	0	0,0341	0	0	0,0256	0,0519	0,0780	0,0991	0	0	0,1378	0	0,0131	0,1478	0,0833	0	0	0	0	0	0	0	n/a
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg suš.	500	300	254,0	16,0	195,0	23,9	11,9	99,9	95,0	1 153,0	3,9	7,5	51,5	30,8	95,6	52,6	8,7	133,0	14,2	15,8	234,0	108,0	40,0	101,0	91,5	2,3	32,8	104,0	18,2	294,0
Kyanidy celkové	mg/kg suš.	22		0,01537	0,07000	0,09590	0,02377	0,03151	0,14250	0,11502	0,39406	0,01845	0,03890	0,13970	0,09309	0,12323	0,13056	0,02790	0,20806	0,03968	0,03515	0,34944	0,14325	0,20661	0,10260	0,31871	0,02170	0,03082	0,07011	0,05330	n/a
TOC	mg/kg suš.	n/a	n/a	0,407	0,062	0,610	0,101	0,061	0,652	0,568	2,403	0,034	0,062	0,283	0,153	0,480	0,393	0,037	0,949	0,407	0,110	1,761	0,539	0,658	0,455	0,691	0,028	0,392	2,328	0,387	n/a

* Cr^{VI}

Tabulka 20: Souhrn výsledků rozborů sedimentu vodního toku Bílina ř.km 0,118 – 1,050. (Dekonta, 2017)

Matrice		Sediment																															
Parametr	jednotky	Indikátory znečištění ostatní plochy	Limit dle vyhl. 257/2009	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28		
As	mg/kg suš.	0,61	30	32	20,4	44,6	18,5	45,9	52,4	92,8	24,8	14,3	53,4	51,2	82,6	32,7	25,0	61,4	68,5	81,3	12,6	69,7	60,6	58,5	55,4	63,3	25,5	72,3	55,9	41,6	7,53		
Cd	mg/kg suš.	70	1	0,68	0,91	0,94	0,62	3,27	1,15	1,64	0,89	<0,40	1,28	1,39	0,90	1,47	0,80	2,47	2,81	1,54	<0,40	0,62	1,1	2,70	2,51	2,78	0,76	1,50	1,47	0,86	<0,40		
Cr celkový	mg/kg suš.	0,29*	200	48,3	31,5	23,8	40,6	59	25,8	56	44,6	54,6	48,1	46,7	34,8	49,1	45	57,1	64,7	56,7	19,8	42,4	35,4	62,4	435	62,7	63,8	39,7	47,8	27,1	41,1		
Ni	mg/kg suš.	1500	80	32,4	49,6	29,7	31,2	82,6	30,3	49,0	49,9	55,4	53,6	54,6	36,9	42,0	53,6	73,6	82,3	59,6	22,2	49,9	41,3	73,5	75,1	77,6	51,6	46,2	45,8	33,7	33,8		
Pb	mg/kg suš.	400	100	62,8	359	14,4	21,0	98,1	668	115	31,6	24,4	63,6	60,3	58,6	21,9	71,7	64,8	68,8	127	14,3	111	64,7	66,2	73,8	70,8	73,4	87,2	131	31,5	18,8		
V	mg/kg suš.	390	180	50,4	65,3	39,6	56,5	76,6	52,4	96,6	101	92,1	98,9	92,5	70,8	66,5	84,4	247	256	103	48,0	80,8	75,9	185	183	174	93,2	76,0	102	55,0	58,4		
Zn	mg/kg suš.	23 000	300	125	468	346	91,4	271	212	455	289	125	316	318	207	156	187	512	532	358	107,0	137	213,0	514	477	576	244	332	271	194	84,6		
Cu	mg/kg suš.	3 100	100	33,7	36,5	13,5	21,8	78,2	28,6	80,0	50,1	47,0	65,3	79,1	36,3	40,1	57,2	123	129	65,6	19,6	44,6	39,6	113	107	114	54,5	50,9	71,8	29,0	23,5		
Hg	mg/kg suš.	10	0,8	2,07	0,255	<0,050	0,098	9,63	0,467	4,29	0,986	0,295	1,08	1,42	0,427	0,082	0,564	1,75	1,70	1,52	0,5	0,187	1,0	2,56	1,69	1,93	0,460	1,44	1,44	1,11	0,069		
∑ DDD	mg/kg suš.	2		19,2	<0,05	<0,05	0,12	1,02	0,88	1,36	0,101	0,13	0,26	1,10	5,55	0,06	0,17	0,24	0,36	9,33	0,1	0,09	3,6	0,10	0,21	0,17	0,41	6,72	0,10	1,34	0,08		
∑ DDT	mg/kg suš.	1,7	0,1	0,88	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,06	0,17	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,69	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,28	<0,05	0,152	<0,05
∑ 12 PAU	mg/kg suš.		6	18,7	2,78	<0,05					3,28			2,23			0,84				2,5						2,31						
∑ 7 PCB	mg/kg suš.	0,22	0,2	0,055	<0,03	<0,03					<0,03		<0,03	0,946			0,398						<0,03					0,039					
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg suš.	500	300		<100	<100					216			382			<100				135,0		179,0					957					
TOC	mg/kg suš.			41 520																													

* Cr^{VI}

Tabulka 21: Výsledky rozborů sedimentu vodního toku Bílina ř.km 0,118 – 1,050, porovnání s tabulkou 10.3 vyhlášky č. 387/2016 Sb., příloha 10 (Dekonta, 2017)

Matrice		sediment																												
Parametr	jednotky	limit dle 387/2016 tab. 10.3	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28
As	mg/kg suš.	30	32	20,4	44,6	18,5	45,9	52,4	92,8	24,8	14,3	53,4	51,2	82,6	32,7	25,0	61,4	68,5	81,3	12,6	69,7	60,6	58,5	55,4	63,3	25,5	72,3	55,9	41,6	7,53
Cd	mg/kg suš.	2,5	0,68	0,91	0,94	0,62	3,27	1,15	1,64	0,89	<0,40	1,28	1,39	0,90	1,47	0,80	2,47	2,81	1,54	<0,40	0,62	1,1	2,70	2,51	2,78	0,76	1,50	1,47	0,86	<0,40
Cr celkový	mg/kg suš.	200	48,3	31,5	23,8	40,6	59	25,8	56	44,6	54,6	48,1	46,7	34,8	49,1	45	57,1	64,7	56,7	19,8	42,4	35,4	62,4	435	62,7	63,8	39,7	47,8	27,1	41,1
Ni	mg/kg suš.	80	32,4	49,6	29,7	31,2	82,6	30,3	49,0	49,9	55,4	53,6	54,6	36,9	42,0	53,6	73,6	82,3	59,6	22,2	49,9	41,3	73,5	75,1	77,6	51,6	46,2	45,8	33,7	33,8
Pb	mg/kg suš.	100	62,8	359	14,4	21,0	98,1	668	115	31,6	24,4	63,6	60,3	58,6	21,9	71,7	64,8	68,8	127	14,3	111	64,7	66,2	73,8	70,8	73,4	87,2	131	31,5	18,8
V	mg/kg suš.	180	50,4	65,3	39,6	56,5	76,6	52,4	96,6	101	92,1	98,9	92,5	70,8	66,5	84,4	247	256	103,0	48,0	80,8	75,9	185	183	174	93,2	76,0	102	55,0	58,4
Zn	mg/kg suš.	600	125	468	346	91,4	271	212	455	289	125	316	318	207	156	187	512	532	358	107,0	137	213,0	514	477	576	244	332	271	194	84,6
Cu	mg/kg suš.	100	33,7	36,5	13,5	21,8	78,2	28,6	80,0	50,1	47,0	65,3	79,1	36,3	40,1	57,2	123	129	65,6	19,6	44,6	39,6	113	107	114	54,5	50,9	71,8	29,0	23,5
Hg	mg/kg suš.	0,8	2,07	0,255	<0,050	0,098	9,63	0,467	4,29	0,986	0,295	1,08	1,42	0,427	0,082	0,564	1,75	1,70	1,52	0,5	0,187	1,0	2,56	1,69	1,93	0,460	1,44	1,44	1,11	0,069
∑ HCH	mg/kg suš.		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
∑ DDE	mg/kg suš.		0,43	<0,05	<0,05	<0,05	0,37	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,17	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	<0,05	0,08	<0,05
∑ DDD	mg/kg suš.		19,2	<0,05	<0,05	0,12	1,02	0,88	1,36	0,101	0,13	0,26	1,10	5,55	0,06	0,17	0,24	0,36	9,33	0,1	0,09	3,6	0,10	0,21	0,17	0,41	6,72	0,10	1,34	0,08
∑ DDT	mg/kg suš.		0,88	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,06	0,17	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,69	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,28	<0,05	0,152	<0,05
∑ 12 PAU	mg/kg suš.	6	18,7	2,78	<0,05					3,28			2,23			0,84				2,5		12,2					2,31			
∑ 7 PCB	mg/kg suš.	0,2	0,055	<0,03	<0,03					<0,03		<0,03	0,946			0,398						<0,03					0,039			
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg suš.	300		<100	<100					216			382			<100				135,0							957			
TOC	mg/kg suš.		41 520													18450														

Tabulka 22: Výsledky analýz sedimentu vodního toku Bílina ř.km 46,54 – 56,06, porovnání s tabulkou 10.3 vyhlášky č. 387/2016 Sb., příloha 10 (Dekonta, 2011)

Matrice		sediment																												
Parametr	jednotky	limit dle 387/2016 Sb. tab. 10.3	S-9	S-16	S-25	S-33	S-43	S-52	S-55	S-57	S-63	S-66	S-69	S-72	S-76	S-79	S-82	S-85	S-87	S-91	S-95	S-100	S-101	S-103	S-105	S-108	S-110	S-112	S-116	S-124
As	mg/kg suš.	30	8	3,4	7	1,8	1,5	11,2	8,4	38,4	0,7	1,6	62,5	3,6	7,4	4,6	1,4	8,5	3	1,5	21,7	6,8	4,3	3,1	29,2	1,3	3,2	61,6	12,8	19,4
Cd	mg/kg suš.	2,5	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	n/a
Cr celkový	mg/kg suš.	200	3,4	2,4	5,1	1,8	1,2	14,1	7,9	13,9	0,7	1,2	4,1	3,0	4,9	5,2	5,1	9,4	2,5	3,2	28,8	9,3	9,0	3,1	5,4	0,9	1,9	15,2	8,4	n/a
Ni	mg/kg suš.	80	4,8	3,7	9,8	3,1	2,0	10,5	8,5	12,7	1,5	1,8	6,3	4,4	9,3	8,3	3,9	14,6	4,2	3,4	26,8	11,2	9,4	3,9	10,8	0,9	2,9	17,2	11,0	n/a
Pb	mg/kg suš.	100	12,2	2,6	6,0	2,1	1,2	8,9	5,6	19,6	0,7	3,7	3,6	2,6	4,7	4,7	2,2	10,8	3,0	3,8	26,2	11,2	7,9	3,6	6,2	1,0	2,1	38,0	9,2	n/a
V	mg/kg suš.	180	5,3	10,6	38,2	5,3	8,9	28,5	29,5	35,5	5,4	8,6	38,0	16,6	38,4	25,3	9,7	47,1	5,6	9,9	78,0	33,6	14,1	5,2	36,6	1,2	2,4	30,4	13,2	n/a
Zn	mg/kg suš.	600																												
Cu	mg/kg suš.	100																												
Be	mg/kg suš.	5	0,4	0,2	0,4	0,1	0,1	0,5	0,6	1,2	0,0	0,1	2,7	0,2	0,4	0,3	0,1	0,5	0,1	0,1	1,0	0,4	0,4	0,1	0,4	0,0	0,2	1,8	1,1	n/a
Hg	mg/kg suš.	0,8	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	n/a
∑ 12 PAU	mg/kg suš.	6	0,369	0,364	6,919	0,255	0,094	0,673	0,444	3,488	0,039	0,070	0,149	0,158	0,410	0,403	0,124	1,755	0,204	0,160	3,226	1,133	0,290	0,153	0,933	0,028	2,232	5,720	0,426	2,898
∑ 7 PCB	mg/kg suš.	0,2	0,0125	0,0177	0,0226	0	0	0	0,0341	0	0	0,0256	0,0519	0,0780	0,0991	0	0	0,1378	0	0,0131	0,1478	0,0833	0	0	0	0	0	0	0	n/a
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg suš.	300	254,0	16,0	195,0	23,9	11,9	99,9	95,0	1 153,0	3,9	7,5	51,5	30,8	95,6	52,6	8,7	133,0	14,2	15,8	234,0	108,0	40,0	101,0	91,5	2,3	32,8	104,0	18,2	294,0
Kyanidy celkové	mg/kg suš.		0,01537	0,07000	0,09590	0,02377	0,03151	0,14250	0,11502	0,39406	0,01845	0,03890	0,13970	0,09309	0,12323	0,13056	0,02790	0,20806	0,03968	0,03515	0,34944	0,14325	0,20661	0,10260	0,31871	0,02170	0,03082	0,07011	0,05330	n/a
TOC	mg/kg suš.	n/a	0,407	0,062	0,610	0,101	0,061	0,652	0,568	2,403	0,034	0,062	0,283	0,153	0,480	0,393	0,037	0,949	0,407	0,110	1,761	0,539	0,658	0,455	0,691	0,028	0,392	2,328	0,387	n/a

