

Návrh vhodných bezpečnostních opatření při provozování čistírny odpadních vod

Bc. Jiří Urban

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří Urban**
Osobní číslo: **L20700**
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**
Specializace: **Rizikové inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Návrh vhodných bezpečnostních opatření při provozování čistírny odpadních vod**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši vztahující se k problematice diplomové práce.
2. Charakterizujte současný stav provozování čistírny odpadních vod v obci Přemyslovice.
3. Identifikujte rizika příslušné čistírny odpadních vod s využitím odpovídajících metod.
4. Navrhněte vhodná bezpečnostní opatření ke snížení identifikovaných rizik.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. KROČOVÁ, Šárka. *Rizika provozování vodárenských a kanalizačních systémů*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014. ISBN 978-80-7385-147-7.
 2. BÁBÍČEK, Richard a kol. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. 3. aktualizované vydání. Líbeznice: Medim, 2018. ISBN 978-80-87140-55-0.
 3. AVEN, Terje. *Risk analysis*. 2nd Edition. Chichester: Wiley, 2015. ISBN 978-1-119-05779-6.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Veselík, Ph.D.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2022**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 1. prosince 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 5.8.2022

Jméno a příjmení studenta: Bc. Jiří Urban

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhy vhodných bezpečnostních opatření při provozování čistírny odpadních vod v obci Přemyslovice. Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou vymezeny základní pojmy související s odpadní vodou, legislativou pro provoz hloubkové kanalizace, bezpečností a ochranou zdraví při práci a požární ochranou. Dále je zde popsána samotná technologie, která se týká odvádění odpadních vod z území s jejím následným čištěním na čistírně a problematika řízení rizik. Praktická část je rozdělena na analyticko-empirickou část a aplikační část. V analyticko-empirické části je charakterizován celý systém „*Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – čistírna odpadních vod a stoková síť*“ a identifikována a analyzována rizika při jejím provozu s využitím vybraných metod rizikového inženýrství. V aplikační části je pak popsán návrh postupu implementace vhodných bezpečnostních opatření ke snížení identifikovaných rizik.

Klíčová slova: odpadní voda, analýza rizik, hloubková kanalizace, čistírna odpadních vod

ABSTRACT

The diploma thesis deals with proposals for appropriate safety measures in the operation of a wastewater treatment plant in the village of Přemyslovice. The work is divided into a theoretical and a practical part. In the theoretical part, basic terms related to waste water, legislation for the operation of deep sewerage, safety and health protection at work and fire protection are defined. Furthermore, the technology itself is described here, which refers to the removal of wastewater from the territory with its subsequent cleaning at the treatment plant and the issue of risk management. The practical part is divided into an analytical-empirical part and an application part. In the analytical-empirical part, the entire system "*Agglomeration of Budětsko, Přemyslovice - wastewater treatment plant and sewage network*" is characterized and risks during its operation are identified and analyzed using selected methods of risk engineering. In the application part, a proposal for the implementation of appropriate security measures to reduce the identified risks is described.

Keywords: wastewater, risk analysis, deep sewerage, wastewater treatment plant

Na tomto místě chci poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Veselíkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, věcné rady a připomínky při tvorbě této diplomové práce. Poděkování patří i rodině za podporu a motivaci v celém průběhu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	12
1.1 ODPADNÍ VODA	12
1.2 HISTORIE ODVÁDĚNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	15
1.3 VÝZNAM KANALIZACE PRO ŽIVOT ČLOVĚKA	17
2 LEGISLATIVNÍ STRÁNKA	20
2.1 PROVOZOVÁNÍ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD	20
2.2 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	22
2.3 POŽÁRNÍ OCHRANA	25
3 TECHNOLOGIE ODVÁDĚNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	27
3.1 STOKOVÁ SOUSTAVA.....	27
3.2 ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD.....	29
3.3 UKAZATELE ZNEČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	32
4 ŘÍZENÍ RIZIK	35
4.1 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE	35
4.2 NORMA ISO 31000:2018	37
4.3 METODY ANALÝZY RIZIK	39
ZÁVĚREČNÁ KAPITOLA TEORETICKÉ ČÁSTI	42
II PRAKTICKÁ ČÁST	43
5 ANALYTICKO – EMPIRICKÁ ČÁST	44
5.1 POPIS A CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉHO STAVU.....	44
5.1.1 Hlavní ukazatele.....	44
5.1.2 Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – ČOV a stoková síť	46
5.1.3 Čistírna odpadních vod	47
5.1.4 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci a požární ochrana	54
5.2 IDENTIFIKACE A ANALÝZA RIZIK ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD.....	56
5.2.1 Aplikace metod rizikového inženýrství	56
5.2.2 Zhodnocení analyticko-empirické části	72
6 APLIKAČNÍ ČÁST	73
6.1 IMPLEMENTACE BEZPEČNOSTNÍCH OPATŘENÍ.....	73
6.1.1 Snížení technologických rizik	73
6.1.2 Snížení společenských a přírodních rizik.....	77
6.1.3 Zvýšení bezpečnosti obsluhy čistírny odpadních vod.....	80

6.2	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ.....	81
6.2.1	Zhodnocení opatření technologického charakteru	82
6.2.2	Zhodnocení opatření společenského a přírodního charakteru.....	83
6.2.3	Zhodnocení opatření bezpečnosti obsluhy čistírny odpadních vod	84
6.2.4	Rozpočet s časovým harmonogramem.....	85
ZÁVĚR		88
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		89
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		93
SEZNAM OBRÁZKŮ		95
SEZNAM TABULEK.....		96
SEZNAM PŘÍLOH.....		97

ÚVOD

Voda je jednou z nejdůležitějších potřeb existence života na Zemi a zaujímá hned po kyslíku druhou nepostradatelnou surovinu nezbytnou pro život člověka. Každodenně potřebuje člověk tuto jedinečnou surovinu k pití, vaření, osobní hygieně a dalším účelům. Je však na místě si uvědomit, že pitná voda po použití již mění své vlastnosti, sniží se její kvalita a stává se vodou odpadní, která do volné přírody rozhodně nepatří. Je bezpodmínečně nutné, tuto vodu vyčistit a v co nejvyšší kvalitě ji vrátit zpět do vodního toku, aby mohla být dále využita faunou a florou a celým vodním koloběhem.

Výstavba hloubkové kanalizace a čistírny odpadních vod v rámci projektu „*Aglomerace Budětsko, Přemyslovce – čistírna odpadních vod a stoková síť*“ probíhala v letech 2011–2014. Toto téma jsem si vybral i s ohledem na, že jsem zaměstnancem obce Přemyslovice a mám přístup k interním informacím. Nebyl jsem zde tedy přítomen od samotného začátku, tedy stavebních prací, ale až od roku 2014, kdy docházelo k dostavbě čistírny odpadních vod, asfaltování komunikací a zahájení zkušebního provozu jedné čistící linky v souvislosti s napojením prvních nemovitostí. Tato práce navazuje na moji bakalářskou práci, kde jsem se zabýval možnými riziky zásobování obyvatel obce Přemyslovice pitnou vodou, kde byla řešena doprava vody do obce a její samotný rozvod veřejnou vodovodní sítí.

V teoretické části je zpracována literární rešerše a je důležitá pro pochopení celé této příslušné problematiky. Praktická část v analyticko-empirickém oddílu řeší popis a charakteristiku současného stavu celého komplexního systému „*Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – čistírna odpadních vod a stoková síť*“, tedy jak hloubkové kanalizace, tak i čistírny odpadních vod. Vzhledem k tomu, že se jedná o rozsáhlý a složitý systém, tak identifikace a analýza rizik s použitím vybraných metod rizikového inženýrství je provedena pouze pro samotný objekt čistírny v Přemyslovicích. Na základně zjištěných rizik jsou zde dále navržena možná bezpečnostní opatření za účelem snížení identifikovaných rizik.

Aplikační část řeší návrh implementace vhodných bezpečnostních opatření za účelem snížení technologických, společenských a přírodních rizik a zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnance obce Přemyslovice při práci na čistírně odpadních vod. Na závěr pak jsou zhodnocena jednotlivá navržená opatření společně s rozpočtem a časovým harmonogramem jejich zavádění.

CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Cílem diplomové práce je navržení vhodných bezpečnostních opatření za účelem snížení identifikovaných rizik při provozování čistírny odpadních vod v obci Přemyslovice. Na základě aktuálně zjištěného stavu budou identifikována rizika na objektu čistírny odpadních vod s použitím vybraných metod rizikového inženýrství Brainstorming, What if analýza, FMEA, FTA a PNH.

Brainstorming bude použit v analyticko-empirické části k identifikaci příslušných rizik v rámci celého objektu čistírny odpadních vod. Budou zde rozdělena rizika na technologická, společenská, přírodní a rizika bezpečnosti a ochrany zdraví obsluhy při práci. Rizika technologická souvisejí s použitou technologií, rizika společenská souvisejí s lidským činitelem, rizika přírodní souvisejí s přírodními vlivy a rizika bezpečnosti a ochrany obsluhy při práci se týkají zaměstnance obce Přemyslovice na čistírně odpadních vod.

What-If analýza bude použita v analyticko-empirické části k identifikaci technologických rizik na čistírně odpadních vod.

FMEA bude použita na vybrané technologické riziko v analyticko-empirické části na čistírně odpadních vod.

Dále bude FMEA využita v analyticko-empirické části k identifikaci přírodních a společenských rizik na čistírně odpadních vod.

FTA bude použita v analyticko-empirické části pro nejzávažnější riziko získané metodou FMEA a PNH na čistírně odpadních vod.

Metoda PNH bude použita v analyticko-empirické části k identifikaci rizik bezpečnosti a ochrany zdraví při práci zaměstnance na čistírně odpadních vod.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Voda patří mezi nejdůležitější potřeby existence člověka, jeho život je s ní neoddělitelně spojený. Na pomyslném prvním místě existence života na Zemi je kyslík, který je hned na místě druhém následován vodou. Každý den potřebuje člověk tuto nepostradatelnou surovinu potřebnou k životu. I samotné tělo je z velké části tvořeno vodou, která má za úkol zabezpečit životní děje a biochemické reakce, které jsou nutné pro přežití. Vodu lidé denně využívají k pití, vaření, hygienickým účelům, průmyslové a zemědělské výrobě, výrobě elektrické energie a k dalším účelům. Kromě tohoto je tato surovina nezbytná pro faunu i floru. Lidé si musí být vědomi toho, pokud to jen trochu možné je, aby vyčištěnou vodu vrátili zpět do přírody (Tomek, 2014).

1.1 Odpadní voda

Pojem odpadní voda je definován v zákoně č. 254/2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) následovně: *„Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních.“* (Česko, 2001 a).

Druhy odpadních vod

Dle Šenkapoulová (2018) lze odpadní vody rozdělit do následujících kategorií:

- splaškové (domovní) odpadní vody,
- průmyslové odpadní vody,
- srážkové (dešťové) vody,
- odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby,
- vody infekční,
- balastní vody,
- ostatní odpadní vody.

Splaškové (domovní) odpadní vody – jedná se o vody, které jsou odváděné z kuchyní, prádelen, umyvadel, koupelen, záchodů a dalších obdobných zařízení. Jejich původ je v následujících objektech: obytné zástavby, zařízení sloužící občanské vybavenosti, hygienická zařízení ve výrobních průmyslových a zemědělských podnicích a další.

Průmyslové odpadní vody – jedná se o odpadní vody, které vznikají v důsledku průmyslové činnosti nebo v jiném komerčním odvětví. Mají původ ve výrobních procesech jako tzv. vody technologické nebo chladicí. Jsou charakterizovány rozdílnou a proměnlivou kvalitou a kolísajícím množstvím, které závisí na charakteru a používané technologii výroby, kterým může být následující průmysl: potravinářský, kovoprůmysl, textilní, chemický a jiné.

Srážkové (dešťové) vody – jedná se o odpadní vody mající svůj původ v atmosférických srážkách, dále pak v tání sněhu a ledu. Tyto odpadní vody pronikají do stokových sítí ze střech objektů, různých zpevněných a nezpevněných ploch pomocí domovních přípojek a uličních vpustí. Množství těchto vod ve stokových sítích se odvíjí od intenzity a délce trvání deště, dále pak na velikosti, sklonu a charakteru příslušného území, které je odvodňováno.

Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby – jedná se o odpadní vody, které mají svůj původ především v provozech zemědělské živočišné výroby. Jsou to to oplachové vody z mléčnic, připraven krmiva a další vody, které jsou specifické významným obsahem dusíku, často také fosforu a draslíku – splachy z hnoje.

Vody infekční – jedná se o odpadní vody vznikající na infekčních odděleních nemocnic, sanatorií a léčeben, dále pak v provozech, kde se vyrábí očkovací sérum, v mikrobiologických laboratořích, kafileriích a řadě dalších provozů. Je v nich obsažen velký podíl choroboplodných zárodků, které mohou mít za následek infekce a epidemie, a proto musí být před vypuštěním do kanalizace hygienicky zabezpečeny (např. dezinfekce sterilizací).

Balastní vody – jedná se o infiltrované vody zpravidla podzemní nebo pramenité. Tyto vody jsou ve stokové síti nežádoucí, protože způsobují navýšení bilančního průtoku odpadních vod čistírnou a negativně ochlazují proces biologického čištění. Balastní vody představují velký problém především u starších nekvalitních kanalizací.

Ostatní odpadní vody – jedná se o vody odpadní, které mají jiný původ než v případě předchozích uvedených zdrojů a bývají zpravidla spojeny s nějakou neočekávanou mimořádnou událostí.

Cíle udržitelné rozvoje

Problematika vypouštění a čištění odpadních vod v rámci celosvětového měřítká je natolik důležitá, že byla Organizací spojených národů (dále OSN) zařazena mezi 17 Cílů udržitelného rozvoje.

Jedná se o 17 cílů, které představují program rozvoje na následujících 15 let, tedy na roky 2015–2030 a navazují na velmi úspěšnou agendu Rozvojových cílů tisíciletí. Tyto cíle jsou výstupem tříletého procesu vyjednávání, který byl zahájen na Konferenci OSN na téma udržitelného rozvoje již v roce 2012 v Riu de Janeiro. Na definování 17 cílů participovaly všechny členské státy OSN, dále zástupci z řad občanské společnosti, podnikatelského sektoru, akademičtí pracovníci i obyvatelé ze všech kontinentů světa. Agendu udržitelného rozvoje oficiálně schválili účastníci na summitu OSN, který se konal 25. září v New Yorku, a to prostřednictvím dokumentu nazvaného „Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (Přeměna našeho světa: Agenda pro udržitelný rozvoj 2030)“, jehož součástí jsou právě i Cíle udržitelného rozvoje (OSN, 2022).

Jeden z těchto cílů, a to v pořadí na 6. místě, se týká právě problematiky pitné vody a kanalizace a nese název „Zajistit všem dostupnost vody a sanitačních zařízení a udržitelné hospodaření s nimi“.



Obrázek 1 Cíle udržitelného rozvoje (OSN, ©2022)

Na obrázku 1 je graficky znázorněno všech 17 Cílů udržitelného rozvoje, kde na prvním místě je uveden konec chudoby, dále následují témata týkající se hladu, zdraví a kvalitního života, kvalitního vzdělání a rovnosti mužů a žen, po kterých následuje dalších 12 cílů.

V cíli pitná voda a kanalizace je uvedeno, že do roku 2030 je nutné zajistit univerzální a rovný přístup k bezpečné a cenově dostupné pitné vodě pro všechny, zajistit spravedlivě

všem adekvátní sanitální a hygienická zařízení a skoncovat s vylučováním na volných prostranstvích, se zvláštním ohledem na potřeby žen, dívek a lidí v těžké situaci.

Do roku 2030 je nutné zlepšit kvalitu vody snížením jejího znečišťování, zamezením vyhazování odpadů do vody a minimalizací vypouštění nebezpečných chemických látek do vody, snížit na polovinu podíl znečištěných odpadních vod a podstatně zvýšit recyklaci a bezpečné opětovné využívání vody v celosvětovém měřítku (OSN, 2022).

1.2 Historie odvádění a čištění odpadních vod

Úplně prvním krokem v oblasti, které se týkaly nakládání s odpadními vodami v historii lidstva, bylo to, že došlo k uvědomění souvislosti mezi vodou odpadní a možného šíření epidemií. Díky tomu došlo k prvním pokusům odvést odpadní vodu do povrchových vod, mezi které patří řeky, rybníky a moře. Jako zdroje pitné vody sloužily zejména studny, proto byla nejjednodušší varianta vypouštění odpadních vod do těch povrchových jako nejvhodnější řešení. Tímto se problematika týkající se odpadních vod přesunula z měst právě do potoků, řek a moří. Z historického hlediska jsou dochovány důkazy o propracovaném odvádění odpadních vod z velkých sídel ve Střední Americe, Středomoří nebo Asii.

Mezi první sociální zařízení na našem území, které byly dochovány do dnešních dob, patřily tzv. prevéty (viz obrázek 2). Jednalo se o suchý záchod k odvádění fekálií na hradech, který byl umístěn tak, aby z něj odpadní vody vytékaly na hradby za účelem ztížit nepříteli dobýt hrad (Sojka, 2013).



Obrázek 2 Prevéta (Koudelková, ©2022)

V měšťanských domech byly fekálie soustřeďovány do nádob, které se poté vylévaly z oken rovnou na ulici. Od 13. století se pak ve městech začaly objevovat odpadní jímky, které sloužily pro uchování všech odpadů z domácností. Jednalo se o jámy, které byly umístěny v zadní části dvora, které měly dřevěné podlahu proti průsaku do země a byla zde také položena vrstva jílu. V této době bylo konání potřeby na veřejnosti zcela běžné.

Počínaje 15. stoletím se stal záchod součástí budovy, který byl umístěn na pavlači nebo na schodišti. Odpad byl odváděn buď po dřevěných skluzech do jímky nebo samospádem přímo do vodoteče. Odpad z jímek byl poté vyvážen v dřevěných sudech za město. Odpaní voda se z části vsakovala do země a v případě teplého počasí docházelo k částečnému vypařování. Toto mělo za následek šíření epidemií. Úmrtnost, která byla způsobena používáním nekvalitní vody, které byly znečištěny blízkými žumpami, byla v Praze na konci 18. století velmi vysoká.

Koncem 19. století se technická vybavenost Království českého odrážela podle osídlení struktury obyvatel, vodovody a kanalizace se stavěly jen pro měšťanské domy. Největší rozvoj v oblasti čistírenství byl v 19. století zaznamenán v zemích, kde docházelo k rozvoji průmyslu a zvyšování množství obyvatel, tedy v Anglii a Americe. V důsledku epidemie cholery v Londýně v 60. letech 19. století musely být kladeny vyšší nároky na kvalitu povrchové i podzemní vody.

Za obrovský zlom v historii čištění odpadních je možné považovat objevení principu biologického čištění aktivovaným kalem. Tento systém byl objeven pány Lockettem, Ardenrem a Fowlerem v roce 1914. Bohužel však tito pánové tento nový systém nezaregistrovali a tohoto právě využila firma Activated Sludge Co. Ltd., která díky svoji registraci bránila využívání tohoto patentu mimo Anglii až do začátku 2. světové války.

Na evropském kontinentě se výstavba stok a čistíren odpadních vod (dále ČOV) nejvíce probíhala v Německu. Samozřejmě realizace kanalizačních systémů probíhala i v naší zemi, konkrétně nejvíce v Praze. Výstavba hlavních částí páteřní kanalizace byla zahájena v roce 1897 a v roce 1914 byla již délka stokových sítí úctyhodných 135 300 metrů. V rámci Lindleyova projektu odkanalizování hlavního města byla i stavba ČOV v Bubenci. Stavba byla zahájena 9. září 1901 a uvedena do zkušebního provozu dne 27. června 1906. Díky realizaci tohoto projektu město Praha předběhlo velká sídelní města tehdejšího Rakousko-Uherska (Sojka, 2013).

Vývoj a nové trendy v oblasti čistírenství u nás nekončí ani po druhé světové válce. Na Císařském ostrově v Praze byla postavena v letech 1965–1967 a následně uvedena do provozu největší aktivační čistírna ve střední Evropě. Dalším nezbytným krokem pro rozvoj v oblasti čistírenství bylo vytvoření nové legislativy, tedy přijetí zákona o vodách v roce 1973. V současné době je situace taková, že města v České republice (dále ČR) nad 25 tisíc jsou zásobovány z 96 % z vodovodů, 94 % měst má kanalizaci a 84% vzniklých odpadních vod je čištěno. Úroveň čištění odpadních vod v ČR je v porovnání s některými evropskými zeměmi mnohem vyšší, jedná se o státy jako je Belgie, Itálie, Španělsko, Portugalsko nebo Řecko (Sojka, 2013).

Na obrázku 3 je letecký snímek na ústřední ČOV na Císařském ostrově v Praze, kde vyčištěná odpadní voda je odváděna do Vltavy.



Obrázek 3 Čistírna odpadních vod Praha
(Pražské vodovody a kanalizace, ©2022)

1.3 Význam kanalizace pro život člověka

Význam kanalizačních systémů a procesu čištění odpadních vod ve všech vyspělých zemích světa každoročně výrazně narůstá. Jako hlavní důvod této současné situace je bezesporu udržet nebo zlepšit současný stav životního prostředí a rovněž zlepšit velice často narušený vodní ekosystém v celé řadě zastavěných území. V ČR žije v nemovitostech, které jsou napojeny na hloubkovou kanalizaci, více než 9,2 mil. obyvatel a tento počet se rok od roku zvyšuje (Kročová, 2014).

V tabulce 1 je uveden počet obyvatel trvale bydlících v domech napojených na kanalizaci a množství vypouštěných a čištěných odpadních vod v roce 2020.

Tabulka 1 Počet obyvatel trvale bydlících v domech napojených na kanalizaci a množství vypouštěných a čištěných odpadních vod v roce 2020 (Vodovody a kanalizace ČR, 2020)

Kraj	Obyvatelé trvale bydlící v domech napojených na kanalizaci		Odpadní vody vypouštěné do kanalizace (bez zpoplatněných vod srážkových)	Čištěné odpadní vody bez vod srážkových	
	celkem	podíl	celkem	celkem	podíl
	počet	%	tis. m ³	tis. m ³	%
Hl. město Praha	1 315 061	99,1	77 401	77 401	100,0
Středočeský kraj	1 041 044	74,8	51 705	51 550	99,7
Jihočeský kraj	554 716	86,2	27 014	26 014	96,3
Plzeňský kraj	502 376	85,0	26 149	24 998	95,6
Karlovarský kraj	294 187	100,0	12 486	12 474	99,9
Ústecký kraj	711 603	86,8	29 942	29 283	97,8
Liberecký kraj	327 456	73,9	14 393	14 090	97,9
Královéhradecký kraj	438 902	79,6	20 684	19 774	95,6
Pardubický kraj	391 019	74,7	18 282	18 172	99,4
Kraj Vysočina	444 785	87,2	19 551	17 791	91,0
Jihomoravský kraj	1 086 031	91,0	52 496	51 919	98,9
Olomoucký kraj	544 071	86,1	27 382	26 944	98,4
Zlínský kraj	558 003	96,0	26 849	24 996	93,1
Moravskoslezský kraj	1 001 263	83,6	46 149	43 842	95,0
ČR	9 210 517	86,1	450 483	439 248	97,5

V tabulce 1 jsou uvedeny statistiky, které se týkají odpadních vod, rozděleny podle jednotlivých krajů. První dva sloupce se týkají podílu obyvatel napojených na kanalizaci. V Karlovarském kraji je nevíce napojených obyvatel na kanalizaci, a to všech 100 %. Hned poté následuje hlavní město Praha s celkem 99,1 % napojených obyvatel na kanalizaci. Oproti tomu je nejhorší situace v Libereckém kraji s celkem 73,9 % napojených obyvatel.

Ve druhé části tabulky jsou uvedeny data, které se týkají množství vypouštěných odpadních vod do kanalizace. Prvenství zaujímá hlavní město Praha s celkem 77 401 tis. m³ odpadní vody a je to dáno tím, že zde žije nejvíce obyvatel napojených na kanalizaci z jednotlivých krajů, a to konkrétně 1 315 061. Nejméně odpadní vody, která byla vypuštěna do kanalizace, bylo v Karlovarském kraji, a to celkem 12 486 tis m³. Samozřejmě i toto má přímou souvislost s počtem napojených obyvatel, které v kraji žijí, a to konkrétně 294 187 obyvatel.

Poslední část tabulky se týká množství čištěných odpadních vod bez vod srážkových. Na prvním místě se nachází hlavní město Praha, ve kterém je 100 % vyčištěno a vráceno zpět do přírody. Oproti tomu je nejhorší situace v Kraji Vysočina s podílem 91 % vyčištěné odpadní vody.

Z tabulky 1 je možné konstatovat, že jako ČR jsme na tom v podílu připojených obyvatel na hloubkovou kanalizaci a následně čistírnu odpadních vod velmi dobře. Stejně tak je i velmi vysoký podíl množství čištěných odpadních vod.

Pokud je brána v úvahu statistika počtu obyvatel napojených na kanalizaci a délka kanalizační sítě, je bezesporu důležité podívat se trochu do historie, jak se situace vyvíjela za posledních 30 roků. V tabulce č. 2 je uveden počet obyvatel napojených na kanalizaci v letech 1991, 2001, 2011 a 2015–2020 a průměrná délka kanalizační sítě na 1 obyvatele.

Tabulka 2 Počet obyvatel trvale bydlících v domech napojených na kanalizaci v letech 1991, 2001, 2011 a 2015–2020 a průměrná délka kanalizační sítě na 1 obyvatele (Vodovody a kanalizace ČR, 2020)

Ukazatel	Měrná jednotka	Rok								
		1991	2001	2011	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Obyvatelé (střední stav)	tis. obyv.	10 306	10 287	10 495	10 543	10 565	10 584	10 626	10 669	10 700
Počet obyvatel v domech napojených na kanalizaci	tis. obyv.	6 722	7 706	8 672	8 882	8 944	9 052	9 090	9 120	9 211
Délka kanalizační sítě	km	18 484	22 253	41 911	45 884	47 141	48 491	48 756	49 149	49 680
Délka kanalizační sítě připadající na 1 napojeného obyvatele	m	2,75	2,89	4,83	5,17	5,27	5,36	5,36	5,39	5,39

V tabulce 2 je znázorněno, v jak velké míře došlo k rozšíření počtu napojených obyvatel na hloubkovou kanalizaci od roku 1991 do roku 2020. V roce 1991 bylo napojeno v rámci ČR 6 722 tis. obyvatel, zatímco v roce 2020 to bylo již 9 211 tis. obyvatel, jedná se tedy o zvýšení napojených obyvatel v počtu 2 489 tis. Jako další měřítko je možné brát v úvahu délku kanalizační sítě, která se zvětšila z 18 484 km v roce 1991 na 49 680 km v roce 2020. Stejně i podíl délky kanalizační sítě připadajícího na jednoho obyvatele se téměř zdvojnásobil, tedy z původní hodnoty 2,75 v roce 1991 na hodnotu 5,39 v roce 2020.

Je evidentní, že za posledních 30 roků se hodnoty počtu napojených obyvatel na kanalizaci a s tím souvisejícím prodloužením kanalizační sítě zvýšili a tento trend bude dále narůstat, protože budovat systém hloubkové kanalizace a ČOV budou u nás stále menší města a vesnice.

2 LEGISLATIVNÍ STRÁNKA

Tato kapitola se zabývá legislativní stránkou a je rozdělena na tři části, z nichž první je věnována samotnému provozování vodárenského systému, druhá pak bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (dále BOZP) a poslední se zabývá problematikou požární ochrany (dále PO).

2.1 Provozování čistírny odpadních vod

Mezi základní legislativní dokumenty týkající se provozování čistírny odpadních vod patří následující:

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Tento legislativní předpis je určen k tomu, aby chránil povrchové i podzemní vody, protože právě voda je jednou z nenahraditelných složek životního prostředí a cenný přírodní zdroj. Dále je bezpodmínečně nutné stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a dále pak jejich zachování včetně zvýšení jakosti v případě jak vod povrchových, tak i těch podzemních, a především předejít nedostatku vody. Dále tento zákon řeší vytvoření přírodních podmínek pro snižování negativních účinků jako je povodeň a sucho a zajištění bezpečnosti všech vodních děl v souladu s platnou legislativou Evropského společenství. Účelem této platné legislativy je rovněž to, aby obyvatelé naší republiky byli zásobováni pitnou vodou v dostatečném množství a kvalitě a byly chráněny vodní ekosystémy, na kterých jsou přímo závislé suchozemské ekosystémy (Česko, 2001 a).

Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Účelem tohoto zákona je úprava některých vztahů, které vznikají v případě výstavby, rozvoji a provozu vodovodů a kanalizací, které jsou určeny veřejné potřebě. Dále tento zákon řeší kanalizační přípojky a napojení jednotlivých objektů na kanalizační síť a rovněž působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů, které se věnují tomuto úseku. Je zde definováno to, že vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu jsou zřizovány a provozovány ve veřejném zájmu. Tento legislativní předpis se vztahuje na vodovody a kanalizace, kdy tyto vodárenské systémy využívá nejméně 50 fyzických osob nebo v případě, že průměrná denní produkce z ročního průměru pitné nebo odpadní vody je alespoň 10 m³ a více. Další oblastí, které se tento zákon týká, je každý vodovod nebo kanalizace, který provozně souvisí s výše uvedenou definicí (Česko, 2001 b).

Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Tato vyhláška je prováděcí k zákonu o vodovodech a kanalizacích. Je zde definováno mnoho záležitostí jako je rozsah a způsob zpracování plánu rozvoje vodovodů a kanalizací včetně jeho formy, dále pak způsob a obsah vedení majetkové evidence těchto vodárenských systémů. Jsou zde uvedeny požadavky na provozní evidenci, která se týká množství vyrobené pitné vody, množství vypouštěné odpadní vody do vodního toku, evidence údajů a způsobu předávání těchto informací z majetkové a provozní evidence příslušným úřadům. V tomto zákoně je dále určen předepsaný formát žádosti o povolení k provozování jak pro případ vodovodu, tak i kanalizace. Nechybí zde ani předepsaný obsah plánu financování obnovy těchto vodárenských systémů, pravidla jeho zpracování a další nesmírně důležité podklady pro provozovatele (Česko, 2001 c).

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. 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

Jedná se o nařízení, které bylo vydané v souladu s právem Evropské unie. V tomto legislativním předpise jsou definovány hodnoty ukazatelů týkající se jak vod povrchových, tak i těch odpadních. Jsou zde uvedeny ukazatele, které vyjadřují stav povrchové vody, hodnoty a ukazatele přípustného znečištění jednak povrchových a jednak vod odpadních. Dále jsou zde nastaveny ukazatele a hodnoty v případě znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových, kdy dochází k ovlivňování kvality vody v těchto oblastech. Z velkého výčtu ukazatelů sem patří i náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizace a řada dalších ukazatelů (Česko, 2015 a).

Zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech

Cíl tohoto zákona spočívá v zajištění vysoké úrovně ochrany životního prostředí a zdraví obyvatel, dále pak trvale udržitelného využívání přírodních zdrojů, a to přecházením vzniku odpadů a nakládání s nimi. Toto vše probíhá v souladu s nadřizeností a podřízeností jednotlivých prvků odpadového hospodářství za nynější sociální únosnosti a ekonomické přijatelnosti tak, aby bylo realizováno dosažení stanovených cílů odpadového hospodářství v souladu s tímto zákonem a byl usnadněn přechod k oběhovému hospodářství. Tento zákon

je zpracovaný v souladu s předpisy Evropské unie a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadu a pro nakládání s nimi, dále práva a povinnosti osob, které se pohybují v oblasti odpadového hospodářství a v neposlední řadě působnost orgánů veřejné správy v oblasti odpadového hospodářství (Česko, 2020).

Zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí

Tento zákon má za úkol vymezení základních pojmů a stanovení základních zásad životního prostředí (dále ŽP). Jsou zde definovány povinnosti jak osob právnických, tak i těch fyzických v případě ochrany a zvyšování ŽP při současném využívání všech dostupných přírodních zdrojů, aby toto bylo vše v souladu s principy trvale udržitelného rozvoje. V zákoně jsou specifikovány pojmy jako je životní prostředí, ekosystém, ekologická stabilita, únosné zatížení území, trvale udržitelný rozvoj, přírodní zdroje, znečišťování a poškozování ŽP, ochrana ŽP a ekologická újma (Česko, 1992).

2.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Základní zákonná ustanovení týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci BOZP jsou následující:

Zákon č. 262/2006 Sb. zákoník práce

Tento zákon upravuje právní vztahy, které vznikají při výkonu závislé práce mezi zaměstnanci a zaměstnavateli, jedná se v tomto případě o vztahy pracovněprávní. Dále pak řeší právní vztahy, které jsou kolektivní povahy, a podporu vzájemných jednání odborových organizací a organizací zaměstnavatelů. Zákon se zabývá pracovním poměrem, jeho samotným vznikem, převedením na jinou práci, pracovními cestami, pracovní dobou a dobou odpočinku, odměňováním zaměstnanců, dovolenou, ukončením pracovního poměru a celou řadou dalších záležitostí. Část pátá je věnována problematice BOZP. Jsou zde uvedeny informace k předcházení ohrožení života a zdraví při práci, povinnosti zaměstnavatele a práva zaměstnance a další (Česko, 2006 a).

Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)

Tento zákon začleňuje příslušné předpisy Evropské a upravuje v návaznosti na zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

v pracovněprávních vztazích a zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy podle § 3 zákoníku práce. Jsou zde uvedeny požadavky na pracoviště a pracovní prostředí, které je povinen zaměstnavatel zajistit. Pracoviště musí být prostorově a konstrukčně uspořádáno a vybaveno tak, aby zaměstnanec měl příznivé pracovní podmínky z hlediska BOZP a byly splněny veškeré bezpečnostní a hygienické požadavky. Jedná se o rozměry prostoru pro práci a chůzi, vhodné osvětlení, vyhrazenou místnost pro osobní hygienu, větrání, teplotu, zásobování vodou apod. Jsou zde specifikovány bezpečnostní požadavky na pracoviště a pracovní prostředí na staveništi, požadavky na výrobní a pracovní prostředky a zařízení, bezpečnostní značky, značení a signály a další (Česko, 2006 b).

Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

Tento zákon má za cíl zapracovat příslušné předpisy Evropské unie do našich poměrů, které se týkají práv a povinností fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví a soustavy orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich působnosti a pravomoci. Dále jsou zde specifikovány úkoly dalších orgánů veřejné správy v problematice ochrany a podpory veřejného zdraví a hodnocení a snižování hluku z pohledu dlouhodobého průměrného akustického zatížení životního prostředí. Jsou zde specifikovány základní pojmy jako je veřejné zdraví, jeho ochrana a podpora, hodnocení zdravotních rizik, infekční onemocnění, karanténní opatření, mladiství, uvedení výrobku na trh, výrobce a dovozce. V zákoně je dále řešena péče o životní a pracovní podmínky, kde je zahrnuta i problematika hygienických požadavků na vodu (Česko, 2000).

Zákon č. 373/2011 Sb. o specifických zdravotních službách

Tento legislativní předpis má za úkol upravit poskytování specifických zdravotních služeb a s tím spojený výkon státní správy, řeší práva a povinnosti pacientů a poskytovatelů zdravotních služeb a práva a povinnosti dalších právnických a fyzických osob v přímé souvislosti s poskytováním specifických zdravotních služeb. Jsou zde zakomponovány příslušné předpisy Evropské unie, které definují obecné zásady radiační ochrany osob v souvislosti s lékařským ozářením. Dále je zde definován režim provádění radiologických postupů a činností, které zahrnují lékařské ozářením a míru odpovědnosti poskytovatelů a zdravotnických pracovníků v souvislosti s těmito postupy a pracovními činnostmi a stanoví opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (Česko, 2011).

Nařízení vlády č. 390/2021 Sb. o bližších podmínkách poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čistících a dezinfekčních prostředků

Tento legislativní předpis řeší a upravuje bližší podmínky pro poskytování osobních ochranných pracovních prostředků (dále OOPP) mycích, čistících a dezinfekčních prostředků. Jednotlivé typy OOPP, s přihlédnutím k rizikům, proti nimž poskytují ochranu, jsou především: prostředky (dále PR) k ochraně hlavy (přilby, čepice, kukly), PR k ochraně sluchu (mušlové a zátkové chrániče sluchu), PR k ochraně očí a obličeje (brýle, ochranné brýle a obličejové štíty), PR k ochraně dýchacích orgánů (filtrační zařízení, izolační zařízení), PR k ochraně rukou a paží (rukavice), PR k ochraně nohou a ochraně před uklouznutím (obuv, snímatelné chrániče nártu), PR k ochraně pokožky (ochranné krémy) a PR k ochraně těla a/nebo další ochraně pokožky (zachycovací postroje, obleky, kombinézy) (Česko, 2021).

Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí

Toto nařízení je zaměřeno na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí, pokud požadavky na bezpečnost provozu a používání zařízení nestanoví zvláštní právní předpis jinak. Je zde uvedeno, že používání zařízení je pracovní činnost, která je spojená především se spouštěním, zastavováním, dopravou, opravou, seřizováním, manipulací, úpravou, údržbou a čištěním po celou dobu jeho provozu. Dále jsou zde uvedeny požadavky na bezpečný provoz a používání zařízení, které jsou blíže specifikovány v přílohách tohoto nařízení. Jedná se o zařízení ke zdvihání břemen a zaměstnanců, zařízení pro zdvihání a přemísťování zavěšených břemen, pojízdných zařízení, zařízení pro plynulou dopravu nákladů a stabilních skladovacích zařízení (Česko, 2001 d).

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

Toto nařízení se zabývá organizací práce a pracovních činností, které je povinen zaměstnavatel zajistit v případě činnosti na pracovištích, u kterých jsou zaměstnanci vystaveni možnému nebezpečí pádu z výšky nebo pádu do volné hloubky. Dále jsou zde definovány bližší požadavky na bezpečný provoz a používání technických zařízení, které jsou poskytovány pracovníkům pro práci ve výškách a nad volnou hloubkou. V příloze jsou pak specifikovány další požadavky, které se týkají zajištění proti pádu technikou konstrukcí, používání žebříků, zajištění proti pádu předmětů, materiálů a další (Česko, 2005).

2.3 Požární ochrana

Základní zákonná ustanovení týkající se požární ochrany (dále PO) jsou následující:

Zákon č. 133/1985 Sb. České národní rady o požární ochraně

V tomto zákoně jsou vytvořeny podmínky pro účinnou ochranu života a zdraví občanů a majetku před požáry a pro poskytování bezodkladné pomoci v případě živelných pohrom nebo mimořádných událostí. Jsou zde stanoveny povinnosti ministerstev a dalších úřadů a postavení orgánů státní správy a samosprávy na úseku požární ochrany včetně postavení a povinností jednotek požární ochrany. Každý z občanů má za povinnost počínat si tak, aby nezapříčinil vznik požáru, neohrozil život a zdraví osob, zvířat a majetku. Pokud požár, živelná pohroma nebo jiná mimořádná událost již nastane, je povinen každý člověk poskytnout osobní pomoc v rámci jeho přiměřených možností za předpokladu, že se nevystaví vážnému nebezpečí nebo neohrozí sebe samotného nebo osoby blízké. V zákoně jsou uvedeny informace týkající se Hasičského záchranného sboru, státního požárního dozoru, kategorizace staveb z hlediska požární ochrany, čištění, kontroly a revizí spalinových cest a řada dalších (Česko, 1985).

Vyhláška č. 246/2001 Sb. Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)

V tomto legislativním předpise jsou uvedeny požadavky na vybavení prostor právnických osob a podnikajících fyzických osob věcnými prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostními zařízeními. Jsou zde definovány informace, které se týkají umístění hasících přístrojů, druhů vyhrazené požární techniky, věcných prostředků požární ochrany a požárně bezpečnostních zařízení, projektování požárně bezpečnostních zařízení, elektrické požární signalizace a další. Paragraf 23 se týká problematiky školení o požární ochraně, které se provádí při nástupu do zaměstnání a při každé změně pracoviště nebo pracovního zařazení zaměstnance. Toto školení se opakuje nejméně jednou za 2 roky (Česko, 2001 e).

Vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb

V této vyhlášce jsou stanoveny technické podmínky požární ochrany pro navrhování, provádění a užívání stavby. Jsou zde uvedeny informace zabývající se požárními úseky, konstrukcí komínů a kouřovodů, evakuací osob, zařízeními sloužícími pro hašení požárů, vybavením stavby hasícími přístroji a požárně bezpečnostními zařízeními, zemědělskými stavbami a další.

Zákon č. 320/2015 Sb., o hasičském záchranném sboru

V tomto zákoně je specifikováno postavení a činnost Hasičského záchranného sboru ČR. Jedná se o jednotný bezpečnostní sbor, který má za úkol chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi. Podílí se na zajišťování bezpečnosti v ČR, které spočívá v plnění a organizování úkolů požární ochrany, ochrany obyvatelstva, civilního nouzového plánování, integrovaného záchranného systému, krizového řízení a dalších úkolů. V zákoně je popsána struktura organizace a řízení hasičského záchranného sboru, základní povinnosti příslušníků a zaměstnanců, služební stejnokroj a prokazování příslušnosti, spolupráce a vztahy s dalšími subjekty a další (Česko, 2015 b).

Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany

V této vyhlášce je specifikováno postavení a činnost jednotek požární ochrany. Jde o organizaci plošného pokrytí území jednotkami, barevné označení vozidel, lodí a letadel, způsob zřizování a organizace, vybavení a používání požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany. Dále jsou zde také definovány výjezdové časy, do kterých musí jednotky vyjet, počty hasičů a techniky na stanicích a další (Česko, 2001 f).

Norma ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

V této normě jsou definovány požadavky pro projektování požární bezpečnosti nových stavebních nevýrobních objektů a změn staveb stávajících nevýrobních objektů a prostorů za předpokladu, že změny staveb vyžadují podle ČSN 73 0834 postup podle této normy. Jsou zde definovány požadavky, které se týkají výtahových šachet, označení a osvětlení únikových cest, vytápění, zásobování vodou pro hašení, přenosných hasících přístrojů, dodávkou elektrické energie a další.

Norma ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

V této normě jsou upřesněny požadavky na stavební výrobky a stavební konstrukce a na požárně bezpečnostní zařízení ve spojitosti k ČSN 73 0802, ČSN 73 0804 a k navazujícím normám, podle kterých je navrhována požární bezpečnost stavebních a technologických objektů v našem státě. Jsou zde definovány požadavky, který se týkají požární odolnosti konstrukcí, požárních uzávěrů, střešních pláštěů, vzduchotechnických systémů, schodišťových konstrukcí, zařízení pro odvod kouře a tepla, hasících zařízení, únikových cest a další.

3 TECHNOLOGIE ODVÁDĚNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Kanalizace je provozně samostatný soubor, který v sobě zahrnuje stavby a zařízení jako jsou kanalizační stoky a objekty a v neposlední řadě také objekt ČOV.

3.1 Stoková soustava

Stoková soustava je tvořena sítí stok a objektů na nich. Jedná se o síť vzájemně propojených stok, které jsou tvořeny samotným potrubím a dále pak objekty umístěnými na této soustavě. Jedná se tedy o potrubní roury různého průměru, revizní šachty, čerpací stanice, kanalizační přípojky a další příslušenství. Cílem stokové soustavy je odvodnění urbanizovaného území. Účelem těchto stokových sítí a kanalizačních přípojek je odvádění odpadních vod z příslušného území na ČOV, kde dojde k jejímu vyčištění. Vyčištěná odpadní voda pak končí ve vodním toku (Šenkapoulová, 2018).

Stokové sítě mohou být rozděleny podle několika způsobů. Jedná se o rozdělení podle způsobu odvádění odpadních vod, podle uspořádání stokových sítí a další způsoby.

Rozdělení podle způsobu odvádění odpadních vod

Dle Kročová (2014) je základní rozdělení podle způsobu odvádění odpadních vod a dělí se na dva druhy stokových sítí:

Soustava oddílná – je určena k odvádění městských a průmyslových vod do ČOV. Vody dešťové jsou odváděny samostatně od vod odpadních jiným kanalizačním systémem bez čištění přímo do vodních toků. Odpadní voda je odváděna také samostatně stokovou sítí, která je zakončena na ČOV. Mezi výhody tohoto systému patří to, že nedochází ke kontaktu odpadních vod ani naředění vod s vodami povrchovými. Jedná se o optimální řešení pro efektivní čištění odpadních vod. Tento systém je vhodný pro malé obce nebo nově vybudovaná satelitní části velkých měst.

Soustava jednotná – je určena k jednotnému odvádění odpadních a dešťových vod. Do jednoho potrubí se tedy stékají jak vody odpadní, tak vody dešťové. V případě větších měst a obcí jsou příznivější podmínky z hlediska prostorového navrhování stokové sítě jednotné soustavy. Mezi výhody tohoto systému patří úspora finančních nákladů oproti oddílné soustavě a menší riziko zanášení stok, které spočívá v automatickém propláchnutí potrubí při každém dešti.

Rozdělení podle uspořádání stokových sítí

Dle Kyncl (2014) je možné definovat uspořádání stokových sítí podle principu gravitační dopravy odpadní vody. Účelem stokových sítí je odvést vody z příslušného území do jediného nejbližší položeného místa, kde dochází k jejímu vyčištění nebo se dále dopravuje čerpáním. Systém vedení stok je určován konfigurací terénu, stavebními objekty a místními podmínkami. Podle tvaru uspořádání stok je možné realizovat systém radiální, větvený a úchytný. Jako čtvrtý v pořadí je pásmový systém, který zohledňuje a řeší výškové uspořádání stok v konkrétních místních podmínkách.

Specifikace jednotlivých stokových sítí dle autora Kyncla (2014):

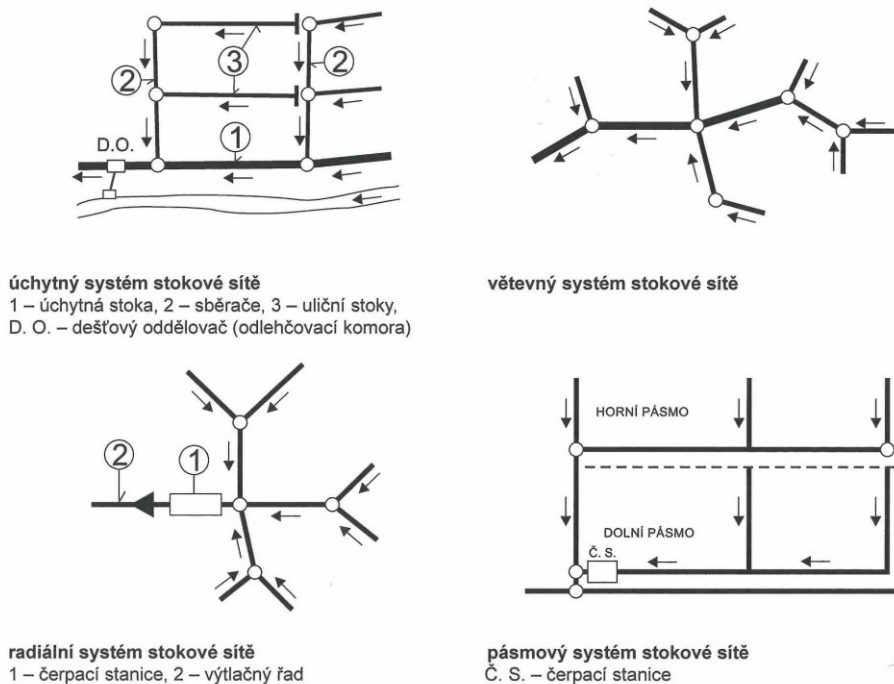
Radiální soustava – toto uspořádání je vhodné pro území, ve kterém není přirozený spád směrem k vodnímu toku. Jedná se o uzavřenou kotlinu, ze které se musí veškeré odpadní a dešťové vody přečerpávat pomocí čerpací stanice a odvádět na ČOV.

Větvená soustava – jedná se o nejběžnější a nejobecnější případ uspořádání stokové sítě, který svým tvarem připomíná rozvětvený strom. Stoka, která vede až k ČOV, se nazývá stoková, a jedná se o nejdelší a největší stoku. Do této stoky jsou pak napojeny hlavní stoky, vedlejší sběrače a uliční stoky.

Úchytná soustava – tento způsob uspořádání je vhodný v území, ve kterém celkový spád směřuje k řece. Kmenová stoka je realizována tak, že se umísťuje podél řeky a do ní jsou postupně napojeny jednotlivé sběrače prostřednictvím kterých přitéká odpadní voda. Vnitřní průřez kmenové stoky se postupně zvětšuje. Na kmenové stoce jsou dále instalovány oddělovače, které mají za úkol v případě silných dešťů odvést dočasně nařazené vody ze stoky do vodního toku.

Pásmová soustava – tento systém vznikne při realizaci několika výškových pásem stok. V rámci jednotlivých pásem se můžou nacházet různé druhy soustav, tedy radiální, větvená i úchytná. Možnost rozdělení odvodňované oblasti na výšková pásma v patřičném území je vhodné tam, kde se musí počítat s čerpáním odpadních vod, aby došlo k zaústění do vodního toku a aby čerpané množství bylo co nejmenší. Z nejvyššího pásma této soustavy je pak možné odvést do ČOV, popřípadě do vodního toku, všechny druhy odpadních vod gravitačně. Středních pásem tohoto systému může být realizováno několik, a to s přihlédnutím na situaci v území a podzemních částí budov je nezbytné přečerpávat jen část odpadních vod. Z nejnižšího pásma se musí všechny odpadní vody přečerpávat, a to bez ohledu na navrženou soustavu.

Na následujícím obrázku 4 jsou graficky znázorněny jednotlivé systémy stokových sítí.



Obrázek 4 Uspořádání stokových sítí (Šenkapoulová, 2018)

3.2 Čistírna odpadních vod

Dle Kročová (2014) jsou odpadní vody, které přitékají do kanalizace, vždy velmi silně znečištěny různými organickými a anorganickými látkami. Pokud by tyto látky nebyly čištěny, pak by došlo k velmi značnému zatížení vodního ekosystému a byl ve spoustě případů znemožněn život ve vodních tocích. Aby se této situaci předešlo, jsou před vypuštěním těchto odpadních vod do toků instalovány ČOV za účelem odstranění mechanických, biologických a v některých případech nežádoucích chemických příměsí.

ČOV mohou být rozděleny podle několika způsobů. Jedná se o rozdělení podle její velikosti, podle charakteru a způsobu čištění a další dělení.

Rozdělení ČOV podle její velikosti

Dle Kročová (2014) lze rozdělit ČOV podle její velikosti následující formou:

- centrální čistírny,
- městské čistírny,
- čistírny průmyslových odpadních vod,
- malé domovní čistírny.

Rozdělení ČOV podle charakteru a způsobu čištění

Dle Kročová (2014) je možné odpadní vody, které jsou z příslušného území odváděny, čistit řadou způsobů podle několika důležitých faktorů. Jedná se o množství vyprodukovaných odpadních vod, prostor pro výstavbu ČOV, její konfiguraci v rámci územního celku a požadavků související s kvalitou vyčištěné odpadní vody ve vztahu ke kvalitě vody ve vodním toku. Na základě charakteru a způsobu procesu čištění odpadních vod je možné čistírny dělit následujícím způsobem:

- mechanické, biologické, chemické,
- mechanicko – chemické,
- oxidační žlaby (příkopy),
- vegetační, kořenové čistírny.

Mezi nejpoužívanější a nejrozšířenější ČOV v ČR i ve světě patří městské nebo centrální čistírny využívající mechanicko – biologickou technologii. Stejně je tak je tomu i v obci Přemyslovice, proto je tato technologie blíže specifikována.

Mechanicko – biologická čistírna odpadních vod

Dle Bábíček (2018) bývají jednotlivé ČOV látkově i hydraulicky nerovnoměrně zatěžovány. V případě technologického návrhu musí být tyto informace respektovány za účelem zajištění poměrně neměnné jakosti vypouštěné vody.

Technologická stavba čistírenské linky by měla zohledňovat nerovnoměrné zatížení a skládá se z částí, které jsou popsány v následujících odstavcích:

Ochranná část čistírny a hrubé předčištění – účelem je odstranit hrubé nečistoty (shrabky a písek) z odpadní vody, která přitéká ze stokové sítě. Dále toto slouží k ochraně strojního zařízení proti mechanickému poškození a pokud se bude jednat o jednotnou kanalizaci, tak je toto možné využít jako ochranu proti hydraulickému přetížení způsobeným srážkovými vodami. Jako zařízení k tomuto účelu slouží strojní česla a lapák písku. Do čistírenské linky jsou tyto objekty vždy zařazovány.

Mechanický stupeň čištění (primární sedimentace) – dochází zde k separaci jemnějších podílů nerozpuštěných látek, které znečišťují odpadní vodu, a to usazením ve formě kalů. V souvislosti se zvolením použité technologie nemusí být vždy tento stupeň do čistírenské linky vůbec zařazen.

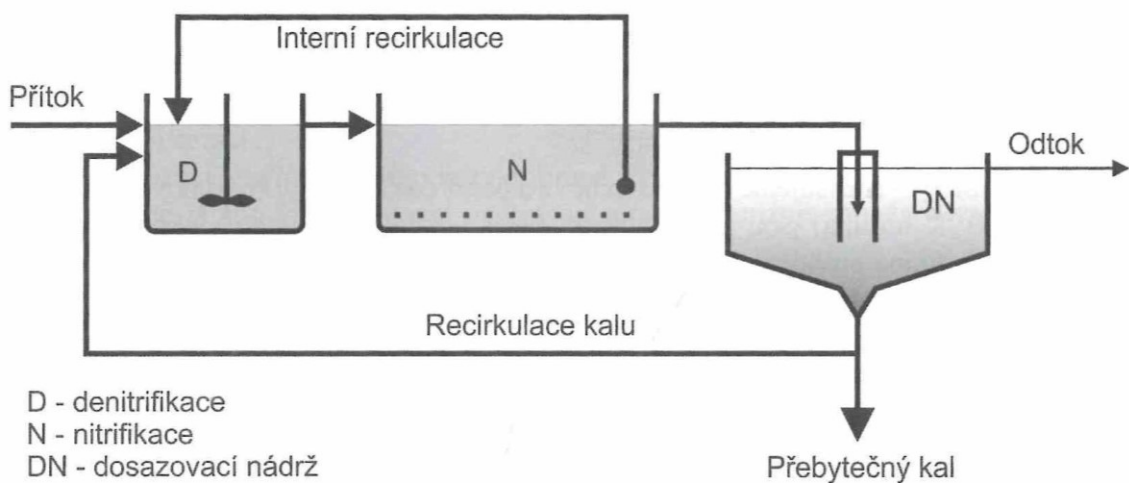
Biologický stupeň čištění – v tomto procesu dochází k odstranění převážně rozpuštěného organického znečištění odpadní vody, dále pak případně nutrientů, biologickou cestou, kdy následně dochází k oddělení biomasy od vyčištěné vody v dosazovací nádrži.

Terciální čištění – v klasické čistírenské technologii ustálené v naší zemi po druhé světové válce je tento pojem vyhrazen všem procesům, která zaujímaly v pořadí třetí místo po čištění primárním (mechanické čištění) a sekundárním (biologické procesy mezi které patří aktivace, bio filtrace a další). Mezi procesy terciálního čištění jsou zařazeny takové procesy, které mají za úkol dočistit odpadní vody, které spočívají v odstranění fosforu, nerozpuštěných látek a hygienizaci vody (odstranění patogenů).

Kalové hospodářství – účelem je zajistit aerobní (procesy za přítomnosti kyslíku) nebo anaerobní (procesy bez přítomnosti kyslíku) stabilizaci kalů, které byly vyprodukovány čistírnou, dále k jejich zahuštění a případně i odvodnění. Jinou možností je kaly akumulovat v případě pravidelného odvážení uskladněného kalu za účelem jeho stabilizace nebo využití, případně likvidaci v prostorech mimo ČOV.

V případě velkých městských ČOV jsou tyto základní čtyři části od sebe odděleny. U menších ČOV bývají velmi často jednotlivé části slučovány.

Na obrázku 5 je znázorněna biologická část ČOV. Je zde znázorněn kal, který je možné z dosazovací nádrže přečerpávat buď do nádrže denitrifikace (vratný kal) nebo dále do kalojemu (přebytečný kal), odkud je možné ho dále odstředovat. V nádrži denitrifikace je umístěno dmychadlo, které slouží k mísení přitékající odpadní vody s vratnými kaly.



Obrázek 5 Biologická část ČOV (Bábíček, 2018)

3.3 Ukazatele znečištění odpadních vod

Znečišťující látky je možné rozdělit do kategorií, které jsou uvedeny v tabulce 3. Množství látek, které obsahují odpadní vody, je velmi pestrý. Z tohoto důvodu je zřejmé, že nebude existovat jednotný univerzální postup, který je ekonomicky přijatelný za účelem odstranit všechny možné formy znečištění. Pokud je za potřebí z odpadní vody odstranit všechny znečišťující látky, musí se obvykle za sebou zařadit více principiálně odlišných postupných procesů. Tyto jednotlivé čisticí procesy jsou označovány jako jednotkové operace a tento realizovaný sled nebo patřičná konfigurace jednotlivých operací se nazývá technologická linka čištění (Bindzar, 2009).

Tabulka 3 Charakter znečišťujících látek v odpadních vodách (Dohányos, 2011)

Označení skupiny	Znečišťující látka	Příklady
1	rozpuštěné	ve filtrátu za filtrem, 4 μ m
1.1	- <i>organické</i>	
1.1.1	- biologicky rozložitelné	cukry, mastné kyseliny
1.1.2	- biologicky nerozložitelné	azobarviva
1.2	- <i>anorganické</i>	amonné ionty, fosforečnany
2	nerozpuštěné	
2.1	- <i>organické</i>	
2.1.1	- biologicky rozložitelné	škrob, bakterie
2.1.2	- biologicky nerozložitelné	papír, plasty
2.1.3	- usaditelné	celulosová vlákna
2.1.4	- neusaditelné	
2.1.4.1	- koloidní	bakterie
2.1.4.2	- plovoucí	papír
2.2	- <i>anorganické</i>	
2.2.1	- usaditelné	písek, hlína
2.2.2	- neusaditelné	brusný prach

V tabulce 3 jsou uvedeny látky, které znečišťují odpadní vody. V základu se dělí na rozpuštěné a nerozpuštěné látky a každá kategorie pak na organické a anorganické látky. V pravém sloupci jsou pak uvedeny příklady patřících do příslušné kategorie. V tabulce 3 nejsou zařazeny všechny možné druhy znečištění odpadních vod. Mezi další druhy patří tepelné znečištění, radioaktivita, mikrobiální znečištění a řada dalších (Bindzar, 2009).

Volba a zařízení jednotlivých procesů do technologické linky je závislé na charakteru látkového znečištění a na splnění těchto důležitých požadavků: proces musí být účinný a ekonomicky přijatelný, dále by neměl být náročný na spotřebu energie a v neposlední řadě by v rámci čistícího procesu neměly být vnášeny do čistěné odpadní vody další nežádoucí látky (např. anorganické soli, pomalu rozložitelné organické látky a další) (Bindzar, 2009).

Dle Bindzar (2009) se pro každý druh znečištění používá jiný typ technologie rozdělené do 3 skupin, a to následovně:

- mechanické procesy – cezení (česle), usazování (usazovací nádrže) a další,
- chemické a fyzikálně chemické procesy – číření (koagulace), neutralizace a další,
- biologické procesy aerobní a anaerobní – biologické filtry, aktivační proces a další.

Ukazatele kvality odpadní vody

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) nařizuje provádět rozborů za účelem zjištění kvality odpadních vod, které se odvádějí do vodního toku. Jsou zde definovány emisní hodnoty jednotlivých ukazatelů podle velikosti ČOV a to následovně: <500 ekvivalentních obyvatel (EO), 500 – 2 000 EO, 2 001 – 10 000 EO, 10001 – 100 000 EO a poslední kategorie >100 000 EO. Pokud se bude jednat o kategorii 2 001 – 10 000 EO, do které ČOV v obci Přemyslovice spadá, tak budou sledovány následující ukazatele: chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{CR}), biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅), nerozpuštěné látky (NL), amoniakální dusík (N-NH₄) a celkový fosfor (P_{CELK}).

V tabulce 4 jsou uvedeny emisní standardy odpadních vod v jednotkách mg/l.

Tabulka 4 Emisní standardy odpadních vod pro kategorii 2 001 – 10 000 EO (Česko, 2015)

CHSK _{CR}		BSK ₅		NL		N-NH ₄		P _{CELK}	
p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m
120	170	25	50	30	60	15	30	3	8

Vysvětlivky: p – přípustné hodnoty, m – maximální hodnoty, průměr – hodnoty průměru

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{CR}) – jedná se o skupinové stanovení organických látek ve vodách. Koncentrace organických látek se v tomto případě určuje podle množství

oxidačního činidla, které se spotřebuje za příslušných podmínek k jejich oxidaci. Výsledná hodnota se posléze přepočítá na kyslíkové ekvivalenty a je definována jako miligram kyslíku, který odpovídá spotřebě činidla na 1 litr vody. V současnosti se používají dvě metody pro stanovení chemické spotřeby kyslíku, které se liší v použití oxidačního činidla. Jedná se o oxidační činidlo, kterým může být dichroman draselný (metoda je označována zkratkou $CHSK_{CR}$) nebo manganistan draselný (metoda je označována zkratkou $CHSK_{Mn}$) (Bábíček, 2018).

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK_5) - je definovaná jako množství kyslíku, které spotřebují mikroorganismy pro rozklad organických látek v aerobních podmínkách. Toto množství kyslíku je přímo úměrné koncentraci biologicky rozložitelných látek. Vyjadřuje se v mg/l. Obecně platí pravidlo, že čím vyšší je hodnota BSK_5 , tím je voda po stránce rozpuštěných organických látek znečištěnější. Princip této metody spočívá v tom, že se odebere vzorek vody a stanoví se z první části vzorku množství rozpuštěného kyslíku okamžitě. Poté se nechá druhá část vzorku 5 dní odstát a opět se provede zjištění množství kyslíku a rozdíl mezi dvěma hodnotami udává výslednou hodnotu BSK_5 (Dohányos, 2011).

Nerozpuštěné látky (NL) – jsou významným ukazatelem jakosti jak vod surových, tak i těch čištěných odpadních. V zahraniční literatuře se velmi často používá pojem „stanovení suspendovaných látek“. Pod tímto pojmem se zpravidla rozumí látky volně sedimentující a které nezahrnují koloidní disperze. Nerozpuštěné látky představují široký pojem s ohledem na to, že zde jsou zahrnuty i látky koloidně dispergované. Diferenciace se odvíjí od velikosti pórů použitého filtru. Hranice, která by oddělila suspendované a nerozpuštěné látky není přesně stanovena (Bábíček, 2018).

Amoniakální dusík ($N-NH_4$) – nachází se téměř ve všech typech vod, je součástí celkového dusíku a patří mezi nejdůležitější makro biogenní prvky ze skupiny nutrientů. Amoniakální dusík je formou organicky vázaného dusíku a je primárním produktem rozkladu organických dusíkatých látek, které jsou buď živočišného nebo rostlinného původu. Tato látka představuje fekální znečištění vody (Hydrochemie, 2022).

Celkový fosfor (P_{CELK}) – sloučeniny fosforu patří mezi nejdůležitější nutrienty, které ovlivňují eutrofizaci vod. Celkový fosfor je dán jako součet rozpuštěného a nerozpuštěného fosforu. Rozpuštěný a nerozpuštěný fosfor je pak dále rozdělen na organicky a anorganicky vázaný (Bábíček, 2018).

4 ŘÍZENÍ RIZIK

Tato kapitola se zabývá vybranými základními pojmy z oblasti řízení rizik, normou ISO 31000:2018 a analytickými metodami použitými v praktické části diplomové práce.

4.1 Základní terminologie

V této kapitole jsou specifikovány pojmy jako je riziko, aktivum, zdroje hrozby, hrozba, zranitelnost, bezpečnostní opatření, zbytkové riziko a řízení rizik

Riziko

Dle Tuhovčák (2013) je riziko specifikováno mnoha definicemi, žádná obecně platná neexistuje. Podle slovníkového významu je riziko chápáno jako „vyhlídka na špatné následky“. V případě inženýrských oborů je dána platná srozumitelná definice: „Riziko je možnost výskytu nežádoucích následků z neovladatelné (neřízené) události“. Pokud budou brány v úvahu všechny pokusy definovat riziko, tak se vždy objevují dvě hlavní složky:

- výskyt nežádoucích následků
- pravděpodobnost, s jakou tyto následky nastanou

Pojem riziko je možné vnímat jako kombinaci četnosti nebo pravděpodobnosti výskytu příslušné nežádoucí události a jeho následků. Kvantifikace rizika je možné vyjádřit následujícím vztahem: $R = P \times C$

Písmeno R vyjadřuje hodnotu (míru) rizika a písmeno P četnost (pravděpodobnost) výskytu určitého nežádoucího jevu a písmeno C představuje následky tohoto negativního stavu. Nežádoucí následky a nejistota, která je s nimi spojená, lze chápat jako dvě hlavní složky rizika.

Aktivum

Dle Aven (2015) představuje aktivum pro příslušnou organizaci určitou hodnotu, která však může být zmenšena působením hrozby. Aktiva je možné rozdělit na hmotná a nehmotná. Příkladem hmotných aktiv můžou být finanční prostředky, cenné papíry, nemovitosti apod. Mezi nehmotná aktiva patří autorská práva, informace apod.

Zdroje hrozby

Dle Aven (2015) zdrojem hrozby může být určitý faktor, kterým mohou být ovlivněny cíle, projekty nebo procesy jisté organizace. Může se jednat o vnější činitele jako je legislativní

prostředí nebo politické prostředí. V případě vnitřních činitelů se jedná o prvky organizace, a to procesy, zaměstnance nebo nemovitosti. Tyto zdroje hrozby spouštějí konkrétní hrozby, které jsou příčinami negativních dopadů na aktiva organizace.

Hrozba

Dle Hopkin (2018) znamená hrozba vlastnost, sílu, činnost nebo osobu, jejímž úkolem je působit přímo na aktivum nebo na bezpečnostní opatření s jediným cílem, a to získat přístup k aktivu. K aktivaci hrozby slouží zdroj hrozby.

Zranitelnost

Dle Hopkin (2018) je zranitelnost slabina nebo nedostatek aktiva, které může hrozba využít pro splnění svého negativního vlivu. Jedná se o vlastnost aktiva a definuje citlivost na působení příslušné hrozby.

Bezpečnostní opatření

Dle Aven (2015) je bezpečnostní opatření procesem nebo prostředkem, který je navržený za účelem minimalizovat působení rizik. Tohoto může být docíleno snížením zranitelnosti aktiva, eliminací zdrojů hrozeb, snížením výskytu pravděpodobnosti nepříznivé události nebo snížením závažnosti dopadu nepříznivé události.

Zbytkové riziko

Dle (Aven, 2015) je zbytkové riziko takové, u kterého již došlo k ošetření nebo stále je přítomno i po zavedení bezpečnostních opatření. Mělo by mít takovou velikost, aby nepřesáhlo referenční úroveň a bylo pro organizaci přijatelné, aby se nemuseli zavádět další bezpečnostní opatření.

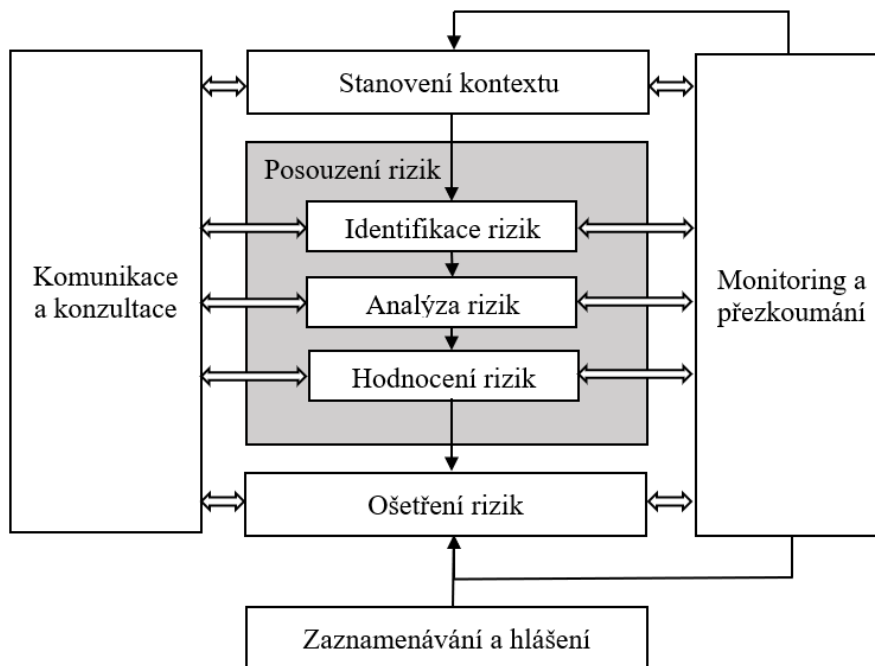
Řízení rizik

Dle Smejkal a Rais (2013) je řízení rizik v podniku proces, při kterém se subjekt řízení pokouší zamezit působení již existujících i budoucích faktorů a navrhuje možná řešení, která mají za úkol eliminovat účinek nežádoucích vlivů, a naopak využít příležitostí, které jsou způsobeny pozitivními faktory. Součástí procesu řízení rizik je rozhodovací proces, který vychází z analýzy rizika. Na základě zvážení dalších faktorů, které jsou především ekonomického, technického, sociálního a politického charakteru, pak management pro řízení rizik, vyvíjí, analyzuje a porovnává příslušná preventivní a regulační opatření. Následně jsou vybrána ta, která mají za úkol existující riziko minimalizovat.

4.2 Norma ISO 31000:2018

Mezinárodní organizace pro standardizaci ISO vydala v roce 2018 normu ISO 31000. V ČR byla vydána norma ČSN ISO 31000 s účinností k 1. 1. 2019. Tato norma nahrazuje původní normu ČSN ISO 31000 z října 2010.

Proces řízení rizik podle normy ISO 31000:2018 je znázorněn na obrázku 6.



Obrázek 6 Proces managementu rizik podle ISO 31000:2018

Samotný proces se skládá z jednotlivých kroků, které jsou níže specifikovány.

Stanovení rozsahu, kontextu a kritérií

Účelem stanovení rozsahu, kontextu a kritérií spočívá ve přizpůsobení procesu řízení rizik, který umožní efektivní posouzení rizik a jejich vhodné ošetření. Všechny tři atributy, tedy rozsah, kontext a kritéria v sobě zahrnují určení rozsahu procesu a pochopení jak toho vnějšího, tak toho vnitřního kontextu.

Posouzení rizik

Posouzení rizik v sobě zahrnuje celkem tři části, a to: identifikace, analýza a hodnocení rizik.

Identifikace rizik – cílem identifikace rizik je najít, rozpoznat a popsat rizika, která znamenají překážku k dosažení předem definovaných cílů. Je nesmírně důležité pracovat s relativními, vhodnými a aktuálními informacemi.

Analýza rizik – cílem tohoto kroku je porozumět povaze rizika a jeho charakteristikám, dále pak úrovně rizika. Analýza rizik zahrnuje detailní zvážení nejistot, zdrojů rizik, důsledků, pravděpodobností, událostí, scénářů, kontrol a jejich účinnosti. Událost nemusí mít jednu příčinu a důsledek, ale může jich být celá řada a s tímto souvisí možnost ovlivnění více cílů.

Hodnocení rizik – cíl hodnocení rizik spočívá v podpoře rozhodnutí. Tento krok v sobě zahrnuje porovnání výsledků zjištěných analýzou rizik se stanovenými kritérii, aby se vyhodnotilo, kde je zapotřebí přijmout další opatření.

Ošetření rizik

Ošetření rizik znamená vybrat a implementovat možnosti řešení rizik. Jedná se o opakovaný proces, který zahrnuje následující: formulování a výběr možností ošetření rizik, plánování a provádění ošetření rizik, posouzení účinnosti tohoto ošetření, rozhodnutí, zda je zbývající riziko přijatelné a pokud tomu tak není, tak nastává další ošetření.

Komunikace a konzultace

Účelem komunikace a konzultace je pomoci zainteresovaným stranám, aby porozuměly riziku, na základě, kterého jsou následně přijímána rozhodnutí a důvody, proč jsou vyžadována příslušná opatření. Rozdíl mezi oběma uvedenými pojmy spočívá v tom, že komunikace se snaží podporovat povědomí a porozumění rizikům, zatímco podstata konzultace je dána v získávání zpětné vazby a informací za účelem podpořit rozhodování. Mezi komunikací a konzultací musí probíhat úzká koordinace.

Monitoring a přezkoumání

Cíl monitorování a přezkoumání spočívá ve zlepšení kvalitě a efektivitě návrhu, implementaci a výsledků procesů. Průběžné monitorování a pravidelné přezkoumávání procesu řízení rizik a jeho výsledků by mělo být řádně dodržováno. Jedná se o plánované aktivity, které jsou součástí procesu řízení rizik, kde jsou jasně definované odpovědnosti.

Zaznamenávání a hlášení

Proces řízení rizik a jeho výsledky by měly být dokumentovány a vykazovány vhodnými mechanismy. Záznam a podávání zpráv má hned několik cílů: sdělovat činnosti a výsledky řízení rizik v celé organizaci, poskytovat informace pro rozhodování, zlepšit činnosti v oblasti řízení rizik, napomáhat vzájemnému působení se zainteresovanými stranami, včetně těch, kteří mají odpovědnost za činnosti řízení rizik (ISO 31000:2018).

4.3 Metody analýzy rizik

Dle Smejkal a Rais (2013) se v zásadě rozdělují metody analýzy rizik na kvalitativní, kvantitativní a kombinované.

Kvalitativní metody – tyto metody jsou založeny na popisu závažnosti potenciálního dopadu a na pravděpodobnosti, že příslušná událost nastane. Je pro ně typické to, že rizika jsou vyjádřena v určitém rozsahu, a to obodovány na stupnici (1 až 10), určena pravděpodobností (0,1) nebo slovně (malé, střední, velké) apod. Úroveň bývá zpravidla určována kvalifikovaným odhadem.

Kvantitativní metody – tyto metody jsou založeny na matematickém výpočtu rizika na základě frekvence výskytu hrozby a jejího dopadu. Je zde použito číselné vyjádření jak v případě pravděpodobnosti vzniku události, tak i ocenění dopadu dané události. Stanovují dopad zpravidla ve finančních termínech, např. „tisíce Kč“. Nejčastěji je riziko vyčísleno ve formě roční předpokládané ztráty, která je vyjádřena finanční částkou.

Kombinované metody – tyto metody jsou kombinací kvalitativních a kvantitativních metod.

Brainstorming

Dle Rausand (2011) se jedná se o metodu, která zahrnuje povzbuzování a stimulování za účelem pozitivně motivované volné diskuze v rámci příslušné skupiny zralých osob. Smyslem konverzace je identifikovat potenciální způsoby selhání, které jsou spojeny s nebezpečím, riziky, kritérii pro rozhodování a variantami pro ošetření. Tento pojem je v mnoha případech spojen s jakoukoli skupinovou diskuzí. Ale ten opravdový „brainstorming“ má určité specifické techniky, které slouží k zajištění patřičné představitosti přítomných osob. Mezi tyto techniky patří myšlení a stanoviska ostatních členů skupiny.

What if Analysis

Dle Popov (2014) je „What if Analysis“ neboli přeloženo do češtiny „Co se stane když, ...“ postup na zjišťování možných dopadů vybraných provozních situací. Podstatou této metody je spontánní diskuze a hledání nápadů zkušených lidí prostřednictvím brainstormingu o případné události, která by mohla nastat. Jsou pokládány otázky nebo jsou vyslovovány úvahy o případných nehodách. Účelem metody je definovat nebezpečná místa systému, a dále pak identifikovat prvky pro metody FMEA a FTA. Cíl metody spočívá ve zjištění odchylky od návrhu, údržby, kontroly nebo provozní praxe.

FMEA

Dle Česká společnost pro jakost (2008) se jedná se o analytickou metodu využívanou v průběhu vývoje produktu a procesu, protože je schopna zajistit zohlednění a řešení potencionálních problémů. Jako nejefektivnější výsledek je dokumentace kolektivních znalostí průřezových týmů. Součástí hodnocení a analýzy rizik je i jejich posuzování. Podstatné je to, že projednávání se konají s přihlédnutím na návrh produktu nebo procesu, dále pak na přezkoumávání funkcí, na různé změny aplikací a v neposlední řadě s ohledem na výslednou hodnotu rizika reálně možné poruchy. Tato metoda věnuje pozornost každému komponentu nebo prvku v případě produktu nebo montážní sestavy. Prostřednictvím této metody se vyhodnocuje příslušné riziko ve třech jeho složkách: význam chyby (Vz), výskyt chyby (Vy) a odhalení chyby (Od). Všechny prvky jsou vyjádřeny číselně v rozmezí od 1 do 10.

Tabulky k metodě jsou součástí této diplomové práce jako příloha P III Tabulky k metodě FMEA

FTA

Dle Kuracina (2017) je metoda FTA (Fault Tree Analysis) v překladu do češtiny nazývána jako „*Analýza stromu poruchových stavů*“. Je to analytická technika, která se v praxi používá pro vyhodnocení pravděpodobnosti selhání, respektive spolehlivosti složitých systémů. Základem této metody je rozbor vrcholové události nebo problému, kterým může být obecně nějaký negativní jev jako je havárie, porucha, nekvalita, vysoké náklady a další. Cílem je systematicky identifikovat faktory, které vrcholovou událost způsobují nebo negativně ovlivňují činnost systému. Její cíl spočívá v detailní analýze – nalezení příčin negativního jevu, kdy na základě tohoto je možné snížit pravděpodobnost jeho výskytu.

Symbols k metodě jsou součástí této diplomové práce jako příloha P IV Symbols k metodě FTA.

PNH

Dle Koudělka a Vrána (2006) se jedná o jednoduchou polo kvantitativní metodu, která může být použita k vyhodnocení rizik v rámci BOZP. Prostřednictvím této metody se vyhodnocuje příslušné riziko ve třech jeho složkách: pravděpodobnost vzniku (P), pravděpodobnost následků (N) – závažnost a názor hodnotitelů (H). V prvním prvku se tedy jedná o odhad pravděpodobnosti, se kterou může případné nebezpečí opravdu nastat. Ve druhém prvku se jedná o stanovení pravděpodobnosti následků, tedy závažnosti nebezpečí. Poslední prvek

zohledňuje míru závažnosti ohrožení, počet ohrožených osob, čas působení ohrožení, stáří a technický stav technologických zařízení, objektů apod. Všechny prvky jsou vyjádřeny číselně v rozmezí od 1 do 5.

Tabulky k metodě jsou součástí této diplomové práce jako příloha P V Tabulky k metodě PNH

Vícekritériální hodnocení variant

Dle Kubišová (2014) je vícekritériální analýza variant nebo také nazýváno vícekritériální hodnocení variant, zkráceně VAV nebo VHV, označována subdisciplína vícekritériálního rozhodování, kdy je množina posuzovaných variant popsána explicitně konkrétním výčtem všech prvků. Vedle vícekritériálního programování se tak jedná o jednu ze dvou základních částí vícekritériálního rozhodování. Jde o postupy, které podporují komplikovaná rozhodnutí, při kterých je potřeba posoudit varianty z několika hledisek. Tato hlediska jsou vyjadřována ve formě kritérií. Zpravidla bývá cílem vícekritériálního rozhodování to, aby byla vybrána jedna z množiny posuzovaných variant, případně seřazení variant podle výhodnosti dle daných preferencí. Může se třeba jednat o seznam účastníků výběrového řízení, seznam uchazečů o studium, výčet nabízených produktů a další.

ZÁVĚREČNÁ KAPITOLA TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část seznámila čtenáře se základní problematikou, která má souvislost s odváděním a čištěním odpadních vod. Odpadní vodu po použití je nutné opětovně vyčistit a vrátit do přírody a k tomu je vhodné použít patřičné technologie za dodržení příslušné platné legislativy.

První kapitola se zabývá vymezením základních pojmů jako je odpadní voda, historie odvádění a čištění a význam kanalizace pro život člověka. Voda je jednou ze základních a důležitých potřeb existence člověka a život bez ní není možný. Problematika čištění je důležitou celosvětovou záležitostí, která byla společně s pitnou vodou zařazena mezi 17 cílů udržitelného rozvoje stanovených OSN, konkrétně se jedná o 6. místo. Jak u nás v ČR, tak i ve světě, je kladen stále důraz na výstavbu nových stokových sítí a čistíren odpadních vod v čím dál menších městech a obcích. Od roku 1991 do roku 2020 se zvýšil počet obyvatel v ČR napojených na kanalizaci o 2 489 tis. a tento růst bude nadále pokračovat.

Druhá kapitola se zabývá legislativní stránkou, kde jsou definovány základní zákony související s provozem čistírny, bezpečností a ochranou zdraví při práci a požární ochranou. Při provozování tohoto vodárenského systému je nutné dbát na to, aby se dodržovaly všechny technologické postupy a odpadní voda byla řádně vyčištěna a odvedena do vodního toku v co nejvyšší kvalitě. Důležití jsou také uživatelé, aby byli důsledně upozorňováni na to, co do kanalizace zásadně nepatří. K provozu je zapotřebí každodenní přítomnost obsluhy, proto je nutné, aby tato osoba byla pravidelně a řádně školená z BOZP a PO a dodržování příslušných předpisů bylo kontrolováno nadřízeným.

Třetí kapitola se zabývá technologií použitou pro odvádění a čištění odpadních vod. Aby byla voda řádně vyčištěna na čistírně, musí se s k ní nějakým způsobem dopravit, a k tomu slouží stoková síť. Jedná se o systém potrubí různého rozměru, šachet, čerpacích stanic, uzávěrů a dalších prvků na síti. Jakmile je odpadní voda přivedena na čistírnu, dojde k jejímu vyčištění mechanicko-biologickou technologií, u které dojde k odstranění fyzických předmětů a vyčištění od nežádoucích látek metodou aktivovaného kalu.

Čtvrtá kapitola se zabývá řízením rizik. Je zde definován pojem riziko, u kterého je možné jeho velikost vyjádřit kombinací výskytu nežádoucích následků a pravděpodobnosti, s jakou tyto následky nastanou. Procesem řízení rizik se zabývá norma ISO 31000:2018, ve které jsou definovány jednotlivé procesy. Poslední část kapitoly se zabývá analýzou rizik, která může být kvalitativní, kvantitativní nebo kombinovaná.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ANALYTICKO – EMPIRICKÁ ČÁST

Tato kapitola je rozdělena na dvě části. V první části je popsán současný stav provozování systému „*Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – ČOV a stoková síť*“ a ve druhé části jsou identifikována a analyzována rizika v souvislosti s provozem ČOV.

5.1 Popis a charakteristika současného stavu

V rámci této kapitoly jsou popsány obce Přemyslovice a Budětsko, číselné ukazatele provozu, stoková síť, ČOV, BOZP a PO.

5.1.1 Hlavní ukazatele

Níže jsou uvedeny informace o obcích Přemyslovice a Budětsko a číselné ukazatele provozu ČOV za rok 2021.

Obec Přemyslovice

Přemyslovice je obec, která se nachází ve střední části Moravy v Olomouckém kraji asi 16 km severozápadně od bývalého okresního města Prostějov a asi 8 km východně od obce s rozšířenou působností města Konice. K 31. 12. 2021 mělo v obci Přemyslovice trvalý pobyt celkem 1112 obyvatel. K obci patří i místní část Štarnov vzdálená od Přemyslovic 3 km směrem na Konici, kde trvale žije celkem 119 obyvatel. V obou místních částech je tedy celkový počet 1231 obyvatel přihlášených k trvalému pobytu.

Obec je situována v jižní části Zábřežské vrchoviny v údolí Přemyslovického potoka, který pramení na louce nad obecním úřadem a vlévá se u Kandie do Šumice. Průměrná nadmořská výška se v katastru obce pohybuje pod hranicí 400 m n.m., u kostela pak 380 m n.m. Vesnice je vybudována podél silnice II. třídy č. 366 z Prostějova do Konice „horní konec“ a podél silnice směrem na Pěnčín „dolní konec“. Nejvýše položená místa jsou „U Bučku“ s nadmořskou výškou 483 m n.m. a „Strážná“, která má nadmořskou výšku 427 m n.m. (Plán rozvoje obce Přemyslovice na období 2020–2023).

Obec Budětsko

Obec Budětsko leží 7 km severovýchodně od obce Přemyslovice. K obci patří dvě místní části, východním směrem leží Slavíkov a jihozápadním Zavadilka, obě vzdálené asi 1 km. Nadmořská výška je přibližně v rozmezí 430 až 460 m n. m.

Přes obec vede hlavní silnice II. třídy č. 448 z Konice do Olomouce s odbočkou na Litovel v místě nazvaném „U Pavlova kříže“, v jižní části katastru u Zavadilky vede silnice II. třídy

č. 366 z Konice do Prostějova. V obci se nachází celkem 5 autobusových zastávek, které umožňují obyvatelům spojení do Konice, Prostějova a Olomouce. Nejbližší vlaková zastávka je umístěna v Konici. Celkovou výměru katastru obce tvoří 580 hektarů, z toho připadá nejvíce na zemědělskou půdu 355 ha. K 31. 12. 2021 žilo v obci 447 obyvatel (Strategický plán rozvoje obce Budětsko na období 2021–2026).

Číselné ukazatele provozu

V tabulce 5 jsou uvedeny číselné parametry provozu ČOV za rok 2021.

Tabulka 5 Číselné ukazatele provozu ČOV za rok 2021

Parametr	Číselný ukazatel
Počet trvale žijících obyvatel	1678
Počet obyvatel připojených na kanalizaci	1650
Délka kanalizace (km) do DN 300 mm	20,555
Počet kanalizačních přípojek	689
Počet čerpacích stanic	13
Stočné za 1 m ³ (Kč bez DPH)	34,55
Stočné celkem vybráno (Kč bez DPH)	1 865 198
Množství vypouštěných odpadních vod do kanalizace celkem za rok (m ³)	88 337
Celkové náklady na provoz kanalizace za rok (Kč bez DPH) včetně čerp.st.	497 113
Celkové náklady na provoz ČOV za rok (Kč bez DPH)	964 983

V tabulce 5 jsou uvedeny základní čísla ČOV za rok 2021. Celkem žilo k datu 31. 12. 2021 v obcích Přemyslovice a Budětsko a jejich místních částech 1678 obyvatel s počtem 1650 připojených na hloubkovou kanalizaci s následným odvedením na ČOV. Délka kanalizace byla 20,555 km s celkovým počtem 689 kanalizačních přípojek.

Celkem bylo vyčištěno a vypuštěno do vodního toku 88 337 m³ odpadní vody. Pokud dojde k podělení celkové výše stočného a ceny za 1 m³, které zaplatili uživatelé, dostaneme se k číslu 53 985 m³. Je zde tedy rozdíl 34 352 m³. V tomto čísle jsou započítány odpadní vody vyprodukované v rámci budov obecního úřadu, načerno odvedené odpadní vody a vody dešťové z domácností. Ten největší podíl však patří vodám balastním, tedy vodám spodním, které jsou velmi nežádoucí a dostávají se do kanalizační sítě netěsnostmi zejména v období vydatných dešťů a období jarních oblev.

5.1.2 Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – ČOV a stoková síť

V Přemyslovicích i místní části Štarnov byla vybudována hloubkové kanalizace v rámci projektu „Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – ČOV a stoková síť“. Stavba byla realizována v letech 2011–2014, kdy byla vybudována ČOV a stoková síť v obci Přemyslovice a její místní části Štarnov, dále v obci Budětsko a její místních částech Slavíkov a Zavadilka.

Nejvzdálenější odkanalizovanou lokalitou s ohledem na vzdálenost k ČOV je místní část obce Budětsko – Slavíkov. Odpadní vody jsou převážně gravitačně stokovou sítí, tedy samospádem, přivedeny do velké čerpací stanice (dále ČS) v obci Budětsko. Do této ČS jsou také svedeny všechny odpadní vody, kromě areálu zemědělského družstva, z této obce, a to prostřednictvím systémem převážně gravitační stokové sítě.

Z velké ČS v obci Budětsko jsou odpadní vody výtlačem vedeny k areálu zemědělského družstva, kde je napojeno potrubí, které odvádí odpadní vody ze samotného družstevního areálu. Odpadní vody dále výtlačem směřují extravilánem mezi obcemi Budětsko a Zavadilka směrem ke krajské komunikaci II/366, která spojuje město Konice a bývalé okresní město Prostějov. Zde jsou do kanalizačního systému zaústěny odpadní vody ze Zavadilky, jedná se o gravitační odkanalizování s tlakovým napojením. Výtlač odpadních vod pokračuje extravilánem podél krajské komunikace II/366 do obce Štarnov, kde dochází k zaústění do gravitační kanalizace, dále pak do velké ČS. Odtud výtlačem obcí Štarnov, dále podél krajské komunikace II/366 extravilánem k obci Přemyslovice. Zde je zaústění do koncové šachty větve kanalizace, která je již dále gravitační, a je součástí kanalizačního systému obce Přemyslovice.

Obec Štarnov je odkanalizována systémem stok gravitační a tlakové kanalizace do velké ČS, ze které jsou splaškové odpadní vody společně s vodami z Budětska a jejích místních částí Slavíkov a Zavadilka tlačeny do již zmíněné koncové šachty větve gravitační kanalizace v Přemyslovicích.

Stoková kanalizační síť obce Přemyslovice je tvořena systémem gravitační a tlakové sítě. Napojení je do gravitační stoky kanalizace s následným odvedením na ČOV Přemyslovice.

Celková délka kanalizační sítě je 20,555 km a je tvořena z potrubí z materiálu PVC DN do průměru 300 mm. V rámci tohoto uceleného systému se nachází celkem 13 ČS. Jedná se o 3 velké ČS a 10 malých ČS. Malé ČS jsou realizovány jako jednokomorové s mokrou jímkou. V mokré jímce jsou umístěny dvě ponorná kalová čerpadla. Velké ČS jsou

naprojektovány jako čerpací stanice se separací pevných látek. Vedle vlastní čerpací stanice je umístěn rozvaděč s elektrickým příslušenstvím, který řídí chod čerpadel, včetně signalizace havarijních stavů. V obci Budětsko je 1 velká ČS a 2 malé ČS, dále na Slavíkově i Zavadilce je vždy 1 malá ČS. Na Štarnově se nachází 1 velká ČS a 3 malé ČS. V samotné obci Přemyslovice je situována 1 velká ČS a dále 3 malé ČS (Kanalizační řád pro kanalizační systém „Agglomerace Budětsko, Přemyslovice – ČOV a stoková síť“, 2015).

5.1.3 Čistírna odpadních vod

V obci Přemyslovice se nachází ČOV, kde dochází k čištění odpadních vod v rámci celé aglomerace, tedy obce Budětska s místními částmi Slavíkov a Zavadilka a obce Přemyslovice s místní částí Štarnov. ČOV je řešena jako mechanicko-biologická s jedno bublinkovou aktivací, nitrifikací a denitrifikací s celkovou kapacitou 2100 ekvivalentních obyvatel. Aktuálně v roce 2022 je napojeno na ČOV celkem 1678 obyvatel. Na ČOV dochází k čištění odpadních vod, které obsahují splašky z kuchyní, koupelen, prádelen, WC, technické vybavenosti apod. Na obrázku 7 se nachází objekt ČOV Přemyslovice (Provozní řád ČOV, 2015).



Obrázek 7 ČOV Přemyslovice (vlastní)

Na obrázku 7 je vyfocen objekt ČOV Přemyslovice, který je oplocen a opatřen uzamykatelnou bránou. V popředí se nachází přítoková šachta, která umožňuje pomocí ventilu v případě poruchy ČOV odvedení odpadní vody mimo proces čištění přímo

do vodního toku. V přední budově jsou vstupní dveře, za kterými se nachází místnost se strojními a ručními česly, lapák písku, místnost s dmychadly, kancelář obsluhy s hlavní rozvodnou skříní el. energie a řídicí jednotkou. V levé části vedle budovy jsou umístěny popelnice, do kterých jsou vyskladňovány shrabky z česlí a písek. V zadní části objektu se nachází část budovy s nižší střechou, kde jsou umístěny nádrže nitrifikace, denitrifikace a dosazovací nádrž. Za budovou je situována pod úroveň terénu kalová nádrž (na obrázku není vidět) a dále pak odstředivka kalů (šedý objekt s oknem).

V dalších podkapitolách je specifikována technologie použitá na ČOV v obci Přemyslovice. Jako první technologický proces je mechanické předčištění.

Mechanické předčištění

Po přítoku odpadní vody do ČOV dochází k procesu mechanického předčištění. Jedná se o základní ochranu čistírny odpadních vod, kdy se jedná o proces odstranění velkých plovoucích předmětů nebo těch, které jsou vodou sunuty. Tyto předměty mohou mít za následek narušení vlastních pracovních procesů při čištění odpadních vod. Týká se to především nežádoucích poruch strojního zařízení. Mezi prvky mechanického předčištění patří strojní česle a lapák písku.

Na obrázku 8 jsou vyobrazeny strojní česle a napravo ručně stírané česle.



Obrázek 8 Strojní česle (vlastní)

Jako první na přítoku odpadních vod jsou ve žlabu umístěny strojně stírané česle. Pokud by došlo k poruše strojních česlí, jsou zde umístěny i ručně stírané česle. V česlích dojde

k oddělení mechanicky nerozložitelných předmětů, které mají velikost více než 20 mm, prostřednictvím jejich samotného mechanismu se vylišují do rypného stavu, kterému se říká shrabky. Tyto shrabky jsou vynášeny tubusem na kolečka a poté jsou obsluhou umísťovány do přistavených popelnic. Jednou za čas, jakmile jsou všechny popelnice naplněny, dochází k jejich odvozu na skládku v Němčicích nad Hanou, kterou provozuje firma SUEZ CZ, a.s.

Jako druhá část mechanického předčištění slouží lapák písku. Strojní česle zachytí části nad 20 mm, ale je potřeba ještě zabránit vstupu do biologické části menším předmětům, a k tomu slouží právě lapák písku. Hned za česlemi je umístěn samotný lapák písku, kde je umístěno mamutkové čerpadlo a písek je odčerpáván (oddělován) do separátoru písku. Odpadní voda oprostěná o velikosti předmětů jako jsou zrna, rýže, čočka a jiné pokračuje do vnitřních prostorů ČOV. Separovaný písek je uskladňovaný do přistavených popelnic a průběžně odvážen. Jako zdroj pro pohon mamutkového čerpadla slouží vzduch dodávaný kompresorem Orlík. Na obrázku 9 je znázorněn lapák písku (bílá krabice), kompresor Orlík, černé potrubí určené k dopravě písku a šedé potrubí sloužící k dopravě vzduchu do mamutkového čerpadla.



Obrázek 9 Lapák písku s kompresorem Orlík (vlastní)

Biologické čištění

Po mechanickém předčištění voda dále natéká do rozdělovacího objektu, kde se rozděluje do dvou na sobě oddělených a nezávislých čistících linek, kde pomocí ventilů je možné regulovat nátok pro každou linku zvlášť.

Biologická část čistírny je složena celkem ze tří nádrží:

- Denitrifikace
- Nitrifikace
- Dosazovák

Tyto tři nádrže tvoří aktivační část čistírny, kde probíhá samotný biologický proces čištění odpadních vod, kde dochází k odstranění organických látek, amonných solí, amoniaku a také částečně dusičnanů. Jednotlivé nádrže jsou propojeny průchody umístěnými pod hladinou.

Nádrž denitrifikace – voda, která je mechanicky předčištěná z česlí, přitéká do denitrifikační nádrže, kde se mísí s vratnými kaly, které přitékají potrubím z dosazováku. V nádrži se nachází vrtulové míchadlo. V denitrifikaci probíhá proces degradace organických látek a biochemický proces rozkladu dusičnanů (denitrifikace), kdy dochází k uvolnění plynného dusíku, který poté odchází hladinou do ovzduší. Tímto způsobem se snižují dusičnany na úroveň přijatelnou pro vodní tok. V nádrži denitrifikace není možné snižovat koncentraci rozpuštěného kyslíku na požadovanou úroveň. Jeho koncentrace je dána stavem nitrifikace a poměrem recirkulace vratných kalů z dosazováku. Zá účelem zvýšení koncentrace kyslíku je v nitrifikační nádrži instalován aerační systém, který je umístěn na dně nádrže. Tento systém je možné spouštět ručně, v časovém nebo automatickém režimu.

Nitrifikační nádrž – z denitrifikační nádrže přitéká substrát, jedná se o směs odpadní vody a kalů biomasy pod úrovní hladiny do nitrifikační nádrže. Tato nádrž je hlavní a nejdůležitější částí biologické čistírny. V tomto kroku se uskutečňuje biologické odbourávání organických látek účinkem aerobní biomasy a také k nitrifikace, tedy k oxidaci amonných iontů a amoniaku na dusičnany. Proces, při kterém dochází k odbourávání těchto látek, vyžaduje dodávku určitého množství kyslíku. Jeho množství musí být v přebytku v hodnotách více než 1,5 mg/litr. Jako optimální rozmezí se udává 1,5 – 3,0 mg/litr. Aerační systém dodává kyslík a tím dochází k provzdušňování nádrže. Z tohoto důvodu jsou na dně nádrže umístěny jedno bublinkové aerátory, které jsou napojeny na zdroj vzduchu, tedy dmyhadla. Pro automatický provoz dmyhadla za účelem dodávky kyslíku je v nádrži osazena kyslíková sonda, která monitoruje množství kyslíku.

Dosazovací nádrž – z nitrifikace dále směs vyčištěné vody a biomasy pokračuje do dosazovací nádrže. V případě ČOV Přemyslovice se jedná o vertikální pravoúhlý typ. Dosazovací nádrž (hovorově nazýváno jako dosazovák) má za účel oddělit vločky biomasy

od vyčištěné vody prostřednictvím usazování. Směs vody a kalu biomasy vstupují do dosazováku prostřednictvím přítokového potrubí pod hladinou ke dnu dosazováku. Vločky biomasy se zde usazují a vyčištěná voda stoupá nahoru a za nornými stěnami dále odtéká odtokovou kanalizací do měrného objektu. Na obrázku 10 jsou zobrazeny aktivační nádrže se dvěma na sobě nezávislými a oddělenými čistícími linkami.



Obrázek 10 Aktivační nádrže (vlastní)

Odtok vyčištěné vody a měření průtoku

Z dosazováku odtéká vyčištěná voda do měrné šachty, ve které je umístěn Parshallův žlab. Po technologické stránce se jedná o ultrazvukovou sondu měření průtoku, která je napojena na řídicí jednotku zaznamenávající aktuální průtok a celkové množství vypouštěné vody, tyto záznamy jsou archivovány. Z koncové měrné šachty vyčištěná voda odtéká do výpustního objektu a dále pak do vodního toku.

Recirkulace procesních kalů

Kaly biomasy, které se hromadí na dně dosazováku, jsou automaticky v nastaveném časovém režimu přečerpávány pomocí kalového čerpadla buď do nádrže denitrifikace nebo do kalojemu. Jsou zde umístěny ventily, které jsou elektronicky ovládány a podle nastavení se otevře ventil pro čerpání kalů buď do denitrifikační nádrže nebo do kalojemu. Časy jsou empiricky zjištěny obsluhou a případně upravovány dle aktuálního nátoku nebo míře znečištění odpadních vod. Tento proces může také být prováděn kdykoliv ručně podle potřeby.

Kaly z hladiny dosazováku

Na hladině dosazováku obvykle bývá malé množství biomasy, jedná se o rozdílně velké ostrůvky nebo souvislá vrstva o tloušťce asi 1 cm. Aby nedocházelo k odtoku této biomasy s vyčištěnou vodou, jsou zde umístěny norné stěny, které tomuto zabraňují. Tato biomasa musí být v pravidelném intervalu odstraňována. Za tímto účelem je v dosazováku umístěno mamutkové čerpadlo recirkulace kalů hladiny, které je spínáno současně s chodem dmychadel. Jako další možnost je odstranění kalů z hladiny dosazováku ostřikem pomocí hadice, kdy dojde k jeho porušení a následně kal klesá ke dnu.

Dmychadla a rozvody vzduchu

Za účelem zásobování čistícího procesu kyslíkem, tedy vzduchem, musí být v čistírně osazeno dmychadlo. Provoz dmychadla je řízeno buď časově, tedy empirickým nastavením nebo na základě výsledků získaných měření koncentrace rozpuštěného kyslíku v nitrifikační nádrži. V případě automatického provozu je v každé lince umístěna kyslíková sonda, která měří množství kyslíku v nádrži. Pokud klesne množství kyslíku pod nastavenou úroveň, předá se informace řídicí jednotce, která prostřednictvím frekvenčního měniče spustí dmychadlo. Při přiblížení k horní nastavené hranici množství kyslíku dochází naopak k vypnutí dmychadla. Na obrázku 11 je vyfocena místnost se třemi dmychadly. Dmychadlo umístěné nejvzdáleněji slouží jako zdroj kyslíku pro linku č.1, uprostřed pro linku č.2 a nejbližší slouží pro provzdušňování kalojemu. Na zdi jsou umístěny ventily, které je možné ovládat elektricky (třeba i na dálku) nebo ručně a slouží pro případ, kdy jedno dmychadlo přejde do poruchy, aby mohlo být druhým nahrazeno.



Obrázek 11 Místnost s dmychadly (vlastní)

Kalová nádrž – přebytečný kal

Přebytečný kal je uskladňován v kalové nádrži, kde je postupně hromaděn a dochází zde k sedimentaci. Kalová voda, která je oddělena při sedimentaci je pravidelně každý den přečerpávána do denitrifikační nádrže čistírny prostřednictvím kalového čerpadla. Obsah v kalojemu je složen celkem za tři vrstev, kdy na dně je usazený kal, nad ním je vrstva vody a dále vrstva pěny. Kalové čerpadlo je možné prostřednictvím ručního jeřábu spouštět do kalojemu na určitou výškovou úroveň. Je nutné vyzorovat hloubku, kde začíná voda, která je následně přečerpávána do denitrifikace. V okamžiku, když přestane přitékat poměrně čistá voda, ale spíše zakalená, je nutné čerpadlo vypnout. Nádrž pro uchování kalů je osazena aeračními elementy a podle potřeby je možné ji provzdušňovat.

Podle potřeby, ale zpravidla jednou týdně, dochází k odstředování kalu pomocí kalové koncovky neboli odstředivky kalů. Jedná se o odstředivé zařízení vysokých otáček, které prostřednictvím hadice nasává kal z kalové nádrže. Do procesu je přidávána chemikálie Flokulant, která má za úkol oddělit kal od vody. Oddělený kal je poté vyskladňován do přistaveného kontejneru a poté odvážen na víceúčelovou plochu v Čehovicích, která je v majetku firmy SEZAKO Prostějov s.r.o. Odstředěná voda je pak pomocí hadice vrácena zpět na přítok do rozdělovacího objektu. Na obrázku 12 je znázorněna odstředivka kalů.



Obrázek 12 Odstředivka kalů (vlastní)

Na obrázku 13 je vyobrazen kancelář obsluhy s hlavní rozvodnou skříní, kde jsou umístěny jističe, relé, spínače, centrální řídicí jednotka a další nezbytné zařízení. V přední části je malý ovládací panel s displejem, kde je možné provádět veškeré nastavení parametrů jednotlivých

zařízení pro automatický/časový provoz nebo je přepnout do ručního provozu. V pravém rohu vedle rozvaděče je umístěn panel, který je napojen na Parshallův žlab a eviduje aktuální a celkový průtok odpadních vod do vodního toku. Vpravo jsou na stěně dále umístěny dva frekvenční měniče k ovládání dmychadel obou čistících linek (černo-zelené zařízení). (



Obrázek 13 Kancelář obsluhy s řídicí jednotkou (vlastní)

5.1.4 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci a požární ochrana

Všichni zaměstnanci obce Přemyslovice, včetně obsluhy ČOV, se každoročně pravidelně účastní školení BOZP a PO a školení řidičů referentských vozidel, které probíhají v zasedací místnosti obecního úřadu.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

V měsíci dubnu probíhá pravidelné školení zaměstnanců v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Školení je prováděno externí odborně způsobilou osobou v prevenci rizik.

Na tomto školení jsou všichni zaměstnanci seznámeni s možnými pracovními riziky, která mohou při pracovní činnosti nastat. Jsou zde předávány informace o pracovních úrazech, které se v minulosti již staly a dále jak jim předcházet zejména používáním vhodných pracovních postupů a osobních ochranných pracovních prostředků. Pracovníci jsou dále seznámeni s návody k obsluze jednotlivých zařízení, kdy je toto poté ověřeno pohovorem s následným podepsáním zápisu o školení. Na školení jsou také sděleny důležité informace s aktuálně platné legislativy.

Obsluha ČOV pravidelně dostává přidělené osobní ochranné pracovní pomůcky jako je montérková souprava, boty, bunda, pokrývka hlavy, chrániče sluchu, ochranné brýle a další, dále pak dle potřeby pracovní rukavice, jednorázové pracovní rukavice a jiné nezbytně nutné prostředky důležité pro provoz čistírny.

Požární ochrana

V případě požární ochrany také probíhá každý rok školení zaměstnanců, které je vedeno odborně způsobilou osobou v požární ochraně. Na školení jsou všichni přítomní seznámeni s organizací a zajištěním požární ochrany a se základními povinnostmi, které vyplývají z platné legislativy v oblasti požární ochrany.

Každý z pracovníků, včetně obsluhy ČOV, se musí chovat tak, aby se předcházelo vzniku požáru. Pokud požár v případě objektu ČOV již nastane, má obsluha za povinnost se pokusit požár uhasit, ale musí chránit zejména sebe samotného. Pro případné zdolávání požáru je zde k dispozici poměrně velké množství vody v dosazovací nádrži, které je možné čerpat ponorným čerpadlem. V místnosti s dmychadly je umístěn jeden práškový hasicí přístroj o hmotnosti 6 kg a v prostorech kalové koncovky také jeden práškový hasicí přístroj o hmotnosti 2 kg. Pokud obsluha vyhodnotí, že požár nezvládne, musí zavolat hasiče na tel. číslo 150. Nejbližší profesionální hasiči sídlí v Konici, v obci Přemyslovice sídlí jednotka sboru dobrovolných hasičů JPO III, kteří disponují i cisternou Tatra T148 CAS o objemu 6 litrů vody.

Řízení služebních vozidel

Každý rok probíhá školení řidičů referentských vozidel pod vedením externí odborně způsobilé osoby v prevenci rizik. Na školení probíhá opakování základních pravidel při provozu vozidla na pozemních komunikacích

Obec Přemyslovice vlastní celou řadu vozidel jak osobní, tak i nákladních. Osobní vozidla slouží k různým účelům jako je přesun zaměstnanců, rozvoz obědů, servisním pracím a k dalším účelům. Nákladní automobily jsou v majetku obce celkem 2, a to Iveco Daily o nosnosti 3,5t (kontejner) a MAN TGM o nosnosti 6t (hydraulická ruka a kontejner). Tato nákladní vozidla slouží jak pro potřeby zákazníků, tak i potřeby obce, včetně ČOV.

Obsluha ČOV má k dispozici k užívání osobní automobil Dacia Lodgy, které využívá pro jízdu na čistírnu, na jednotlivé čerpací stanice, k dovozu součástek a zařízení zejména z Prostějova a k dalším nezbytným účelům, které je potřebné řešit.

5.2 Identifikace a analýza rizik čistírny odpadních vod

V této kapitole jsou aplikovány metody rizikového inženýrství a dále je zhodnocena analytická část. Předmětem identifikace a analýzy rizik není celý systém „*Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – ČOV a stoková síť*“, ale pouze samotný objekt ČOV s ohledem na omezený rozsah této závěrečné práce.

5.2.1 Aplikace metod rizikového inženýrství

Pro identifikaci a analýzu rizik ČOV jsou aplikovány metody What if analýza, Brainstorming, FMEA, FTA a PNH. Nejprve je proveden Brainstorming na celý objekt ČOV, dále je použita metoda FMEA zvlášť na technologická rizika a zvlášť na společenská a přírodní rizika. Poté je vždy v každé kategorii vybrána příčina s nejvyšším rizikovým číslem, která představuje vrcholovou událost a je pro tento případ aplikována metoda FTA. Metoda PNH je použita pro odhalení rizik BOZP a pro nejzávažnější rizik je aplikována metoda FTA.

Brainstorming

Za účelem zjištění rizik byla oslovena obsluha ČOV Přemyslovice. Autor práce několikrát navštívil ČOV, kde došlo ke společnému projití celého objektu a jeho technologií. Autor práce měl připraveno celou řadu otázek, na které obsluha odpovídala a dále pak docházelo k návrhům možných řešení. Následně na společné diskuzi s obsluhou ČOV a starostkou obce došlo k rozdělení rizik do celkem 3 kategorií: technologická rizika, přírodní a společenská rizika a rizika BOZP zaměstnance. Každá z těchto kategorií byla následně podrobena důkladnému rozboru.

What If analýza – technologická rizika

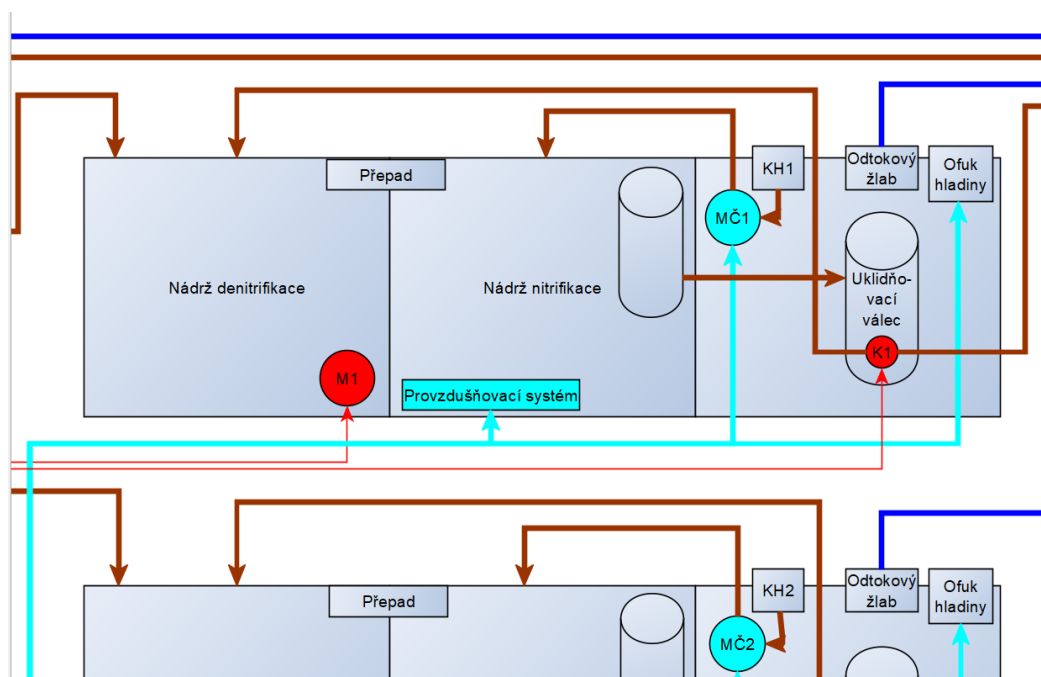
Technologická rizika jsou ta rizika, která souvisí přímo se samotným provozem ČOV a její technologií. Vzhledem k tomu, že se jedná o velice složitý systém, není reálné s ohledem na rozsah této práce analyzovat všechna zjištěná rizika. V tabulce 6 je provedena What If analýza technologické části, kde jsou definované jednotlivé prvky zařízení a dále pak příčiny poruch a jejich důsledky v samotném provozu. Možným důsledkem tato analýza končí a již není dále podrobněji rozebírána. Vzhledem k tomu, že čistící linky jsou dvě, tím pádem jsou některá zařízení zdvojená (např. dmychadlo, míchadlo, kalové čerpadlo) je reálné jeho zastoupení v případě poruchy zařízením, které je v tu chvíli fungující. Příkladem je použití dmychadla z linky č.1 pro linku č.2 po přepojení ventilů.

Tabulka 6 What If analýza – technologická rizika (vlastní)

Pořadové číslo	Co se stane, když....	Důsledek
1.	dojde k přerušení el. energie na celé ČOV?	Nefunkčnost celého objektu
2.	dojde k poruše motoru strojních česlí?	Nemožnost oddělovat předměty nad 20 mm
3.	se zasekne pás pohonu strojních česlí?	Nemožnost oddělovat předměty nad 20 mm
4.	se ucpe potrubí lapáku písku?	Nemožnost oddělovat předměty velikosti zrna
5.	dojde k poruše motoru kompresoru lapáku písku?	Nemožnost oddělovat předměty velikosti zrna
6.	dojde k poruše motoru dmyhadla?	Nemožnost dodávat kyslík do nádrže
7.	spadne klínový řemen na dmyhadle?	Nemožnost dodávat kyslík do nádrže
8.	dojde k poruše frekvenčního měniče?	Nesprávné dodávání kyslíku do nádrže
9.	dojde k poruše kyslíkové sondy?	Nesprávné dodávání kyslíku do nádrže
10.	se ucpe filtr dmyhadla?	Omezená dodávka kyslíku do nádrže
11.	praskne potrubí aeračního systému?	Omezená dodávka kyslíku do nádrže
12.	se poškodí membrány aeračního systému?	Odpadní voda se vrací do potrubí
13.	se pokazí motor míchadla?	Nemíchá se přitékající odpadní voda s vratnými kaly
14.	se namotají kusy hadrů na vrtuli míchadla?	Nesprávné promíchávání odpadní vody a vratných kalů
15.	se pokazí kalové čerpadlo v dosazovací nádrži?	Nemožnost přečerpávat vratný a přebytečný kal
16.	se ucpe kalové čerpadlo v dosazovací nádrži?	Nemožnost přečerpávat vratný a přebytečný kal
17.	se ucpe potrubí u mamutkového čerpadla v dosazovací nádrži?	Nemožnost odčerpávat kaly na hladině dosazovací nádrže
18.	dojde k poruše dmyhadla?	Nemožnost odčerpávat kaly na hladině dosazovací nádrže
19.	dojde k poruše motoru kalového čerpadla v kalojemu?	Nemožnost odčerpávat kalovou vodu do rozdělovacího objektu
20.	se ucpe kalové čerpadlo v kalojemu?	Nemožnost odčerpávat kalovou vodu do rozdělovacího objektu
21.	dojde k poruše motoru odstředivky kalů?	Nemožnost odstředovat kalovou vodu
22.	se ucpe čerpadlo u odstředivky kalů?	Nemožnost odstředovat kalovou vodu
23.	dojde k nesprávnému dávkování flokulantu do odstředivky kalů?	Nesprávně odstředěný kal

V tabulce 6 je zpracována What If analýza technologie ČOV. Na každém řádku je uvedeno zařízení a pokud dojde k jeho poruše, tak jaký je poté důsledek. Nejdůležitější pro provoz systému je elektrická energie, kdy v případě jeho výpadku nejdou všechny stroje, které jsou na el. energii závislé. V rámci této práce nebudou řešena všechna technologická rizika, protože s ohledem na rozsah to není ani možné. Byl vybrán jeden prvek tohoto systému, a to je kyslík v biologickém procesu čištění, na který bude provedena aplikována FMEA, aby bylo možné odhalit a následně předejít s jeho dodávkou v dalším provozu.

Na obrázku 14 je znázorněn výřez ČOV Přemyslovice, a to část linky č.1 i linky č.2. Světle modrou barvou je znázorněna přítomnost kyslíku v procesu čištění. Jedná se tedy o provzdušňování nádrže nitrifikace, dále o pohon mamutkového čerpadla a odfuk hladiny. Celé schéma ČOV Přemyslovice je součástí této závěrečné práce v příloze P I: Schéma ČOV Přemyslovice.

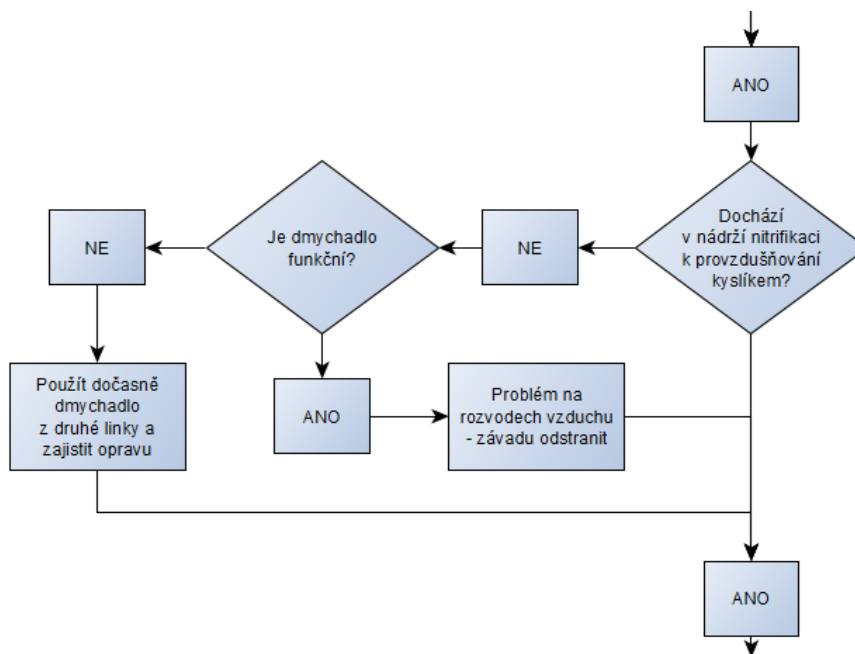


Obrázek 14 Výřez schéma ČOV Přemyslovice (vlastní)

Vysvětlivky pro linku č.1: M1 – míchadlo, MČ1 – mamutkové čerpadlo, KH1 – odtok kalů z hladiny, u linky č.2 jsou zařízení označeny číslem 2.

Na obrázku 15 je dále znázorněn výřez z vývojového diagramu průtoku odpadní vodou ČOV. Výřez se týká části ČOV, kdy odpadní voda natéká z nádrže denitrifikace do nádrže nitrifikace, kde dochází k obohacení kyslíkem, který je dodáván dmychadlem.

Celý vývojový diagram, který znázorňuje průtok odpadní vodou ČOV, je součástí této závěrečné práce jako příloha P II: Vývojový diagram průtoku odpadní vodou ČOV.



Obrázek 15 Výřez z vývojového diagramu (vlastní)

FMEA – technologická rizika

V této kapitole jsou identifikována rizika v souvislosti s přítomností kyslíku v biologickém procesu čištění. Jsou zde učeny možné příčiny, dále pak možné následky a možné vady. Pro každý řádek jsou určeny 3 hodnoty, a to význam (Vz), výskyt (Vy) a odhalení (Od). Každá z těchto hodnot nabývá velikosti 1 – 10. Součinem těchto čísel je současné rizikové číslo RPN. Na základě zjištěných příčin jsou pak dále navržena okamžitá opatření a trvalá nápravná opatření, zodpovědnost a termín realizace. Budoucí číslo RPN pak udává velikost rizika po přijetí opatření.

V tabulce 7 je definována velikost rizikového čísla RPN a dále pak barevné vyjádření.

Tabulka 7 Rizikové číslo RPN a barevné vyjádření (vlastní)

Míra rizika	Rizikové číslo RPN	Barevné vyjádření
Akceptovatelné riziko	< 50	
Významné riziko	50 ÷ 151	
Nepřijatelné riziko	> 151	

V tabulce 8 a 9 je provedena FMEA analýza na technologické riziko, a to prvek kyslíku v biologickém procesu čištění.

Tabulka 8 FMEA – Technologická rizika 1 z 2 (vlastní)

Analýza možných chyb a jejich následků – technologická rizika													FMEA č.: 1			
													Strana: 1 z 2			
Číslo pracoviště: ČOV Přemyslovice			Analytický tým: Bc. Jiří Urban, Obsluha ČOV, Starostka				Zodpovědnost: Bc. Jiří Urban				Datum: 18.3.2022					
Současný stav								Budoucí stav								
Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Možné příčiny	Vz	Vy	Od	RPN	Okamžitá opatření	Trvalé nápravné opatření	Zodpovědnost	Termín realizace	Vz	Vy	Od	RPN	
Kyslík v biologickém procesu čištění	Nedostatečné množství kyslíku v aktivačních nádržích	Snížená funkce biologického čištění	Porucha dmychadla	8	4	2	64	Přepnout ventil a použít dmychadlo z druhé linky	Pravidelně kontrolovat stav dmychadel – doplňovat olej, kontrolovat stav klínového řemen, kontrolovat zvuk motoru	Obsluha ČOV	průběžně	8	3	2	48	
				8	4	2	64	Použít ruční režim pomocí dmychadla kalojemu								Obsluha ČOV
			Závada na rozvodech vzduchu – netěsnost - např. za dmychadlem povolená manžeta	6	3	4	72	Zjistit závadu a netěsnost opravit, popř. předat k řešení nadřízenému pracovníkovi	Pravidelně a důsledně kontrolovat, zda z potrubí neuchází vzduch (na místech, kde je to možné)	Obsluha ČOV	průběžně	6	3	2	36	
			Ucpání provzdušňovacích elementů – zkontenzování vody nebo zalepení kalem	8	3	2	48	Použít odkalovací ventil								Pravidelně provádět odkalování podle provozního řádu nebo dle potřeby

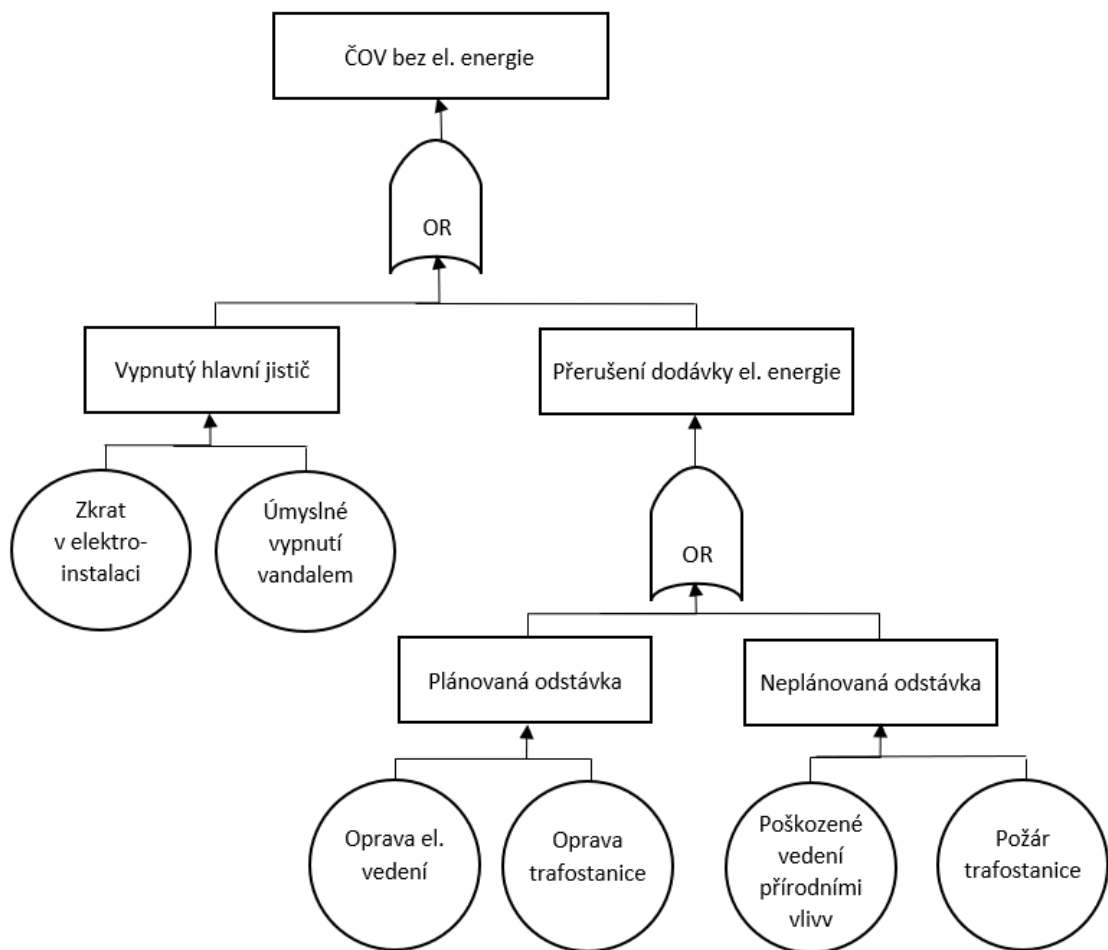
Tabulka 9 – Technologická rizika 2 z 2 (vlastní)

Analýza možných chyb a jejich následků – technologická rizika												FMEA č.: 1			
												Strana: 2 z 2			
Číslo pracoviště: ČOV Přemyslovice			Analytický tým: Bc. Jiří Urban, Obsluha ČOV, Starostka				Zodpovědnost: Bc. Jiří Urban				Datum: 18.3.2022				
Současný stav								Budoucí stav							
Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Možné příčiny	Vz	Vy	Od	RPN	Okamžitá opatření	Trvalé nápravné opatření	Zodpovědnost	Termín realizace	Vz	Vy	Od	RPN
Kyslík v biologickém procesu čištění	Nedostatečné množství kyslíku v aktivačních nádržích	Snížená funkce biologického čištění	Protržení provzdušňovacích elementů	8	2	2	32	Zjistit závadu a protržení opravit, popř. předat k řešení nadřízenému pracovníkovi	Vizuálně kontrolovat hladinu v nitrifikaci	Obsluha ČOV	průběžně	9	2	1	18
			Výpadek el. energie	10	4	4	160	Nahlásit nadřízenému, který zajistí půjčení záložního zdroje	Zakoupení nového mobilního zdroje el. energie	Starostka	16.9.2022	3	4	4	48
			Nadměrné látkové znečištění	6	6	4	144	Přepnout na ruční režim a zvýšit dodávku kyslíku do nádrže	Opakované zdůrazňování občanům zákazu vylévání obsahu septiků do kanalizace	Autor práce	30.9.2022	6	3	2	36
			Vysoká koncentrace kalu v procesu čištění	6	6	3	108	Odčerpat ručně přebytečný kal do kalojemu	Důsledně kontrolovat nastavení automatického provozu	Obsluha ČOV	průběžně	6	3	3	36
	Nadměrné množství kyslíku v aktivačních nádržích	Rozbití vloček biomasy a jejich únik s vyčištěnou vodou	Porucha kyslíkové sondy – předává řídicí jednotce nízkou hodnotu	8	2	2	32	Nastavit ručně nižší max. hodnotu kyslíku	Kontrolovat stav kyslíkových sond, pravidelně je čistit a ověřovat jejich funkčnost	Obsluha ČOV	průběžně	8	1	2	16

V tabulce 8 a 9 je provedena FMEA analýza na technologické riziko, kde je prvkem kyslík v biologickém procesu čištění. Kyslík je nesmírně důležitý pro samotné fungování čistícího procesu. Pokud např. dojde k poruše dmychadla na jedné lince, je reálné jeho odstavení a pomocí ventilů zajistit kyslík pro příslušnou čistící linku prostřednictvím některého z dalších dvou dmychadel.

Nejhorší situace však nastane, pokud dojde k přerušení přívodu el. energie na celou ČOV. Pak již není reálné jakékoli nahrazení el. zařízení vzájemně mezi jednotlivými čistícími linkami. Zde také byl definován nejvyšší rizikový faktor RPN, který nabývá hodnotu 160. Jako návrh trvalého opatření je zde uvedeno zakoupení nového záložního zdroje el. energie, jehož výběr je uveden dále v aplikační části v kapitole 6.1.1.

Na výpadek el. energie na ČOV je dále použita metody FTA. Na obrázku 16 jsou znázorněny možné příčiny přerušení dodávky el. energie na čistírnu.



Obrázek 16 FTA diagram – ČOV bez el. energie (vlastní)

Na obrázku 16 je znázorněn diagram FTA, kde vrcholovou událostí je ČOV bez el. energie. Možnost přerušení el. energie je brána v tomto případě místo rozvaděče, který je vzdálen asi 200 m od samotného objektu ČOV. Je zde umístěn hlavní jistič, přes který je el. energie dodávána kabelem na čistírnu. Zde tedy může dojít k jeho vypnutí a to např. zkratem v elektroinstalaci. Jako další možností je násilné otevření dvířek vandalem a vypnutí jističe, popř. poškození celého rozvaděče. Další příčinou přerušení dodávky na ČOV může být plánovanou nebo neplánovanou odstávkou, kdy v případě první varianty je toto méně náročné, protože je dopředu zasláno oznámení o přerušení dodávky el. energie distributorem.

FMEA analýza – společenská a přírodní rizika

V tabulce 10 a 11 je dále provedena FMEA analýza na společenská a přírodní rizika.

Tabulka 10 FMEA – Společenská a přírodní rizika 1 z 2 (vlastní)

Analýza možných chyb a jejich následků – společenská a přírodní rizika												FMEA č.: 2			
												Strana: 1 z 2			
Číslo pracoviště: ČOV Přemyslovice			Analytický tým: Bc. Jiří Urban, Obsluha ČOV, Starostka				Zodpovědnost: Bc. Jiří Urban					Datum: 18.3.2022			
Současný stav								Budoucí stav							
Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Možné příčiny	Vz	Vy	Od	RPN	Okamžitá opatření	Trvalé nápravné opatření	Zodpovědnost	Termín realizace	Vz	Vy	Od	RPN
Ohrožení provozu ČOV způsobené úmyslným vandalismem	Nefunkční počítač s centrálním dispečinkem	Nejsou zasílány obsluze SMS s chybovými stavy	Zavirovaný počítač hackerem	8	2	4	64	Zajistit okamžitě přeinstalování počítače a instalaci nového dispečinku WinControl, antiviru a dalšího SW	Pravidelná kontrola a instalace aktualizací nainstalovaných programů, včetně antivirového SW	Obsluha ČOV	průběžně	8	2	3	48
	Ohrožení procesu biologického čištění	Úmyslné poškození nebo krádež zařízení	Vniknutí vandalů do objektu	9	2	8	144	Častější kontrola objektu	Instalace zabezpečovacího zařízení s vysláním SMS o narušení objektu	Starostka	14.9.2022	9	2	2	36
				9	2	8	144	Častější kontrola objektu	Zřízení přístupového internetového bodu a kamerového systému	Starostka	21.9.2022	7	2	2	28
				9	2	8	144	Častější kontrola objektu	Zřízení elektrické požární signalizace	Starostka	11.10.2022	4	1	1	4
	Nemožnost odstředovat kalovou vodu	Odcizení odstředivky kalů		6	3	9	162	Častější kontrola objektu	Oddělní podvozku odstředivky kalů a přesun blíže k ČOV	Autor práce	14.10.2022	6	2	2	24

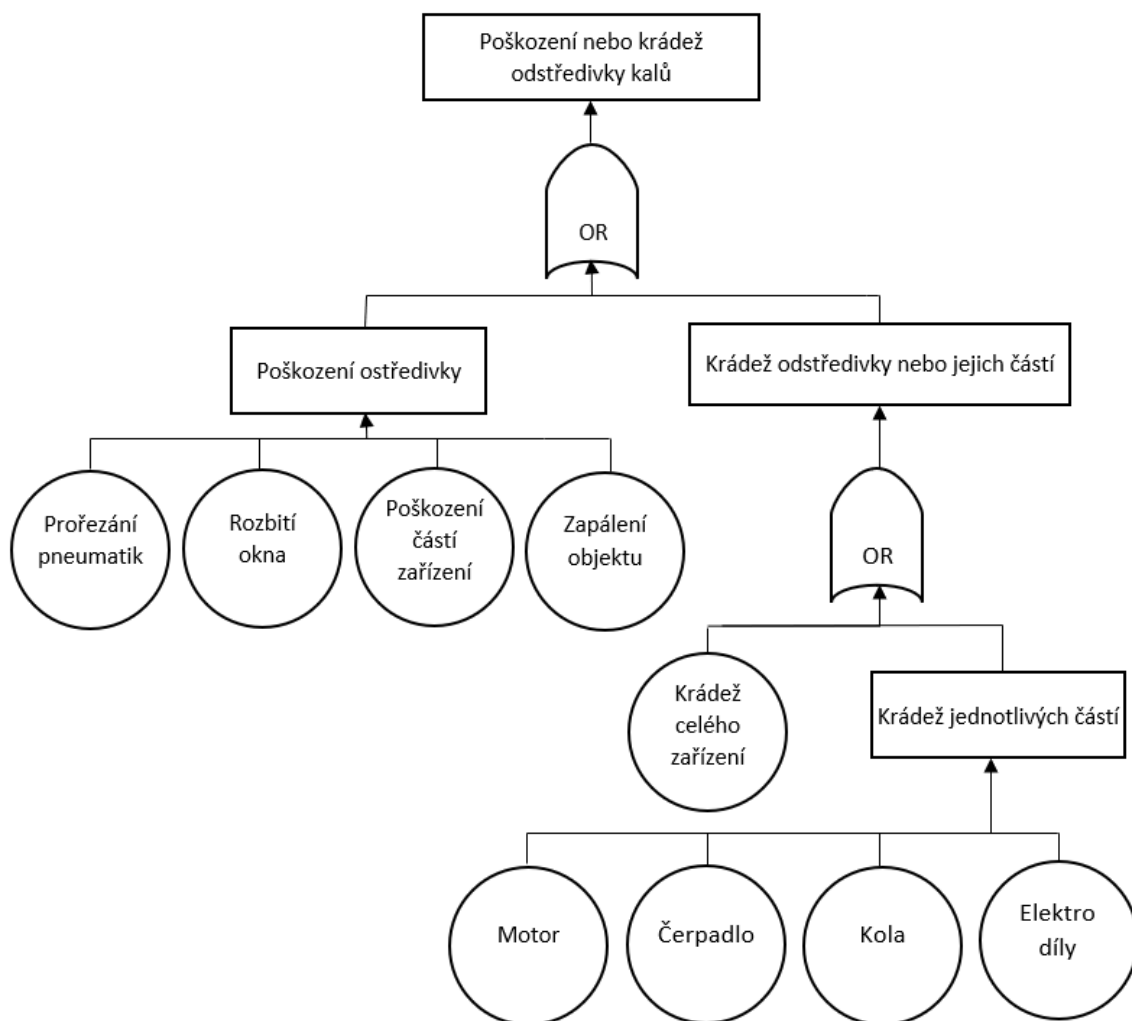
Tabulka 11 – Společenská a přírodní rizika 2 z 2 (vlastní)

Analýza možných chyb a jejich následků – společenská a přírodní rizika											FMEA č.: 2				
											Strana: 2 z 2				
Číslo pracoviště: ČOV Přemyslovice			Analytický tým: Bc. Jiří Urban, Obsluha ČOV, Starostka				Zodpovědnost: Bc. Jiří Urban				Datum: 18.3.2022				
Současný stav								Budoucí stav							
Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Možné příčiny	Vz	Vy	Od	RPN	Okamžitá opatření	Trvalé nápravné opatření	Zodpovědnost	Termín realizace	Vz	Vy	Od	RPN
Ohrožení provozu ČOV způsobené úmyslným vandalismem	Nemožnost se přepravovat za účelem servisních prací	Odcizení servisního auta vandalem	Obsluha nechá automobil odemčený u objektu ČOV	5	2	2	20	Důsledně uzamykat osobní automobil při jeho odchodu	Pokračovat dále v okamžitém opatření a klást na toto důraz při každoročním školení řidičů referentských vozidel	Obsluha ČOV	průběžně	1	2	1	2
Ohrožení provozu ČOV způsobené přírodními vlivy	Ohrožení procesu biologického čištění	Poškození objektu pádem stromu	Silný vítr s následným vyvrácením stromu	8	3	6	144	Vyřezat stromy bezprostředně ohrožující objekt	Kompletní vyřezání stromů, který by potenciálně pádem ohrozily objekt	Autor práce	21.10.2022	2	1	1	2
			Mokrý těžký sníh na větvích s následným vyvrácením stromu	8	3	6	144			Autor práce	21.10.2022	2	1	1	2
			Úder blesku s následným vyvrácením stromu	8	3	6	144			Autor práce	21.10.2022	2	1	1	2
	Ohrožení procesu biologického čištění	Zaplavení čistírny v důsledku povodně	Nadměrné a dlouho trvající deště	8	3	5	120	Odstranit překážky ve vodním toku	Monitorovat počasí, udržovat vodní tok v čistotě	Obsluha ČOV	průběžně	8	2	2	32

V tabulce 10 a 11 je provedena FMEA analýza pro společenská a přírodní rizika. Jako nejzávažnější riziko bylo identifikováno krádež odstředivky kalů vandaly, rizikové číslo zde nabývá hodnoty 162.

Odstředivka kalů byla zakoupena na konci roku 2017. Je využívána zpravidla jednou týdně k oddělování kalů od téměř čisté vody. Její oficiální název, který je uveden i v kupní smlouvě, je „*Mobilní linka odvodňování kalů odstředivkou Westfalia UCD*“. Její pořizovací cena byla v době koupě 1 967 200,- Kč bez DPH (2 380 312,- Kč vč. DPH). Je zde reálná možnost, že může dojít k poškození tohoto zařízení a v tom nejhorším případě i krádeže, která by způsobila poměrně velkou finanční škodu a byl by znemožněn proces průběžného odstřeďování. Krádež nebo poškození odstředivky kalů je dále podrobena metodě FTA.

Na obrázku 17 jsou znázorněny možné příčiny, kde vrcholovou událostí je poškození nebo krádež odstředivky kalů.



Obrázek 17 FTA diagram Poškození nebo krádež odstředivky kalů (vlastní)

V případě odstředivky kalů jsou na místě dva možné scénáře, které vedou k vrcholové události. V prvním případě se jedná o poškození zařízení vandaly bez žádného dalšího účelu v podobě zpeněžení. Jedná se v tomto případě o poškození cizí věci jen ze záliby. Ve druhém případě se jedná o krádež jednotlivých součástí za účelem jejich následného zpeněžení. Nejhorší finanční škoda vznikne v případě krádeže celého zařízení, kdy je reálné zapřáhnout kalovou koncovku pomocí taženého zařízení za automobil a odvést s jejím následným prodejem nebo rozebráním a prodejem jednotlivých částí.

PNH metoda – bezpečnost a ochrana zdraví při práci

V této kapitole jsou identifikována a analyzována rizika v souvislosti s bezpečností a ochranou zdraví při práci. Je zde určen druh činnosti, identifikace nebezpečí a zdroj rizika. Pro každý řádek jsou určeny 3 hodnoty, a to pravděpodobnost vzniku a existence nebezpečí (P), možné následky ohrožení (N) a názor hodnotitelů (H). Každá z těchto hodnot nabývá velikosti 1–5. Součinem těchto čísel je současné rizikové číslo R. Na základě zjištěných příčin jsou pak dále navržena okamžitá opatření a trvalá nápravná opatření.

V tabulce 12 je definována úroveň velikosti rizika R.

Tabulka 12 Úroveň velikost rizika R (Koudelka a Vrána, 2006)

Rizikový stupeň	R	Míra rizika
I.	> 100	Nepřijatelné riziko
II.	51 ÷ 100	Nežádoucí riziko
III.	11 ÷ 50	Mírné riziko
IV.	3 ÷ 10	Akceptovatelné riziko
V.	< 50	Bezvýznamné riziko

V tabulce 13 a 14 je provedena PNH metoda pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci.

Tabulka 13 PNH metoda – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 1 z 2 (vlastní)

PNH metoda – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci							PNH č.: 1	
							Strana 1 z 2	
Číslo pracoviště: ČOV Přemyslovice		Analytický tým: Bc. Jiří Urban, Obsluha ČOV, Starostka				Zodpovědnost: Bc. Jiří Urban		
Současný stav						Bezpečnostní opatření		
Druh činnosti	Identifikace nebezpečí	Zdroj rizika	P	N	H	R	Okamžitá opatření	Trvalé nápravné opatření
Chůze po schodek odstředivky kalů	Pád obsluhy při chůzi po schodech	Nedodělané terénní úpravy – schody jsou nestabilní	3	3	2	18	Položení jednoho betonového panelu do prostoru schodů	Oddělení podvozku odstředivky kalů od skříňové nástavby a snížení schodků ze 3 na 1
Práce ze zdraví škodlivými látkami	Potřísnění obsluhy nebezpečnými látkami apod.	Nebezpečné splašky, shrabky apod.	3	3	3	27	Důsledně používat osobní ochranné pracovní pomůcky – plášť, rukavice, brýle, vhodnou obuv	Zřídit nový sprchový kout a bojler o objemu 50L a pokračovat v používání osobních ochranných pracovních prostředků
Práce a chůze na lávce	Pád obsluhy při práci a chůzi po lávce	Hadice volně ložené na lávce	3	2	3	18	Smotat hadice a dát je na jiné místo, pokud se zrovna nepoužívají	Vyrobít držáky a přidělat je na zábradlí, do kterých budou hadice umístěny
Práce v prostorách mimo lávku	Pád obsluhy do nádrží s následným utonutím	Ventily a zařízení umístěné mimo lávku	3	5	4	60	Při používání ventilů se řádně zajistit záchranným pásem za přítomnost druhé osoby pro případ jištění	Návrh a realizace násad na stávající ventily, které bude možné ovládat bezpečně z lávky
Práce s elektrickými spotřebiči	Zásah el. proudem	Porušená instalace (el. čerpadla, pohon strojní zařízení, osvětlení, regulace, kabeláž atd.)	2	4	3	24	Řádně a pravidelně kontrolovat stav kabelů a el. zařízení a používat osobní ochranné pracovní pomůcky	Pokračovat dále v okamžitém opatření a klást na toto důraz při každoročním školení BOZP

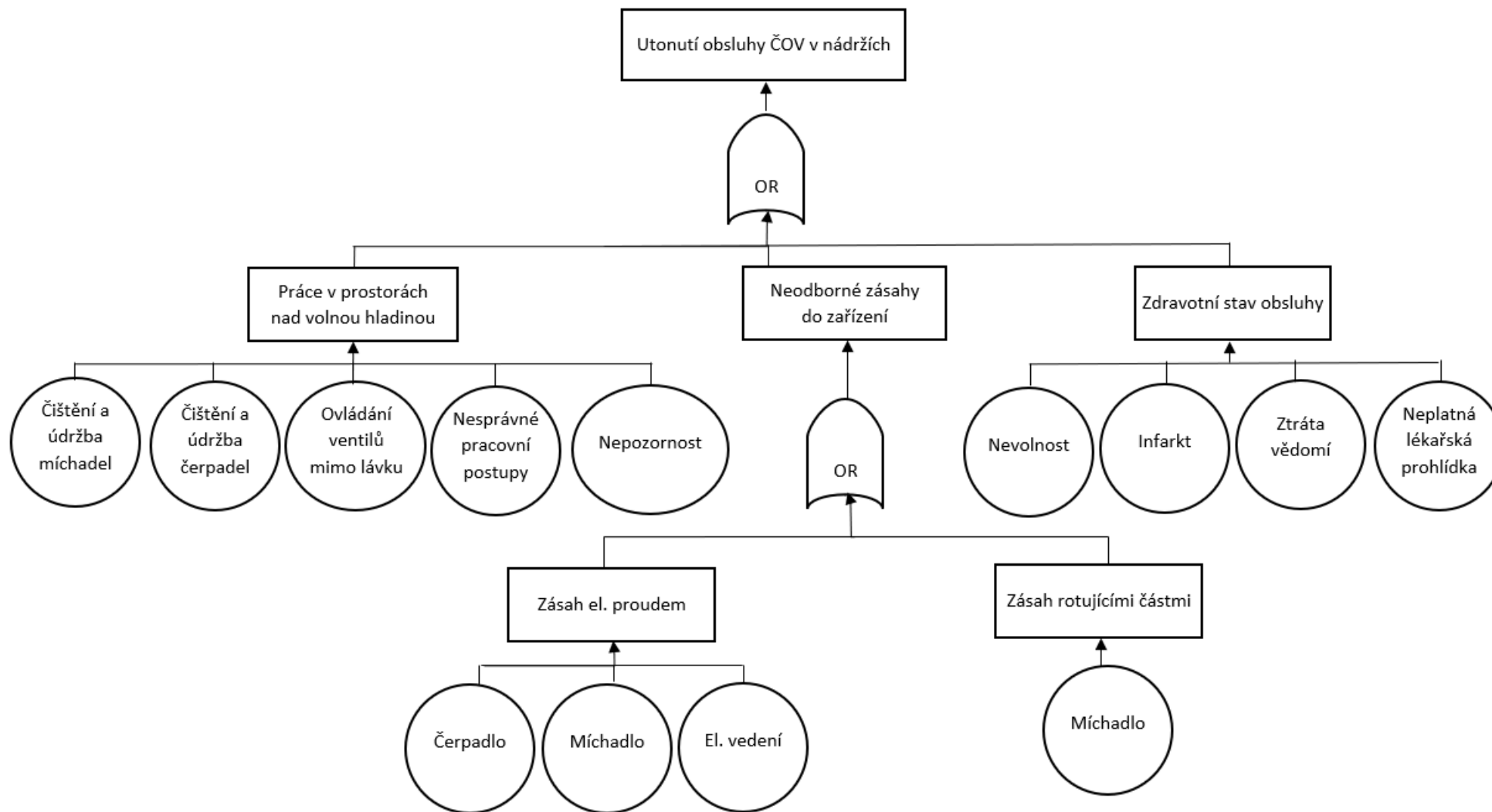
Tabulka 14 PNH metoda – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2 z 2 (vlastní)

PNH metoda – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci							PNH č.: 1	
							Strana 2 z 2	
Číslo pracoviště: ČOV Přemyslovice			Analytický tým: Bc. Jiří Urban, Obsluha ČOV, Starostka				Zodpovědnost: Bc. Jiří Urban	
Současný stav							Bezpečnostní opatření	
Druh činnosti	Identifikace nebezpečí	Zdroj rizika	P	N	H	R	Okamžitá opatření	Trvalé nápravné opatření
Pohyb po vlhkém a kluzkém povrchu	Pád obsluhy na zem	Vlhký a kluzký povrch	2	2	2	8	Řádně obsluhu upozornit na používání zejména vhodné pracovní obuvi s drsnou podrážkou	Pokračovat dále v okamžitém opatření a klást na toto důraz při každoročním školení BOZP
Práce v místnosti s česly	Kontakt obsluhy s nebezpečnými zvířaty	Nebezpečné zvířata – hlodavci, hmyz apod.	3	2	3	18	Důsledně používat osobní ochranné osobní pomůcky – plášť, rukavice a další	Pokračovat dále v okamžitém opatření a klást na toto důraz při každoročním školení BOZP
Práce v místech se zvýšeným hlukem strojů	Zvýšené akustická hladina zvuku způsobena chodem strojů	Strojní zařízení – dmychadla, kompresor Orlik, odstředivka	4	2	2	16	Důsledně používat při činnosti strojů ochranná sluchátka	Pokračovat dále v okamžitém opatření a klást na toto důraz při každoročním školení BOZP
Práce s nebezpečnou chemikálií	Potřísnění obsluhy Flokulantem	Nebezpečná chemikálie potřebná pro odštěďování kalů – Flokulant	3	3	2	18	Důsledně používat při manipulaci s Flokulantem ochranný plášť, rukavice a brýle	Pokračovat dále v okamžitém opatření a klást na toto důraz při každoročním školení BOZP
Práce v zimních měsících ve venkovních prostorech	Pád obsluhy na zem	Kluzký a zledovatělý povrch	4	3	2	24	Důsledně používat řádnou zimní obuv a venkovní prostory průběžně uklízet od sněhu a ošetřovat posypovým materiálem	Pokračovat v okamžitém opatření, pořídit nový kontejner na posypový materiál
Práce v letních měsících ve venkovních prostorech	Kontakt obsluhy s nebezpečnými zvířaty	Nebezpečná zvířata – zmiže, hlodavci, nebezpečný hmyz	4	3	2	24	Důsledně používat pracovní obuv a repelent proti hmyzu	Pokračovat dále v okamžitém opatření a klást na toto důraz při každoročním školení BOZP

V tabulce 13 a 14 je provedena PNH metoda na bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Nejhorší riziko bylo definováno při činnostech v prostorách nádrží mimo lávku. Rizikové číslo R v tomto případě nabývá hodnoty 60. Případný pád do kterékoliv z těchto nádrží znamenají pro obsluhu ty nejfatálnější následky, a to je smrt, protože koncentrace odpadní vody je taková, že není možné v nich plavat. Utonutí obsluhy v nádržích je dále podrobněji rozebráno metodou FTA.

Na obrázku 18 jsou znázorněny možné reálné příčiny utonutí obsluhy ČOV v nádržích.

Případů, které vedou k vrcholové události spočívající v utonutí obsluhy v nádržích ČOV je celá řada. V prvním případě se jedná o běžnou práci nad volnou hladinou jako je údržba a čištění jednotlivých zařízení nebo ovládání ventilů, kdy může dojít k nežádoucímu naklonění nad zábradlí lávky a pádu do nádrží. Ve druhém případě se jedná o neodborné zásahy do zařízení, kdy v důsledku zásahu el. proudem nebo poraněním rotujícími částmi dojde opět k pádu do nádrží. Jsou zde jisté bezpečnostní prvky jako je proudový chránič, který má za úkol přerušit proud v případě zásahu člověkem, ale je zde jistá možnost, že je nefunkční nebo ho zkrátka obsluha z nějakého důvodu vypočila. Jako třetí možnost je zdravotní stav obsluhy jako je nevolnost s následným pádem do nádrže a utonutím.



Obrázek 18 FTA diagram Utonutí obsluhy ČOV v nádržích (vlastní)

5.2.2 Zhodnocení analyticko-empirické části

Při provozu ČOV existuje velké množství rizik, která mohou mít za následek omezení čistícího procesu nebo dokonce jeho úplné znemožnění. Dále pak jsou to rizika možného úrazu obsluhy nebo v tom nejhorším případě i samotná smrt.

Z technologických rizik je určitě důležité riziko možného výpadku el. energie. V případě nahlášeného výpadku dodavatelem el. energie je situace jednodušší, protože se samozřejmě o tomto dopředu ví a je možné se na toto připravit. Je ověřeno, že ČOV dokáže fungovat bez el. energie v období 6 hodin, kdy tento stav již v minulosti několikrát nastal. Ráno těsně před nahlášeným výpadkem bylo obsluhou ručně zapnuta dmýchadla a obě dvě nádrže nitrifikace byly obohaceny vysokým množstvím kyslíku. Tímto se sníží možnost odumření aktivovaného kalu.

Větší problém však může být nečekaný výpadek el. energie, o kterém se samozřejmě dopředu neví. Nikdo asi nepředpokládá, že by k výpadku došlo na období jednoho týdne, ale takových 12 hodin je určitě reálné. Může nastat mimořádná událost způsobená přírodními vlivy, že dojde k poškození elektrického vedení nebo trafostanice na kraji obce. V tomto případě by se musel okamžitě řešit náhradní zdroj el. energie např. jeho zapůjčením v půjčovně a dále pak najít odborně způsobilou osobu k jeho zapojení.

Společenská rizika jsou v rámci diplomové práce vždy spojena s lidským činitelem, kdy se může jednat o podobu úmyslného vandalismu, kde cílem je napáchat škody bez nějakého osobního finančního přínosu. Jedná se o založení požáru, poškození rozvodné skříně, rozbití okenních výplní a další. Jako druhou možností je krádež zařízení v podobě kalového čerpadla, motoru z dmyhadla, odstředivky kalů, popř. její součástí jako jsou kola a další. V tomto případě pachatel následně zařízení zpeněží.

S přírodních rizik zde bezesporu hrozí riziko pádu stromu na objekt ČOV, které se nacházejí v jeho bezprostřední blízkosti. Tato situace může být způsobena silným větrem, mokřým těžkým sněhem v zimních měsících nebo úderem blesku. Dále se může jednat o povodeň s následným zatopením čistírny, a to z důvodu zanesení vodního toku u objektu ČOV.

Z hlediska BOZP jsou zde reálná rizika poranění obsluhy nebo poškození zdraví ve všech prostorech ČOV, tedy místnostech s česly a dmyhadly, prostorech aktivačních nádrží, prostoru odstředivky kalů a venkovních prostorech v letních i zimních měsících. Obsluha může při práci a chůzi upadnout na zem, poranit se o pohybující se části zařízení, potřísnit se chemikálií Flokulant a v tom nejhorším možném případě utonout v nádržích.

6 APLIKAČNÍ ČÁST

Tato část diplomové práce je rozdělena na dvě části. První kapitola je věnovaná návrhu postupu implementačních kroků v rámci zjištěných rizik a druhá kapitola se zabývá zhodnocením navržených opatření a rozpočtu s časovým harmonogramem.

6.1 Implementace bezpečnostních opatření

V dalších podkapitolách jsou specifikovány návrhy bezpečnostní opatření za účelem snížení technologických, přírodních a společenských rizik a zvýšení bezpečnosti obsluhy při práci na čistírně.

6.1.1 Snížení technologických rizik

Nejzávažnější riziko z hlediska technologických rizik spočívá ve výpadku elektrické energie více než 6 hodin. Jako vhodné opatření v tomto případě spočívá v pořízení nového mobilního zdroje na výrobu elektrické energie. Tento nový stroj bude sloužit jednak pro případ dlouhodobějšího výpadku na samotné ČOV, ale dále bude použit i pro případ výpadku na kterékoliv čerpací stanici v rámci celé aglomerace.

Celkový instalovaný příkon na ČOV je rozepsán v tabulce 15.

Tabulka 15 Instalovaný příkon ČOV (vlastní zpracování dle provozního řádu)

Zařízení	Příkon (kW)
Česle strojní	0,5
Dmychadlo 1	4
Dmychadlo 2	4
Dmychadlo 2	4
Míchadlo denitrifikace 1	1,4
Míchadlo denitrifikace 2	1,4
Kompresor Orlík	4
Čerpadlo přebytečných kalů 1	2
Čerpadlo přebytečných kalů 2	2
Čerpadlo kalové vody	2
Čerpadlo přenosné pro oplachy	1,6
Selenoidy (pohon ventilů)	0,2
Řídící jednotka, ostatní	1,6
Celkem	28,7

Celkový instalovaný příkon, který je nezbytný pro samotnou technologickou část ČOV, je 28,7 kW. Není zde zahrnut příkon do odstředivky kalů z toho důvodu, že odstředování probíhá zpravidla jen jednou týdně.

Instalovaný příkon 28,7 kW by byl potřeba ve chvíli, že budou v činnosti všechna zařízení současně např. všechny tři dmychadla, což je v praxi velmi málo pravděpodobné, zpravidla je v činnosti pouze vždy jedno ze tří těchto zařízení. Kupovat nový agregát, který by byl schopen dodávat 28,7 kW výkonu, je nereálné z důvodu velkých pořizovacích nákladů. Zakoupit postačí agregát, který je schopen dodávat výkon 5,5 kW. V případě výpadku el. energie se připojí tento nový zdroj, přejde se na ruční režim a budou postupně spouštěna a vypínána jen některá zařízení střídavě z důvodu nízkého výkonu zdroje. Na elektrické energii celá ČOV stojí a padá. Samozřejmě návrh této implementační části s sebou ponese určité finanční náklady, ale vzhledem k dané situaci toto bude určitě na místě. Nehledě k tomu, že bude možné tuto novou elektrocentrálu využít i obecními pracovníky pro jiné účely v místech, kde se není možné připojit na elektrickou rozvodnou síť za účelem napájení elektrických spotřebičů. Zařízení bude mít zajisté využití a nebudou to marně vynaložené finanční prostředky, že by byl využit jen např. jednou za rok.

Výběr vhodného mobilního zdroje elektrické energie

Na trhu existuje celá řada mobilních zdrojů el. energie. Jsou vytipovány 4 modely, ze kterých pomocí vícekritériálního hodnocení variant bude vybrán ten, který bude pro tento účel nejvhodnější

Jsou vybrána následující kritéria:

- K1 – cena bez DPH (Kč)
- K2 – výkon (kW)
- K3 – spotřeba paliva (l/hod)
- K4 – hlučnost (dB)
- K5 – hmotnost (kg)

V tabulce 16 jsou vybrány 4 modely mobilního zdroje s jejich parametry, které jsou nyní k dispozici na trhu.

Tabulka 16 Kriteriaální matice (vlastní zpracování dle informací výrobců)

Model / kritérium	K1 – Cena (Kč)	K2 – Výkon (kW)	K3 – Spotřeba paliva (l/hod)	K4 – Hlučnost (dB)	K5 – Hmotnost (kg)
Heron	38000	6,3	2,8	96	98
Honda	48000	6,4	3,5	97	79
Unicraft	30000	6,5	3,2	96	88
Tuson	20000	5	4,1	97	83

Následně dojde k určení, která kritéria jsou maximalizační a které jsou minimalizační. Maximalizační kritéria jsou ta, u kterých je žádána co nejvyšší hodnota. Oproti tomu minimalizační jsou ta, u kterých je požadována hodnota nejnižší.

Kritérium maximalizační je K2. Je tedy požadováno, aby výkon (kW) byl co nevyšší.

Kritéria minimalizační jsou: K1, K3, K4 a K5. Je tedy požadováno, aby cena (Kč), spotřeba paliva (l/hod), hlučnost (dB) a hmotnost (kg) byly co nejmenší.

Maximalizační kritéria se přepíše do další tabulky a minimalizační kritéria se převedou na maximalizační, tímto se provede vyjádření úspor vůči nejhorší variantě. Výsledek je znázorněn v tabulce 17.

Tabulka 17 Kriteriaální matice s maximalizačními kritérii (vlastní)

Model / kritérium	K1 – Cena (Kč)	K2 – Výkon (kW)	K3 – Spotřeba paliva (l/hod)	K4 – Hlučnost (dB)	K5 – Hmotnost (kg)
Heron	10 000	6,3	1,3	1	0
Honda	0	6,4	0,6	0	19
Unicraft	18 000	6,5	0,9	1	10
Tuson	28 000	5	0	0	15

Jak je uvedeno v tabulce 17, maximalizační kritérium K2 bylo jen přepsáno. Minimalizační kritéria K1, K3, K4 a K5 byly převedeny na kritéria maximalizační.

V případě kritéria K1 byl proveden převod následujícím způsobem: v příslušném sloupci byla vybrána elektrocentrála s nejvyšší pořizovací cenou, a to model Honda v ceně 48 000,- Kč. Cena každé elektrocentrály v tomto sloupci byla odečtena od této částky 48 000,- Kč.

V případě elektrocentrály Heron byl převod následující: $Cena = 48\ 000 - 38\ 000 = 10\ 000$. Stejně se postupovalo v případě ostatních elektrocentrál.

Dále bude následovat převod na normalizovanou kritériální matici (viz. tabulka 18).

Tabulka 18 Normalizovaná kritériální matice (vlastní)

Model / kritérium	K1 – Cena (Kč)	K2 – Výkon (kW)	K3 – Spotřeba paliva (l/hod)	K4 – Hlučnost (dB)	K5 – Hmotnost (kg)
Heron	0,36	0,87	1,00	1,00	0,00
Honda	0,00	0,93	0,46	0,00	1,00
Unicraft	0,64	1,00	0,69	1,00	0,53
Tuson	1,00	0,00	0,00	0,00	0,79

Vzhledem k tomu, že je potřeba vybrat vhodný model, muselo dojít k převodu na normalizovanou kritériální matici, a to z toho důvodu, že není možné porovnávat mezi sebou navzájem pořizovací cenu, výkon, spotřebu paliva, hlučnost a hmotnost elektrocentrály. Jednotky mají různý rozměr.

Převod byl proveden podle následujícího vzorce: $R_{ij} = \frac{Y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}$

Vysvětlivky: R_{ij} – prvek v matici, kde písmeno „i“ označuje číslo řádku a písmeno „j“ číslo sloupce.

V případě elektrocentrály Heron je vzorec u kritéria K1 (cena) následující: $R_{11} = \frac{Y_{11}-D_1}{H_1-D_1} = \frac{10\ 000-0}{28\ 000-0} = 0,36$. Stejným způsobem byly převedeny ceny dalších elektrocentrál a další minimalizační kritéria jako jsou spotřeba paliva, hlučnost a hmotnost.

Vysvětlivky u vzorce v případě elektrocentrály Heron:

R_{11} – výsledná hodnota uvedená v tabulce 18 (0,36)

Y_{11} – převzatá hodnota z tabulky 17 (10 000), dolní index 11 označuje 1.řádek a 1. sloupec

D_1 – nejnižší hodnota v příslušném sloupci v tabulce 17 (0)

H_1 – nejvyšší hodnota v příslušném sloupci v tabulce 17 (28 000)

Dále následuje grafická metoda, při které bude určeno pořadí a vybrán vhodný model elektrocentrály. Součástí této metody může být i graf, který není součástí tohoto příkladu.

Tabulka 19 Tabulka s výsledným pořadím (vlastní)

Model / kritérium	K1 – Cena (Kč)	K2 – Výkon (kW)	K3 – Spotřeba paliva (l/hod)	K4 – Hlučnost (dB)	K5 – Hmotnost (kg)	Součet	Pořadí
Heron	0,36	0,87	1,00	1,00	0,00	3,22	2
Honda	0,00	0,93	0,46	0,00	1,00	2,39	3
Unicraft	0,64	1,00	0,69	1,00	0,53	3,86	1
Tuson	1,00	0,00	0,00	0,00	0,79	1,79	4

V tabulce 19 je součet výsledkem prostého sečtení jednotlivých čísel na příslušném řádku. Čím vyšší je hodnota výsledného součtu, tím je vyšší preference příslušné elektrocentrály.

V případě elektrocentrály Heron: $\text{Součet} = 0,36 + 0,87 + 1,00 + 1,00 + 0,00 = 3,22$

Z uvedené tabulky 19 je patrné, že nejlépe v hodnocení skončil mobilní zdroj Unicraft, který bude následně zakoupen. Pokud by z nějakého důvodu nebylo možné tento model zakoupit, bude pořízen zdroj, který se umístil těsně na místě druhém, tedy Heron.

6.1.2 Snížení společenských a přírodních rizik

Mezi nejzávažnější rizika, která jsou společenského charakteru, patří bezesporu vandalismus. ČOV je umístěna na samotě za vesnicí, kde je reálné riziko možného vniknutí do objektu za účelem poškození jednotlivých zařízení nebo jejich krádeže. Kolem objektu vede cesta dále směrem k Laškovu, je zde hlavně v létě poměrně velká frekvence chodců a cyklistů. U příslušné komunikaci došlo v současném roce 2022 ke zpevnění povrchu pomocí recyklovaného materiálu, toto jistě naláká i nové turisty, tím pádem dojde i ke zvýšení možného rizika napadení objektu.

Havárie dispečinku

Centrální dispečink slouží k dálkovému ovládní některých zařízení ČOV i ČS a dále také k zasílání poruchových stavů formou SMS z objektů na celé síti. K výpadku dispečinku již v minulosti došlo, ale naštěstí se nic zásadního nestalo v souvislosti s tím, že obsluha nebyla upozorněna SMS zprávou s chybovou poruchou. Tuto možnost však vyloučit do budoucnosti není možné a je určité riziko, že se bude opakovat.

Implementační opatření v tomto případě budou spočívat v přemístění centrálního dispečinku z budovy obecního úřadu do objektu ČOV. Toto zařízení potřebuje ke své činnosti přístup k internetu. Nejprve bude tedy samotnému přemístění počítače s centrálním dispečinkem předcházet zřízení přístupového internetového bodu na objektu ČOV, postup bude popsán v další kapitole. V současné době, pokud se chce obsluha podívat do centrálního dispečinku, tak musí přijít na obecní úřad a jít do podkroví, kde má možnost zjistit informace jak o samotné ČOV, tak i jednotlivých ČS. Pokud by tady ta možnost nebyla, musel by zaměstnanec sednout do auta a jednotlivé objekty fyzicky objet. Obsluha bude po přemístění dispečinku pravidelně kontrolovat počítač, zda funguje tak jako má, aby se již neopakoval dřívější výpadek. Dále je nutné kontrolovat a pravidelně aktualizovat antivirový program.

Přístupový bod k internetu a kamerový systém

Vedení obce pořídí nový kamerový systém. Jako předpoklad jeho samotného vybudování musí být zřízen přístupový bod internetu k objektu ČOV. V obci je několik poskytovatelů bezdrátového internetu a jednou z nich je i společnost PVfree.net, z.s. Tato společnost má v obci několik vysílačů, které jsou umístěny i na obecních objektech. Jedná se o obecní věžový vodojem, budovu obecního úřadu a zdravotního střediska. Společnost neplatí obci žádný nájem za umístění přijímačů a vysílačů a neplatí ani elektrickou energii, která je k provozu nezbytná. Jako protislužbu poskytuje firma PVfree.net, z.s. obecním účelům internet zdarma. A tímto je směřováno k samotnému jádru tohoto stavu, a to k finančním nákladům spojených s vytvořením přípojného internetového bodu, které budou minimální a následný provoz poté prakticky bezplatný.

Pro zajištění vzdáleného monitoringu je nutné zakoupit a nainstalovat Wifi IP kamerový systém s 8 kamerami, které pokryjí jak prostory vnitřní, tak i prostory vnější. Přístupová práva na dálkový náhled kamer bude mít obsluha ČOV, nadřízený pracovník, starostka a místostarosta obce. Kamerový systém bude sloužit především k usvědčení pachatelů protiprávního jednání.

Zabezpečovací systém

K tomu, aby se dostala informace o neoprávněném vstupu do objektu, je zapotřebí patřičné zabezpečovací zařízení. V rámci implementačních opatření budou instalována do objektu pohybová čidla, která budou napojeny na centrální místo, ve kterém bude umístěna karta SIM, která pošle informaci o vniknutí do objektu obsluze ČOV, popřípadě dalším určeným pracovníkům. Tím bude zaručeno to, že informace o narušení objektu přijde včas. Následně

bude možné využít kamerový systém, kde si obsluha ČOV ověří, zda se jedná o planý poplach nebo skutečné vniknutí nežádoucí osoby a bude možné na tento stav adekvátně a rychle reagovat a to např. zavoláním na tísňovou linku Policie ČR.

Elektrická požární signalizace

Vzhledem k tomu, že se v prostorách objektu ČOV nachází i elektrické spotřebiče, je zde i jisté riziko požáru v souvislosti s jejich provozem nebo může vzniknout zkrat v hlavním rozvaděči, který by mohl způsobit požár a následně vysoké škody. Proto se v tomto místě opět nabízí instalace elektrické požární signalizace s napojením na centrální místo, odkud se poté v případě detekce požáru vyšle varovná SMS obsluze ČOV. Instalace s sebou ponese patričné finanční náklady, ale budou zde bezesporu na místě za účelem předcházení těchto možných nežádoucích stavů a zabránění dalším negativním následkům požáru.

Přemístění kalové koncovky

Zpravidla jednou týdně je potřeba odstřeďovat pomocí kalové koncovky, kdy dojde k čerpání kalové vody do odstředivky, kde se oddělí přebytečný kal od čisté vody. Kal končí v kontejneru, který se průběžně vyváží konečnému zpracovateli, a odstředěná voda končí na přítoku do ČOV. K dopravě kalové vody do odstředivky a k dopravě vody zpět slouží hadice, kdy dochází k jejich zamrznání v zimních měsících, kdy teploty klesají hluboko pod bod mrazu. Hlavní příčinou je to, že kalová koncovka je umístěna daleko od ČOV a hadice jsou zbytečně dlouhé.

Vzhledem k tomu, že přívěs, ve kterém je umístěna kalová koncovka neboli odstředivka kalů, je mobilní, je možné ho zapřáhnout za automobil a převést na jiné místo. Původní vedení obce tohle mělo v plánu a počítalo se s tím, že se bude jezdit po okolních obcích a za úplatu provádět odstřeďování kalu, ale nakonec od této myšlenky bylo odstoupeno. Již více než 4 roky se mobilní odstředivka používá na místě jen pro potřeby ČOV Přemyslovice a nikde se nepřevážela, a proto je podvozek zcela zbytečný.

Postup implementace bude spočívat v tom, že se nejprve demontuje podvozek. Toto vše je ve schopnostech obecních zaměstnanců, protože obec disponuje nákladním automobilem MAN s hydraulickou rukou. Dále bude skříňová nástavba přesunuta blíže k ČOV do prostoru nad kalojemem. Toto řešení s sebou přinese hned několik přínosů. Jako první je to, že se zkrátí vzdálenost a tím se sníží možné zamrznání hadic v zimních měsících. Jako další toto povede ke zvýšení bezpečnosti obsluhy při práci a to tím, že již nebudou zapotřebí schody k odstředivce, dojde tedy ke snížení možného rizika uklouznutí a následného pádu.

V neposlední řadě dojde ke snížení možného rizika krádeže odstředivky jejím zapojením za automobil s následným odtažením mimo prostory ČOV.

Pád stromu na objekt ČOV

Mezi rizika přírodního charakteru je možné zařadit pád stromu na budovu ČOV, které může být způsobeno silným větrem nebo mokrým sněhem v zimních měsících. Následkem toho může dojít k poškození střechy a strojních zařízení, toto by zapříčinilo omezení provozu čistění odpadních vod.

Implementace tohoto opatření spočívá ve vykácení příslušných stromů v bezprostřední blízkosti objektu čistírny. Zde budou povolání místní dobrovolní přemyslovští hasiči, kteří příslušné stromy vykácejí v rámci výcviku. Disponují patřičnou technikou a mají někteří z nich i absolvovaný kurz a vydané osvědčení pro práci s motorovou pilou, proto se tento návrh jeví jako nejlepší. Obec to nebude stát žádné finanční prostředky, tedy pokud nebude brána v úvahu spotřebovaná nafta a benzin. Aby z toho hasiči i měli určitý přínos, tak si za tuto akci vezmou dřevo z pokácených stromů, které využijí např. na oheň v rámci různých společenských akcí jako je kácení májky apod.

6.1.3 Zvýšení bezpečnosti obsluhy čistírny odpadních vod

V této kapitole jsou popsány implementační kroky za účelem zvýšení bezpečnosti obsluhy při práci. Je zde uveden postup doplnění chybějícího sanitárního zařízení, návrh a realizace držáků na volně rozložené hadice a nástavců na ventily.

Chybějící sanitární zařízení

V samotném objektu čistírny je sice umístěn záchod a umyvadlo, které obsluha využívá, ale již zde není umístěn sprchový kout. Obsluha ČOV zde přichází do kontaktu mj. s hlodavci, fekáliemi a podobnými pro život nebezpečnými látkami a předměty. Při případném potřísnění je nezbytně nutné sundat oblečení a neprodleně se osprchovat. Bohužel však v současné době tato možnost tady není. Dále je zde problém s množstvím teplé vody. Pod umývadlem je umístěn malý průtokový ohřívač, který je schopen dodat najednou asi 2 litry teplé vody a poté je nutné 10 minut čekat, než se ohřeje, a to je samozřejmě pro obsluhu nedostačující.

Možností zřídit sprchový kout v tomto případě moc není. Jediná nejjednodušší a v podstatě i nejekonomičtější varianta spočívá ve zmenšení kanceláře obsluhy. Hned vedle kanceláře je umístěn záchod a umyvadlo, a proto bude i poměrně jednoduché přivedení vody do sprchy

a její následné odvedení odpadním potrubím do ČOV. Dále bude k prostoru umývadla umístěn nový bojler o objemu 50 litrů. Dostatečné množství teplé vody bude sloužit jednak pro osobní hygienu, ale také bude používána na umývání např. náradí, kdy je studená voda absolutně nedostačující.

Hadice rozložené na lávce

Hadice jsou volně rozložené na lávce a hrozí riziko zakopnutí a pádu obsluhy s následným zraněním, nebo v tom horším případě i přepadením mezi zábradlím do nádrží ČOV.

Implementační řešení v tomto případě bude velmi jednoduché. Obsluha ČOV si k sobě vezme ještě jednoho obecního zaměstnance za účelem pomoci a dodržování bezpečnostních předpisů. Oba dva zaměstnanci se patřičně zajistí pásem s ohledem na to, že se budou pohybovat na hraně lávky a nainstalují zde patřičné držáky, do kterých následně umístí volně ložené hadice, tímto bude zaručeno snížení možného rizika v souvislosti se zakopnutím a následným pádem.

Ventily umístěné mimo lávku

V několika případech je velmi špatné umístění ventilů, ke kterým je problematický přístup. Ventily jsou umístěny ve vzdálenosti 0,5 m nad volnou hladinou a není možné je ovládat bez toho, aniž by se obsluha nenaklonila nad hladinu, kde hrozí bezesporu riziko pádu do nádrže.

Zde bude implementace spočívat obdobně jako v případě volně ložených hadic. Obsluha si k sobě na pomoc vezme dalšího obecního zaměstnance a tuto situaci vyřeší. Nějaké složité předělávání potrubí a ventilů by bylo velice komplikované, hlavně s přihlédnutím k situaci, že by muselo dojít k přerušení činnosti vždy jedné z linek. V tomto případě dojde k tomu, že se na páčku ventilu nejprve navrhne a následně zrealizuje násada neboli prodloužení tak, aby mohla obsluha ventil ovládat bezpečně z lávky, bude se jednat opět o jednoduché a levné řešení, které ale splní svůj účel.

6.2 Zhodnocení navržených opatření

Nyní jsou zhodnocena všechna navržená opatření. V první podkapitole jsou zhodnoceny opatření technologického charakteru, druhá podkapitola se zabývá zhodnocením opatření přírodního a společenského charakteru a poslední je věnována bezpečnosti a obsluhy při práci na čistírně.

6.2.1 Zhodnocení opatření technologického charakteru

V této kapitole jsou zhodnoceny opatření technologického charakteru, které se zabývají omezením kyslíku v aktivačních nádržích biologického procesu čištění. Jedná se o důsledky v souvislosti s přerušením elektrické energie nebo poruchou zařízení jako je dmyhadlo nebo kyslíková sonda.

Záložní zdroj el. energie

ČOV ke své řádné funkci potřebuje dodávku elektrické energie. Při projektování čistírny a následně její výstavbě nebyl záložní zdroj elektrické energie z nějakého důvodu zařazen, a to je samozřejmě špatně. Jako první a nejdůležitější krok tedy bude spočívat ve výběru a následném pořízení nové elektrocentrály předepsaných parametrů. Tímto bude minimalizováno případné riziko nemožnosti řádně čistit odpadní vody biologickým procesem z důvodu přerušení dodávky elektrické energie. Důsledkem toho bude také minimalizován nepříznivý ekologický dopad na vodní ekosystém včetně fauny a flory.

Dmýhadla a kyslíkové sondy

Jako zdroj kyslíku potřebný pro biologický proces čištění jsou zde instalovány celkem 3 dmýhadla. První dmýhadlo zásobuje kyslíkem linku č.1, druhé linku č.2 a třetí slouží k provzdušňování kalojemu. Dmýhadla jsou mezi sebou vzájemně propojeny potrubím a ventily, kdy je možné v případě poruchy zajistit jejich vzájemné přepojení, např. že dmyhadlo, které dodává kyslík do kalojemu, bude dodávat kyslík do linky č.1.

Dmýhadla na linkách č.1 a č.2 jsou spínány pomocí frekvenčních měničů. Každá linka má svoji kyslíkovou sondu, která předává informaci řídicí jednotce. Pokud se hodnota kyslíku sníží pod předem nastavenou hodnotu, řídicí jednotka toto vyhodnotí a předá informaci frekvenčnímu měniči. Toto zařízení spustí motor dmyhadla, kdy se zvyšující frekvencí se zvyšují i otáčky motoru na dmyhadle a tím dochází ke zvyšování množství kyslíku v nádrži. Před blížící se požadovanou úrovní množství kyslíku dochází ke snižování frekvence na frekvenčním měniči a tím i snižování dodávky kyslíku v nádrži.

V běžném případě se tedy dmyhadla v jednotlivých nádržích spouští podle množství kyslíku. V minulosti se již stal problém s kyslíkovou sondou, kdy v jedné lince nefungovala správně. V úvahu bude nyní brána porucha kyslíkové sondy na lince č.1, kde jsou možná dvě dočasná řešení nebo jejich kombinace:

- Použít kyslíkovou sondu z linky č.2, odstavit dmychadlo z linky č.1 a povolit ventil u dmychadla č. 2 tak, že toto dmychadlo bude zásobovat linku č.1 i linku č.2 kyslíkem na základě údajů z kyslíkové sondy z linky č.2.
- Odstavit dmychadlo č.1, povolit ventil u dmychadla č.3 a pomocí ručního nebo časového režimu dodávat kyslík do linky č.1. Množství kyslíku v lince č. 1 je možné kontrolovat tak, že se vytáhne kyslíková sonda z linky č.2 a na chvíli se ponoří do linky č.1.

Pomocí těchto dvou metod lze dočasně překlenout dobu do dodání nové kyslíkové sondy. Jedná se o drahý prvek, a proto by bylo neefektivní jeho zakoupení a mít ho v rezervě.

Toto vše se také týká frekvenčních měničů a dmychadel. Stejně tak nemá smysl mít zakoupený ani jeden z těchto komponentů, protože jsou velmi drahé a jejich vývoj jde neustále dopředu. Již se také v minulosti stal případ, že se pokazil frekvenční měnič nebo motor u dmychadla. Stejně jako v případě kyslíkových sond je reálné díky tomu, že linky jsou zdvojeny, použít zařízení z linky, které je v tu chvíli provozuschopné, a to na základě ručního nebo časového ovládní. Zakupovat tedy tato zařízení do rezervy je neefektivní.

6.2.2 Zhodnocení opatření společenského a přírodního charakteru

V této kapitole jsou zhodnoceny opatření za účelem snížení společenských a přírodních rizik. Je zde popsán postup zřízení přístupového bodu k internetu, kamerového a zabezpečovacího systému, elektrické požární signalizace, přemístění kalové koncovky a vykácení stromů v bezprostřední blízkosti ČOV.

Přístupový bod k internetu a kamerový systém

Kamerový systém bude plnit současně několik funkcí. Zejména bude sloužit za účelem odhalení případného pachatele protiprávního jednání, který se dopustí škody na obecním majetku. Dále ho může využít i obsluha ČOV, která se může na dálku připojit přes internet a podívat se na stav odpadní vody v jednotlivých nádržích, provést vizuální kontrolu strojních zařízení a další, aby se nemuselo osobně dojíždět jen pro kontrolu na ČOV. Toto řešení s sebou nese i snížení finančních nákladů na pohonné hmoty, kdy by bylo nutné osobně dojet autem na kontrolu na místo samé, obzvláště při současných vysokých cenách nafty a benzínu aktuálně v roce 2022.

Zabezpečovací systém

Zabezpečovací systém bude sloužit zejména pro ohlášení neoprávněného vstupu do objektu. Jako další výhodu tohoto řešení je možné spatřovat v tom, že obsluha dojíždí na ČOV i pravidelně o víkendech a státních svátcích a dále podle potřeby v případě řešení aktuálních problémů. V pracovním týdnu je vcelku přehled o tom, kdy se zde obsluha nachází, ale o víkendu tomu tak není. Na zabezpečovacím zařízení bude nastaveno ve víkend a státní svátky, že při odkódování a vstupu do objektu a stejně při zakódování a jeho opuštění bude odeslána informativní SMS nadřízenému pracovníkovi, aby věděl o pohybu obsluhy v objektu. Díky tomuto navrženému řešení bude zvýšena bezpečnost obsluhy ČOV.

Elektrická požární signalizace

V okamžiku aktivace požárního hlásiče dojde k přijetí SMS s touto informací. V současnosti žádná požární signalizace na ČOV nainstalovaná není, tím by došlo ke zjištění případného požáru opožděně s následnou opožděnou reakcí. Prostřednictvím tohoto návrhu bude včasněji požár detekován a následně zavoláni hasiči, tím dojde k jeho rychlé likvidaci a škody na majetku budou mnohem nižší.

Přemístění kalové koncovky

Odstranění podvozku z kalové koncovky a její přemístění blíže k objektu ČOV bude mít za následek zvýšení efektivnosti obsluhy při práci, protože již nebude muset pracně rozmrazovat hadice při odstředování v zimních měsících. Dále dojde ke snížení možného úrazu odstraněním schodků, kdy při chůzi na nich nyní hrozí riziko možného uklouznutí s následným pádem a zraněním v podobě zlomeniny ruky nebo nohy. Tímto řešením se dále sníží riziko možné krádeže odstředivky jejím odtažením pomocí automobilu.

Pád stromu na objekt ČOV

Vykácením stromů v bezprostřední blízkosti objektu ČOV dojde ke snížení možného rizika pádu na střechu s následným možným poškozením jednotlivých zařízení. Tuto akci provedou místní dobrovolní hasiči, kteří toto budou brát jako potřený výcvik a budou mít toto nacvičené pro případný ostrý zásah v případě jejich vyžádání profesionálními hasiči.

6.2.3 Zhodnocení opatření bezpečnosti obsluhy čistírny odpadních vod

V této kapitole jsou zhodnoceny opatření za účelem zvýšení bezpečnosti obsluhy při práci na čistírně. Zdraví a bezpečnost obsluhy musí být na prvním místě, a proto je nutné dbát

na toto téma pozornost. Pokud se pokazí některé ze zařízení, nechá se opravit nebo se koupí nové, toto však o zdraví možné říct není.

Chybějící sanitární zařízení

V rámci vybudování nového sprchového koutu toto povede ke zvýšení komfortu obsluhy ČOV. Bude sloužit pro umytí v případě nějaké nežádoucí události, při které dojde k potřísnění oděvu a částí těla zaměstnance. Dále bude možné využít toto zařízení za účelem každodenního umytí po ukončení činnosti na ČOV. Voda v nádržích nesmí zapáchat po spláškách, to by v tom případě znamenalo chybu v technologii procesu čištění odpadních vod. Ale dochází zde každodenně ke kontaktu se shrabky, ve kterých jsou obsaženy také i fekálie. Ať se člověk více či méně snaží, vždycky na něm zůstanou zbytky zápachu, a proto toto nové sanitární zařízení zde bude jistě na místě a plnit svůj každodenní důležitý účel.

Hadice rozložené na lávce

Uložení hadic mimo lávku jistě povede ke zvýšení bezpečnosti zaměstnance při práci. Již nebude hrozit zakopnutí o volně ložené hadice s následným možným úrazem, kterým může být jistě i zlomená ruka. Při pracovních činnostech v prostorách lávky jako je čištění míchadel nebo kalových čerpadel od nežádoucích předmětů a příměsí již nebude obsluha muset neustále kontrolovat prostor pod nohami, aby nedošlo k zakopnutí.

Ventily umístěné mimo lávku

Práce s ventily, které jsou nyní umístěny mimo lávku, je velmi nebezpečná. Obsluha se k nim musí za účelem ovládnutí rukou natahovat nad volnou hladinu. Může zde dojít k pádu do nádrže s následným utonutím. Tento rizikový faktor bude minimalizován návrhem a dále instalací nástavců, aby bylo možné ventily ovládat pohodlně z lávky a tímto dojde ke zvýšení bezpečnosti obsluhy.

6.2.4 Rozpočet s časovým harmonogramem

V případě navrhovaných opatření platí pravidlo, že finanční prostředky musí být adekvátně vynaloženy k velikosti a smyslu příslušného opatření. V případě technologické části nemá smysl mít v zásobě pořízena jednotlivá zařízení jako míchadlo, kalové čerpadlo, kyslíková sonda nebo frekvenční měnič, jejichž pořizovací hodnota je velmi vysoká a budou potřeba např. až za deset roků, kdy budou již na trhu mnohem modernější.

Velký důraz je kladen na práci obecních zaměstnanců, aby se snížili možné výdaje v souvislosti s realizací navržených opatření. Obecní zaměstnanci jsou schopní lidé a zastanou obory v oblasti stavebnictví, instalatérství a řadu dalších.

Rozpočet

V tabulce 20 je uveden rozpočet nákladů v souvislosti s realizací navržených opatření.

Tabulka 20 Rozpočet (vlastní zpracování dle konzultace s odborníkem)

Předmět	Cena
Mobilní zdroj elektrické energie	30 000,00 Kč
Zřízení přístupového bodu k internetu	5 000,00 Kč
Přemístění dispečinku z budovy obecního úřadu na ČOV	1 000,00 Kč
Kamerový systém	25 000,00 Kč
Zabezpečovací systém	20 000,00 Kč
Elektrická požární signalizace	15 000,00 Kč
Přemístění kalové koncovky	1 000,00 Kč
Vyřezání stromů u objektu ČOV	3 000,00 Kč
Sprchový kout a bojler	15 000,00 Kč
Držáky na hadice	3 000,00 Kč
Nadstavce na ventily	5 000,00 Kč
Cena celkem bez DPH	147 000,00 Kč
DPH 21 %	30 870,00 Kč
Cena celkem vč. DPH	177 870,00 Kč

V tabulce 20 jsou uvedeny pořizovací ceny jednotlivých komponentů. Vzhledem k tomu, že obec Přemyslovice je plátcem DPH, je v tomto případě konečná částka „Cena celkem bez DPH“. Největší pořizovací náklady v rozpočtu budou v souvislosti se zakoupením nového mobilního zdroje elektrické energie, který bude stát celkem 30 000,- Kč bez DPH (36 300,- vč. DPH). V pořadí na druhém místě vzhledem k ceně pořízení bude kamerový systém, který bude zakoupen a nainstalován v hodnotě 25 000,- Kč bez DPH (30 250,- vč. DPH). Zabezpečovací systém bude zakoupen a nainstalován v hodnotě 20 000,- Kč bez DPH (30 250,- vč. DPH). Oproti tomu nejnižší náklady vzniknou v souvislosti s přemístěním dispečinku a kalové koncovky, kde se bude jednat jen o zakoupení spotřebního materiálu jako prodlužovací kabel apod. V rámci rozpočtu nejsou zahrnuty mzdové náklady

zaměstnanců včetně příslušných zákonných odvodů ani použítá obecní technika, tedy pohonné hmoty a opotřebení.

Časový harmonogram

Všechna navrhovaná opatření je vhodné dopředu řádně naplánovat. Pokud je navrhováno pořízení nového kamerového systému, který potřebuje pro dálkový dohled internetový přístup, pak je bezpodmínečně nutné zřídit přístupový bod. Některé aktivity jsou na sobě nezávislé, a proto mohou probíhat současně. Příkladem může být vyřezání stromů u objektu ČOV a vybudování nového sanitárního zařízení, kdy v prvním případě tuto aktivitu provedou místní dobrovolní hasiči a vybudování sprchového koutu a instalace nového bojleru bude v kompetenci obsluhy čistírny.

V tabulce 21 je znázorněn časový harmonogram zavádění jednotlivých opatření.

Tabulka 21 Časový harmonogram

Týden	Září 2022			Říjen 2022			
	37	38	39	40	41	42	43
Předmět							
Mobilní zdroj elektrické energie	■	■	■				
Zřízení přístupového bodu k internetu		■	■				
Přemístění dispečinku na ČOV			■				
Kamerový systém			■	■			
Zabezpečovací systém			■	■	■		
Elektrická požární signalizace				■	■		
Přemístění kalové koncovky					■	■	
Vyřezání stromů u objektu ČOV						■	■
Sprchový kout a bojler						■	■
Držáky na hadice							■
Nadstavce na ventily							■

V tabulce 21 je znázorněn časový harmonogram zavádění jednotlivých navržených opatření. Počáteční datum je naplánováno na pondělí 12. září 2022. V tento den bude objednan nový záložní zdroj elektrické energie a s jeho dodáním se počítá na konci toho samého týdne. Jako druhá aktivita bude zřízení přístupového bodu k internetu a poté budou následovat další. Celý proces zavádění vhodných bezpečnostních opatření bude ukončen k 30. říjnu 2022, kdy budou vyrobeny a nainstalovány nadstavce na ventily umístěné v nebezpečných prostorách mimo lávku.

ZÁVĚR

Tématem diplomové práce bylo: „*Návrh vhodných bezpečnostních opatření při provozu čistírny odpadních vod*“. Cílem diplomové práce bylo zpracovat návrh vhodných bezpečnostních opatření při provozu čistírny odpadních vod za účelem snížení identifikovaných rizik. Mám za to, že cíl práce byl naplněn.

Teoretická část je rozdělena na čtyři kapitoly. První kapitola se zabývá vymezením základních pojmů jako je odpadní voda, historie odvádění a čištění odpadních vod a významem kanalizace pro život člověka. Druhá kapitola řeší aktuálně platnou legislativní stránku, kde jsou uvedena základní zákonná ustanovení, které se týkají provozování hloubkové kanalizace a čistírny odpadních vod, včetně bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární ochrany. Třetí kapitola popisuje technologii odvádění a čištění odpadních vod, kde je charakterizována stoková síť a čistírna odpadních vod společně s ukazateli znečištění. Čtvrtá kapitola se zabývá problematikou řízení rizik, kde je uvedena základní terminologie, norma ISO 31000:2018 a vybrané metody analýzy rizik.

Praktická část je rozdělena na analyticko-empirickou a aplikační část. V první části je popsán a charakterizován současný stav provozu systému „*Aglomerace Budětsko, Přemyslovice - ČOV a stoková síť*“ a dále jsou zde identifikována a analyzována rizika. Z technologických rizik bylo jako nejzávažnější riziko identifikováno přerušení dodávky el. energie na dobu delší než 6 hodin. Proto zde jako řešení navrhuji zakoupení nové záložní elektrocentrály, která bude použita pro případ výpadku el. energie. Z rizik společenských je zde nejzávažnější reálné riziko krádeže odstředivky kalů, proto jako návrh opatření uvádím oddělení podvozku odstředivky a instalace zabezpečovacího zařízení. Za účelem snížení přírodních rizik navrhuji vykácení stromů v okolí objektu čistírny odpadních vod. Z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnance při práci je nejzávažnější riziko možného spadnutí obsluhy do nádrží s následným utonutím, proto jsou zde navrženy bezpečnostní prvky jako jsou nástavec na ventily umístěné nad volnou hladinou a další.

Výstavby malých čistíren odpadních vod, jako je v obci Přemyslovice, se budou dále realizovat v podobně velkých nebo menších obcích. Proto mohou moji diplomovou práci využít starosti na obcích jako podklad pro řešení některých záležitostí hned v průběhu výstavby čistírny odpadních vod. Je to z toho důvodu, aby nemuseli být realizovány některé stavební úpravy dodatečně.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie

AVEN, Terje. 2015. Risk analysis. 2nd Edition. Chichester: Wiley. ISBN 978-1-119-05779-6.

BÁBÍČEK, Richard a kol., 2018. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. 3. aktualizované vydání. Líbeznice: Medim. ISBN 978-80-87140-55-0.

BINDZAR, Jan a kol., 2009. Základy úpravy a čištění vod. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, ISBN 978-80-7080-729-3.

Česká společnost pro jakost, 2008. Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka. Praha. ISBN 978-80-02-02101-8.

DOHÁNYOS, Michal, Jan KOLLER a Nina STRNADOVÁ, 1998. Čištění odpadních vod. 2. vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Vydavatelství VŠCHT Praha. ISBN 8070803169.

HOPKIN, Paul, 2018. Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management. Fifth edition. London: Kogan Page. ISBN 9780749483074.

KROČOVÁ, Šárka, 2014. Rizika provozování vodárenských a kanalizačních systémů. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-147-7.

KURACINA, Richard , 2017. Integrated system for risk assessment. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o. Vědecké monografie. ISBN 978-80-7380-710-8.

KYNCL, Miroslav, 2014. Udržitelné systémy veřejných vodovodů a veřejných kanalizací. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí. ISBN 978-80-7414-799-9.

Obec Budětsko, 2021. Strategický plán rozvoje obce Budětsko 2021–2026.

Obec Přemyslovice, 2015 a. Provozní řád čistírny odpadních vod obce Přemyslovice.

Obec Přemyslovice, 2015 b. Kanalizační řád pro kanalizační systém „Aglomerace Budětsko, Přemyslovice – ČOV a stoková síť“

Obec Přemyslovice, 2020. Program rozvoje obce Přemyslovice na období 2020 – 2023.

POPOV, Georgi, Bruce K. LYON a Bruce HOLLCROFT, ed., 2014. Risk assessment: a practical guide to assessing operational risks. Hoboken: Wiley. ISBN 9781118911044.

RAUSAND, Marvin 2011. Risk assessment: theory, methods, and applications. Hoboken: Wiley, Statistics in practice. ISBN 9780470637647.

TOMEK, Miroslav, Jan STROHMANDL a Jakub RAK, 2014. Zásobování obyvatelstva pitnou vodou za mimořádných situací. Praha: Academia. ISBN 9788074544620.

SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS, 2013. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Expert. ISBN 978-80-247-4644-9.

SOJKA, Jan, 2013. Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4504-6.

ŠENKAPOULOVÁ, Jana a kol., 2018. Příručka provozovatele stokové sítě. Druhé aktualizované a doplněné vydání. Líbeznice: Medim, spol. s r.o. pro SOVAK ČR. ISBN 978-80-87140-52-9.

Webové stránky

Cíle udržitelného rozvoje (SDGs) - OSN Česká republika [online]. [cit. 23. 2. 2022]. Dostupné z <https://www.osn.cz/osn/hlavni-temata/sdgs/>

Hydrochemie [online]. [cit. 23. 2. 2022]. Dostupné z http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3179&typ=html

ISO 31000:2018(en), Risk Management – Guidelines [online]. [cit. 23. 2. 2022]. Dostupné z <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:en>.

KOUDELKA, Ctirad a Václav VRÁNA, 2006. Rizika a jejich analýza. [online]. [cit. 23. 2. 2022]. Dostupné z <https://feil.vsb.cz/kat420/vyuka/Magisterske%20nav/prednasky/web/RIZIKA.pdf>

KOUDELKOVÁ, Petra. Záchody ve středověku: Nejstarší převét u nás se zachoval na zřícenině hradu Přimda 2020 [online]. [cit. 18. 1. 2020]. Dostupné z <https://www.novinykraje.cz/liberecky/2020/01/18/zachody-ve-stredoveku-nejstarsi-prevet-u-nas-se-zachoval-na-zricenine-hradu-primda/>

KUBIŠOVÁ Andrea, 2014. Operační výzkum. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava. [online]. [cit. 23. 2. 2022]. Dostupné z <https://www.vspj.cz/ISBN/Skripta%20->

%20V%C5%A0PJ/Opera%C4%8Dn%C3%AD%20v%C3%BDzkum%20-%20Kubi%C5%A1ov%C3%A1%20Andrea.pdf

TUHOVČÁK, Ladislav, Jan RUČKA a Miroslav SVOBODA. Analýza rizik vodárenských distribučních systémů. [online]. [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.smv.cz/res/data/015/001740.pdf>

Ústřední čistírna odpadních vod, Praha – Pražské vodovody a kanalizace a.s. 2020 [online]. [cit. 23. 1. 2022]. Dostupné z <https://www.pvk.cz/o-spolecnosti/fotogalerie-spolecnost/ucov>

Vodovody a kanalizace ČR 2020 (Voda, eAGRII) – Ministerstvo zemědělství 2021 [online]. [cit. 23. 1. 2022]. ISBN: 978-80-7434-627-9. Dostupné z <https://eagri.cz/public/web/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/vodovody-a-kanalizace/vodovody-a-kanalizace-2020.html>

Legislativa

ČESKO, 1985. Zákon č. 133/1985 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2021. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>

ČESKO, 1992. Zákon č. 17/1992 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>

ČESKO, 2000. Zákon č. 258/2000 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>

ČESKO, 2001 a. Zákon č. 254/2001 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

ČESKO, 2001 b. Zákon č. 274/2001 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>

ČESKO, 2001 c. Vyhláška č. 428/2001 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>

ČESKO, 2001 d. Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-378>

ČESKO, 2001 e. Vyhláška č. 246/2001 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-246>

ČESKO, 2001 f. Vyhláška č. 247/2001 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-247>

ČESKO, 2005. Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-362>

ČESKO, 2006 a. Zákon č. 262/2006 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>

ČESKO, 2006 b. Zákon č. 309/2006 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>

ČESKO, 2008. Vyhláška č. 23/2008 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-23>

ČESKO, 2011. Vyhláška č. 273/2011 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-273>

ČESKO, 2015 a. Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>

ČESKO, 2015 b. Zákon č. 320/2015 Sb. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320>

ČESKO, 2020. Zákon č. 541/2020 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>

ČESKO, 2021. Nařízení vlády č. 390/2021 Sb. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2022. [cit. 2022-23-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-390>

ČSN 73 0802, 2020. Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. Český normalizační institut.

ČSN 73 0810, 2016. Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení. Český normalizační institut.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

a.s.	Akciová společnost
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BS _{K5}	Biochemická spotřeba kyslíku
č	Číslo
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČS	Čerpací stanice
ČSN	Česká státní norma
dB	Decibel
DN	Diameter Nominal
DPH	Daň z přidané hodnoty
EO	Ekvivalentní obyvatel
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
Go	Geometrický průměr
hod	Hodina
CHSK _{CR}	Chemická spotřeba kyslíku
IP	Internet Protocol
ISO	International Standardization Organization
kW	Kilowatt
K	Kritérium
Kč	Koruna česká
kg	Kilogram
l	Litr
m	Maximální hodnoty

m ³	Metr krychlový
m n.m.	Metřů nad mořem
mg	Miligram
NL	Nerozpuštění látky
N-NH ₄	Amoniakální dusík
Nv	Normovaná váha
Od	Odhalitelnost
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
OSN	Organizace spojených národů
p	Přípustné hodnoty
P _{CELK}	Celkový fosfor
PO	Požární ochrana
PR	Prostředky
PVC	Polyvinylchlorid (nejpoužívanější plast na Zemi)
RPN	Risk Priority Number
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
SMS	Short message service (krátká textová zpráva)
Vy	Výskyt
Vz	Význam
Wifi	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
z.s.	Zapsaný spolek
ŽP	Životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Cíle udržitelného rozvoje (OSN, ©2022).....	14
Obrázek 2 Prevéta (Koudelková, ©2022).....	15
Obrázek 3 Čistírna odpadních vod Praha (Pražské vodovody a kanalizace, ©2022).....	17
Obrázek 4 Uspořádání stokových sítí (Šenkapoulová, 2018).....	29
Obrázek 5 Biologická část ČOV (Bábíček, 2018).....	31
Obrázek 6 Proces managementu rizik podle ISO 31000:2018	37
Obrázek 7 ČOV Přemyslovice (vlastní)	47
Obrázek 8 Strojní česle (vlastní).....	48
Obrázek 9 Lapák písku s kompresorem Orlík (vlastní)	49
Obrázek 10 Aktivační nádrže (vlastní)	51
Obrázek 11 Místnost s dmychadly (vlastní)	52
Obrázek 12 Odstředivka kalů (vlastní)	53
Obrázek 13 Kancelář obsluhy s řídicí jednotkou (vlastní)	54
Obrázek 14 Výřez schéma ČOV Přemyslovice (vlastní).....	58
Obrázek 15 Výřez z vývojového diagramu (vlastní)	59
Obrázek 16 FTA diagram – ČOV bez el. energie (vlastní)	62
Obrázek 17 FTA diagram Poškození nebo krádež odstředivky kalů (vlastní)	66
Obrázek 18 FTA diagram Utonutí obsluhy ČOV v nádržích (vlastní).....	71

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Počet obyvatel trvale bydlících v domech napojených na kanalizaci a množství vypouštěných a čištěných odpadních vod v roce 2020 (Vodovody a kanalizace ČR, 2020)	18
Tabulka 2 Počet obyvatel trvale bydlících v domech napojených na kanalizaci v letech 1991, 2001, 2011 a 2015–2020 a průměrná délka kanalizační sítě na 1 obyvatele (Vodovody a kanalizace ČR, 2020).....	19
Tabulka 3 Charakter znečišťujících látek v odpadních vodách (Dohányos, 2011)	32
Tabulka 4 Emisní standardy odpadních vod pro kategorii 2 001 – 10 000 EO (Česko, 2015)	33
Tabulka 5 Číselné ukazatele provozu ČOV za rok 2021	45
Tabulka 6 What If analýza – technologická rizika (vlastní).....	57
Tabulka 7 Rizikové číslo RPN a barevné vyjádření (vlastní).....	59
Tabulka 8 FMEA – Technologická rizika 1 z 2 (vlastní)	60
Tabulka 9 – Technologická rizika 2 z 2 (vlastní)	61
Tabulka 10 FMEA – Společenská a přírodní rizika 1 z 2 (vlastní)	64
Tabulka 11 – Společenská a přírodní rizika 2 z 2 (vlastní)	65
Tabulka 12 Úroveň velikost rizika R (Koudelka a Vrána, 2006).....	67
Tabulka 13 PNH metoda – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 1 z 2 (vlastní).....	68
Tabulka 14 PNH metoda – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2 z 2 (vlastní).....	69
Tabulka 15 Instalovaný příkon ČOV (vlastní zpracování dle provozního řádu).....	73
Tabulka 16 Kriteriaální matice (vlastní zpracování dle informací výrobců).....	75
Tabulka 17 Kriteriaální matice s maximalizačními kritérii (vlastní)	75
Tabulka 18 Normalizovaná kriteriaální matice (vlastní).....	76
Tabulka 19 Tabulka s výsledným pořadím (vlastní)	77
Tabulka 20 Rozpočet (vlastní zpracování dle konzultace s odborníkem)	86
Tabulka 21 Časový harmonogram.....	87

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Schéma ČOV Přemyslovice

Příloha P II: Vývojový diagram průtoku odpadní vodou ČOV

Příloha P III: Tabulky k metodě FMEA

Příloha P IV: Symboly diagramu FTA

Příloha P V: Tabulky k metodě PN