

Záplavy a zabezpečení činnosti čističky odpadních vod při blackoutu

Petr Matoulek

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Petr Matoulek**
Osobní číslo: **L21438**
Studijní program: **B1032A020002 Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Záplavy a zabezpečení činnosti čističky odpadních vod při blackoutu**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte rešerši a teoretický vstup z dané problematiky.
2. Provedte přímé standardizované pozorování ve vybraném zařízení, popřípadě polostrukurovaný rozhovor a provedte analýzu dokumentace vybraného zařízení.
3. Navrhněte možná řešení k posílení funkčnosti a bezpečnosti ve vybraném zařízení.

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

Seznam doporučené literatury:

1. BÁBÍČEK, Richard; BERNARD, Jindřich; HARCINÍK, Filip; HOŠEK, Váslav; KRÁL, Pavel et al. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. Čtvrté aktualizované a doplněné vydání. Praha: SOVAK – Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, 2023. ISBN 978-80-907303-4-2.
2. KOTULLA, Michal; GOŇO, Miroslava; GOŇO, Radomír; VRZALA, Matouš; LEONOWICZ, Zbigniew et al. *Renewable Energy Sources as Backup for Treatment Plant*. Online. In: Energies. Switzerland: MDPI, s. 17., 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/en15176288>
3. KROČOVÁ, Šárka. *Rizika provozování vodárenských a kanalizačních systémů*. SPBI Spektrum. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014. ISBN 978-80-7385-147-7.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. et Ing. Petr Štefaňo, CSc.
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce:

1. prosince 2023

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. května 2024

L.S.

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

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou 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 užít své dílo – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 3.5.2024

Jméno a příjmení studenta: Petr Matoulek

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou zabezpečení činnosti čističky odpadních vod proti povodním a blackoutu. V teoretické části je proveden popis záplav a zmínění související legislativy a popis blackoutu a s ním spojené legislativy. Dále je podrobně popsána funkčnost čističky odpadních vod, včetně možných hrozeb a dělení této infrastruktury. Ve druhé části je zkoumáno zabezpečení činnosti čističky odpadních vod ve Vyškově proti povodním a blackoutu. Analyzovány jsou možnosti a opatření pro udržení kontinuity provozu v případě výskytu těchto situací a proveden návrh možných opatření na zajištění činnosti čističky odpadních vod při masivním výpadku elektrické energie.

Klíčová slova: blackout, čistička odpadních vod, elektrická energie, hrozby, legislativa, opatření, povodně, zabezpečení provozu

ABSTRACT

This thesis deals with the issue of securing the operation of a wastewater treatment plant against floods and blackouts. The theoretical part includes a description of floods and related legislation, as well as a description of blackouts and the associated legislation. Furthermore, the functionality of the wastewater treatment plant is described in detail, including possible threats and the division of this infrastructure. The second part examines the security of the operation of the wastewater treatment plant in Vyškov against floods and blackouts. The options and measures for maintaining operational continuity in the event of these situations are analyzed, and a proposal for possible measures to ensure the operation of the wastewater treatment plant during a massive power outage is presented.

Keywords: blackout, electrical energy, floods, legislation, measures, operational security, wastewater treatment plant

Rád bych vyjádřil své upřímné poděkování za vedení práce panu Ing. Petrovi Štefaňovi. Dále bych rád poděkoval za umožnění provedení rozhovoru a zkoumání ČOV Vyškov výrobně-technickému náměstkovi panu Ing. Karlovi Hájkovi. Za rozhovor a odbornou konzultaci děkuji vedoucímu ČOV Vyškov panu Romanu Synkovi. Dále děkuji za podporu své rodině a své snoubence, kteří mi byli pevnou oporou. A dále děkuji Bohu, že mi dal sílu zpracovat tuto práci.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ZÁPLAVY	11
1.1 DRUHY POVODNÍ	11
1.1.1 Říční povodně	11
1.1.2 Antropogenní povodně.....	12
1.2 HISTORIE POVODNÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	13
1.2.1 Povodně v roce 1997	13
1.2.2 Povodně v roce 2002	14
1.2.3 Povodně v roce 2006	14
1.2.4 Povodně v roce 2009	14
1.2.5 Povodně v roce 2010	15
1.2.6 Povodně v roce 2013	15
1.3 LEGISLATIVA SPOJENÁ S POVODNĚMI	16
2 BLACKOUT	17
2.1 VÝVOJ BLACKOUTU.....	17
2.2 HISTORIE BLACKOUTŮ.....	18
2.2.1 The Great Northeast blackout	18
2.2.2 The New York city blackout	19
2.2.3 The Indian blackout.....	19
2.3 BLACKOUT V ČESKÉ REPUBLICE	19
2.4 LEGISLATIVA SPOJENÁ S BLACKOUTEM.....	20
3 ČISTIČKA ODPADNÍCH VOD	21
3.1 TYPY ČOV	21
3.1.1 Malé ČOV	21
3.1.2 Městské ČOV	21
3.1.3 Ústřední ČOV.....	22
3.2 OBJEKTY ČOV	22
3.2.1 Lapáky tuků a olejů	22
3.2.2 Česle	23
3.2.3 Lapáky štěrku a písku.....	24
3.2.4 Čerpací stanice	25
3.2.5 Usazovací nádrže	26
3.3 TECHNOLOGIE ČISTĚNÍ	26
3.3.1 Primární čištění	26
3.3.2 Sekundární čištění	27
3.3.3 Terciární čištění.....	28

3.4	VYŘAZENÍ ČOV Z PROVOZU	29
3.4.1	Naturogenní činitelé	29
3.4.2	Antropogenní činitelé	29
3.5	ZÁVISLOST ČOV NA ELEKTRICKÉ ENERGII	30
3.6	ZABEZPEČENÍ PROTI VÝPADKU ELEKTRICKÉHO PROUDU.	31
3.7	ZABEZPEČENÍ PROTI ZÁPLAVÁM	31
II	PRAKTICKÁ ČÁST	33
4	ČOV VYŠKOV	34
4.1	ALOKACE ČOV	34
4.2	ZMAPOVÁNÍ OBJEKTŮ ČOV	35
5.1	OCHRANA PŘED POVODNĚMI	38
5.2	ZABEZPEČENÍ ČINNOSTI PŘI BLACKOUTU	40
6	ROZHOVOR S VEDOUCÍM ČOV VYŠKOV	43
6.1	FUNKCE A ZPROVOZNĚNÍ ČISTIČKY	43
6.2	VÝPADKY ELEKTRICKÉ ENERGIE	44
6.3	ZÁLOŽNÍ ZDROJE A ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE	44
6.4	OCHRANA PŘED POVODNĚMI	46
6.5	ŠKOLENÍ ZAMĚSTNANCŮ V PŘÍPADĚ VÝPADKU ELEKTRICKÉ ENERGIE NEBO POVODNÍ	46
	ZÁVĚR	47
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	54
	SEZNAM OBRÁZKŮ	55
	SEZNAM TABULEK	56
	SEZNAM GRAFŮ	57
	SEZNAM PŘÍLOH	58

ÚVOD

Čištění odpadních vod je prvkem ve správě životního prostředí. V dnešní moderní době je však činnost čističek odpadních vod závislá na nepřetržitém dodávání elektrické energie. Výpadek elektrického proudu neboli blackout a záplavy představují dvě z hlavních hrozeb, které mohou negativně ovlivnit provoz jednotlivých čističek odpadních vod (ČOV), což představuje potencionální riziko pro životní prostředí a veřejné zdraví. Tato bakalářská práce si klade za cíl seznámit čtenáře s problematikou povodní a blackoutů a dále přiblížit, jakým způsobem funguje ČOV a hlavně prozkoumat, jakým způsobem je zabezpečena činnost čističky odpadních vod v případech blackoutů a záplav.

Metodologií práce je kvalitativní výzkum, který zahrnuje:

- Polostrukturovaný rozhovor s výrobně-technickým náměstkem VAK Vyškov.
- Přímé standardizované pozorování provozu ČOV.
- Analýzu dokumentace související s bezpečnostními opatřeními při výpadku elektrického proudu a povodní.

Cílem je získat komplexní pohled na strategie a opatření, která jsou implementována k zajištění stálé činnosti ČOV v náročných krizových situacích.

Pro dosažení cílů práce jsou stanoveny následující výzkumné otázky:

- Jaké konkrétní opatření a postupy jsou uplatňovány při zabezpečení činnosti ČOV Vyškov při záplavách a blackoutu?
- Jak je ČOV Vyškov chráněna proti povodním?
- Jak je zabezpečená činnost ČOV Vyškov při blackoutu?

Výsledky této bakalářské práce mají potenciál poskytnout zásadní informace pro odborníky v oblasti odpadních vod a energetiky a přispět k rozvoji efektivních opatření pro zabezpečení a připravenost ČOV v komplexním kontextu záplav a blackoutů. Lze konstatovat, že tato problematika má zásadní význam v kontextu ochrany veřejného zdraví, životního prostředí a bezpečnosti obyvatelstva. Tato bakalářská práce směřuje k poskytnutí uceleného pohledu na opatření, která mohou vést k efektivnímu řešení této problematiky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁPLAVY

Záplavy neboli povodně definuje zákon č. 254/2001 Sb. jako „*přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody*.“ Mimo jiné se v tomto zákoně dále udává, že povodeň může vzniknout situací, kdy voda není schopna bezproblémově odtékat z dané oblasti, což může vést k jejímu hromadění a z toho plynoucí zaplavení území. Existuje několik faktorů, které mohou způsobit povodeň. Mezi tyto faktory zahrnuje vodní zákon přírodní faktory, do kterých se řadí tání sněhu, intenzivní srážky nebo pohyb ledu a dále faktory jiné, do kterých se řadí poruchy vodních děl, které mohou být zapříčiněny antropogenním nebo technogenním činitelem. (Ministerstvo vnitra České republiky, 2023)

1.1 Druhy povodní

Povodně se dají rozdělit do podle různých kritérií. (Ďurica, 2014) rozděluje druhy povodní podle příčin, mezi které patří mořské záplavy, ledovcové a sopečné záplavy, říční a antropogenní. V rámci této práce, která lokalizuje své zaměření na problematiku v České republice, je třeba se zaměřit na povodně říčního a antropogenního charakteru.

1.1.1 Říční povodně

Tento druh povodně nastává, když tok vody v řece dosáhne takové úrovně, že překročí kapacitu koryta a proudící voda začne přelévat okraje břehů do okolních oblastí. Říční povodně mají svůj původ, podle kterého je možné je od sebe rozlišit. Mezi původce zahrnuje (Ďurica, 2014) déšť, sníh, kombinaci deště a sněhu a tající led. Dešťové povodně se dají ještě rozdělit na povodně, které jsou způsobené vytrvalými srážkami a povodně, které jsou způsobené přívalovými srážkami. Povodně, které jsou zapříčiněné přívalovým deštěm označuje (Portál krizového řízení HZS JHM, 2016) jako povodně přívalové, jinak řečeno „*bleskové*.“ Přívalové povodně jsou pro Českou republiku nejvíce časté. Obtížným úkolem je předpověď těchto povodní, jelikož přichází rychle a dají se předpovědět jen krátce před tím, než se objeví. (Ďurica, 2014) Českou republiku mohou mimo přívalových povodní zasáhnout i další různé druhy povodní, mezi které zařadil (Portál krizového řízení HZS JHM, 2016) povodně:

1.1.1.1 Jarní

Povodně jarní jsou způsobeny táním sněhu v období jara nebo během zimních období, kdy dojde k částečné oblevě. V nemálo případech se tání sněhu nepříznivě spojí s dešťovými srážkami.

1.1.1.2 Letní

Letní povodně jsou takovým typem povodní, které se vyskytují v průběhu letních měsíců a jsou způsobeny intenzivními dlouho trvajících srážkami v letních měsících.

1.1.1.3 Ledové

Ledový druh povodně se může objevit v případě kdy došlo k zamrznutí vodních toků. Jakmile dojde k oteplení, ledový pokryv řeky se rozpadá na jednotlivé kusy ledu, které se následkem proudění vody vrství nad sebe a tím tvoří ledové bariéry. Ledové bariéry zapříčiní horší průtok a kumulaci vody před bariérou a tím může docházet k přelití břehů. Ledové bariéry po čase prasknou a propustí nakumulovanou vodu, a to vede k vytvoření povodňové vlny. (Český hydrometeorologický ústav, 2015)

1.1.1.4 Zvláštní

Tento typ povodně není tak pravděpodobný jako výše uvedené, nicméně se jedná o povodně s katastrofálními následky. Zvláštní povodně vznikají v případě poruch vodních děl, kdy dojde k extrémnímu navýšení průtoku řeky, kde se vodní dílo nachází. (Portál krizového řízení HZS JHM, 2016) (Český hydrometeorologický ústav, 2015) uvádí, že: „*Jejich vývoj je velmi rychlý a lze ho v pravém slova smyslu charakterizovat jako přílivovou vlnu s ohromnou destrukční silou.*“

1.1.2 Antropogenní povodně

Antropogenní povodně jsou povodně způsobené lidskou činností nebo lidskými intervencemi, které mají vliv na vodní toky a životní prostředí. Tento druh povodní je ve většině případech důsledkem lidských aktivit, které vedou ke změně krajiny. K tomu dochází skrz zastavění povrchů, odlesňováním, odvodňováním mokřadů ale i stavbami vodních děl. Jedny z největších změn v rámci povodní na Českém území začaly koncem 18. století, kdy docházelo k masivnímu odlesňování, které mělo za následek mezi lety 1784

až 1890 pět velkých povodní v Praze. (Ďurica, 2014) (Duchan et al., 2019) rozdělují podle antropogenních činitelů povodně na tři typy:

1. Typ: Povodeň způsobená zhroucením vodního díla.
2. Typ: Povodeň způsobená zhroucením vrátek nebo ventilu spodních výpustí, vstupu nebo přelivu.
3. Typ: Povodeň způsobená nouzovým uvolněním vody, během řízení kritického stavu výšky hladiny vodního díla, která ohrožuje bezpečnost zařízení.

1.2 Historie povodní na území České republiky

V historii České republiky bylo mnoho povodní. (HZSCR.cz, 2015) udává, že mezi ty nejvíce významné v nejbližší minulosti jsou povodně, které se udály v letech 1997, 2002, 2006, 2009, 2010 a 2013. V následujícím textu budou jednotlivé povodně stručně popsány.

1.2.1 Povodně v roce 1997

Při pohledu na historii moderních povodní, které postihly Českou republiku, nelze opomenout události roku 1997, kdy řeky Morava a Odra překročily své břehy. Tyto povodně však nezůstaly omezeny pouze na území České republiky, ale dotkly se také Polska, Slovenska, Rakouska a Německa, čímž se staly součástí širší evropské katastrofy. V samotné České republice přišlo o život 60 lidí, 2151 domů bylo zničeno (dalších 5652 se stalo dlouhodobě neobyvatelnými) a zříceno bylo 26 mostů. Navíc došlo k úplnému zastavení provozu na klíčových železničních trasách po několik dní. Vážně byly poškozeny rozsáhlé části měst Krnov, Ostrava, Opava, Otrokovice, Přerov, Olomouc a dalších. Celkové škody byly odhadnuty na 63 miliard korun. Jako jedno z nejhůře postižených sídel byla označena obec Troubky na soutoku Moravy a Bečvy, kde bylo zničeno 150 domů a několik lidí zahynulo. Povodeň odhalila mnoho nedostatků ve fungování různých státních i soukromých institucí a organizací. Chyběly plány na ochranu před povodněmi, bezpečnostní předpisy byly v mnoha podnicích porušovány, technika byla v dezolátním stavu a koryta řek zanedbaná. V prvních dnech selhal i výstražný systém. Nicméně tato tragédie měla i své pozitivní aspekty – přiměla k legislativním změnám, zavedení protipovodňových opatření a odstranění největších nedostatků v celé České republice, což výrazně snížilo následky povodní o pět let později. (HZSCR.cz, 2015)

1.2.2 Povodně v roce 2002

V roce 2002 zažila Česká republika historicky nejrozsáhlejší povodně, které nezasáhly pouze Prahu, ale také 753 dalších obcí, během nucených evakuací opustilo své domovy 225 tisíc lidí. Šestnáct osob přišlo o život a ve sedmi krajích byl vyhlášen stav nouze. Celkové škody dosáhly 73,3 miliard Kč, přičemž pouze v pražském metru se vyčísly na více než 6 miliard Kč. Na Vltavě v Praze dosáhl nejvyšší průtok 5300 m³/s. Tyto povodně rovněž devastujícím způsobem zasáhly chemický průmysl, s vážnými důsledky pro životní prostředí. Čtrnáct chemických závodů bylo zaplaveno, s nejhroším případem nehody ve firmě Spolana Neratovice, a.s.. Spolu s povodněmi na Moravě v roce 1997 náleží tyto události k největším přírodním katastrofám v moderní české historii. Jejich výjimečnost spočívala nejen ve velikosti, ale také v tom, že poprvé prověřily efektivitu celého bezpečnostního systému podle nové legislativy, která byla vypracována po povodních v roce 1997 a schválena v roce 2000. (HZSCR.cz, 2015)

1.2.3 Povodně v roce 2006

V důsledku rychlého tání velkého množství sněhu v březnu a dubnu došlo k rozsáhlým povodním, které postihly téměř celé území České republiky. Na území sedmi krajů byl vyhlášen nouzový stav. Při zvládnutí této situace se ukázalo, že Česká republika je připravena čelit velkým mimořádným událostem. Legislativa pro řešení krizových situací je vhodně nastavena a všechny úrovně řízení jsou schopny ji efektivně využít. Obzvláště se projevila schopnost obcí řešit složité situace samostatně a zajišťovat evakuaci velkého počtu obyvatel. Celkem byla provedena evakuace z části 85 obcí, během níž bylo evakuováno více než 13 tisíc osob. Tyto povodně si bohužel vyžádaly 9 tzv. nepřímých obětí, které nastaly z důvodu nepozornosti nebo nedostatečného dozoru.

1.2.4 Povodně v roce 2009

V roce 2009 a to v období od 24. června do 5. července, se v České republice vyskytlo několik povodní, a to přívalového charakteru. Některé z nich lze považovat za skutečně mimořádné. Začátek bohatého období srážek nastal 22. června, kdy došlo k výrazným regionálním srážkám, především na jihu Čech. Tyto srážky postihly zejména povodí Malše, Otavy a Lužnice, což způsobilo prudký nárůst hladin vodních toků, které dosáhly zvýšení na vyhlášení 3. stupně povodňové aktivity neboli SPA. (HZSCR.cz, 2015)

1.2.5 Povodně v roce 2010

Povodně v roce 2010 postihly Českou republiku třikrát. V květnu a červnu zasáhly 406 obcí na Moravě, přičemž si vyžádaly osm lidských životů a způsobily škody přesahující pět miliard korun. Podobná situace se opakovala začátkem srpna, kdy extrémní srážky zasáhly východní, jižní a severní Čechy. (HZSCR.cz, 2015)

Následky těchto povodní byly tragické. Celkem zahynulo 14 osob a více než 130 bylo zraněno. Materiální škody dosáhly obrovského obnosu přesahujícího 8 miliard korun. Bezpečnost a evakuace byly prioritou, přičemž přes 160 osob bylo zachráněno pomocí vrtulníků policie, armády a záchranných služeb. Do rozsáhlých záchranných operací bylo zapojeno více než 1 000 hasičů, 700 policistů, 40 záchranářů zdravotnické služby, 1 800 vojáků a stovky dobrovolníků. Hasiči pracovali na zabezpečování a odstraňování překážek v toku vod a instalovali protipovodňové zábrany, včetně pytlů s pískem. V krizových štábech pracovalo téměř 80 lidí zajišťujících nejen záchranné operace, ale také logistickou podporu. (Hložková, 2020)

1.2.6 Povodně v roce 2013

Záplavy, které vznikly kvůli nadměrným srážkám udeřily nejen v České republice, ale i v dalších střeoevropských státech v červnu 2013. Pro Česko měla tato mimořádná událost nemalý dosah. Podle (Davies, 2013) zasáhly povodně devět regionů přičemž zemřelo 15 lidí, dalších 26 tisíc bylo evakuováno. Dále bylo zasaženo více než šest tisíc objektů určených k bydlení. I přes velký rozsah zaplavených území a kritický průběh neměly povodně přímý zásadní dopad s katastrofálními důsledky na poškození životního prostředí zejména závadnými látkami, chemikáliemi nebo úniky plynů tak, jako tomu bylo například v roce 2002. Provozy byly na povodeň připraveny, sklady závadných látek a další provozní zařízení byly zabezpečeny a nebyly zjištěny významné úniky těchto látek do povrchových vod, ani do ovzduší. Škody byly zvláště patrné v postižených oblastech, jako jsou Středočeský kraj, Praha, Jihočeský kraj a Ústecký kraj, kde byl zaznamenán největší počet obětí a materiálních škod. Česká vláda se následně zabývala hodnocením výkonnosti nových protipovodňových opatření vyvinutých po povodních v roce 2002, s cílem minimalizovat budoucí rizika a zlepšit ochranu proti povodním v České republice. (HZSCR.cz, 2015)

1.3 Legislativa spojená s povodněmi

Prevence proti povodním zahrnuje širokou škálu opatření a aktivit, které mají za cíl minimalizovat rizika spojená s povodněmi v ohrožených oblastech. Tyto aktivity zahrnují dlouhodobé strategie, které se zaměřují na systematickou prevenci, stejně jako okamžitá opatření, která jsou specifická pro konkrétní povodňové události. Základním legislativním rámcem v této oblasti je Zákon o vodách č. 254/2001 Sb., který se zabývá problematikou ochrany před povodněmi. V souvislosti s tímto zákonem se váží další dokumenty a to především „*povodňové mapy a stanovená záplavová území.*“ (ČR, 2008)

Podle § 66 zákona o vodách, v platném znění, jsou stanovená záplavová území administrativně definované oblasti, které jsou v případě přírodní povodně ohroženy zaplavením vodou. Jejich rozsah určuje příslušný vodoprávní úřad na základě návrhu správce vodního toku. Postup a rozsah zpracování tohoto návrhu jsou upraveny vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 79/2018 Sb., která specifikuje proces a rozsah tvorby návrhu a dokumentace záplavových území. Stanovení závazných záplavových území je prováděno vodoprávním úřadem formou obecně závazných opatření podle správního řádu, ve znění platných právních předpisů. Naopak povodňové mapy jsou produktem České asociace pojišťoven a „*ukazují míru rizika zasažení povodní v dané lokalitě z pohledu pojistného trhu.*“ (ČR, 2020)

2 BLACKOUT

Slovo blackout může být použito ve spojení s různými případy. Nejčastěji se však používá ve spojení s výpadkem elektrického proudu. (Beneš, 2008) definuje blackout jako „*výpadek elektřiny velkého rozsahu.*“ Příčiny dlouhotrvajících výpadků elektrického proudu ve velkém rozsahu mohou být způsobeny technickými selháními, lidskými omyly, trestnou činností, teroristickými útoky, epidemiemi, pandemiemi nebo extrémními povětrnostními podmínkami. Je možné očekávat, že riziko rozsáhlých výpadků elektrické energie poroste, a to hlavně v souvislosti změnou klimatu. (Petermann et al., 2011) Změnu klimatu zmiňuje i (Beneš, 2008) v souvislosti s omezením dostupnosti primárních zdrojů pro chod státu. Hlavní úkoly státu, jako je zajištění funkcí státu a ochrana obyvatel se bez dodávek elektřiny neobejde. V rámci České republiky je distribuce elektrické energie zajištěna svým vybudováním tak, aby byla schopna zvládnout různé technické problémy, ale není schopna se vypořádat s vícenásobným vyřazením kritických prvků přenosové soustavy. Mezi tyto prvky spadá elektrické vedení, transformátory, napěťové a přetokové stanice, synchronizační zařízení, ochranná zařízení, přenosové věže, kompenzační tlumivky a další prvky, které se účastní na dopravě elektrické energie ke spotřebiteli. (Honiš et al., 2013)

2.1 Vývoj blackoutu

Pro samotný vývoj blackoutu je zapotřebí působení rizik, která jsou různorodá a mohou zahrnovat: přetížení přenosové sítě, což může vést k mezinárodnímu rozkolísání a destabilizaci, úmyslné útoky, vandalismus nebo teroristické akce zaměřené na infrastrukturu a přírodní katastrofy, jako jsou bouře či záplavy, které mohou poškodit rozvodnou síť. Do samotného vývoje může přispět i možný „*domino efekt*“, který by mohl mít rozsáhlé důsledky na všechny segmenty kritické infrastruktury. Výpadek elektrického proudu, představující úplnou ztrátu napájení v dané oblasti, může trvat od několika minut až po několik týdnů. Takové poruchy jsou zvláště problematické v zařízeních, jako jsou nemocnice, čistírny odpadních vod nebo telekomunikační zařízení, které vyžadují neustálé napájení. (Nováková, 2011)

Scénář vývoje blackoutu může mít postupný průběh s rostoucími dopady na společnost.

Obvyklý scénář vypadá následovně:

Výpadek trvající 1 až 2 hodiny: Výtahy přestávají fungovat, dochází k dopravnímu kolapsu, zejména v městských oblastech, a většina pouličního osvětlení selhává.

Výpadek trvající 2 až 5 hodin: Zastavuje se vytápění a klimatizace. Větší firmy spouštějí náhradní zdroje elektřiny, aby udržely provoz.

Výpadek trvající 5 až 12 hodin: Mobilní telefony přestávají fungovat, teplota v domácnostech klesá a zařízení závislá na klimatizaci začínají selhávat.

Výpadek trvající 12 až 24 hodin: Stav výpadku vede k vyhlášení krizové situace, kdy jsou ohroženy běžné životní podmínky a provoz mnoha zařízení je narušen. (Kuchta, 2010)

K samotnému blackoutu nemusí dojít, pokud je ve scénáři vývoje dodávka elektrické energie obnovena. Tyto scénáře řadí (Nováková, 2011) do třech kategorií: dropout, brownout a poté samotný blackout. Dropout, nebo také „*milisekundový výpadek*“, je způsoben dočasnou poruchou na elektrickém vedení, která bývá automaticky nebo během velice krátké doby opravena. Brownout, nebývá spojen s přímým výpadkem elektrické energie, ale s poklesem napětí, které způsobuje například utlumení světel. V poslední kategorii je už samotný blackout, kdy dojde k rozsáhlému výpadku elektrické energie, který může trvat v rozsahu minut až týdnů.

Zásoby elektřiny nelze skladovat ve velkém, což vyžaduje schopnost regulovat spotřebu v reálném čase a zajistit dodávky pro kritickou infrastrukturu. (Kuchta, 2010)

2.2 Historie blackoutů

V průběhu lidské historie zasáhly různé regiony po celém světě masivní výpadky elektrického proudu. (Cathart a Fast, 2023) zmiňují deset největších blackoutů v rámci celého světa. V následujícím textu budou popsány tři vybrané.

2.2.1 The Great Northeast blackout

The Great Northeast blackout, v překladu velký severovýchodní výpadek elektrického proudu, v roce 1965 způsobil jednu z nejvýznamnějších poruch dodávky elektřiny v historii. Tento výpadek ovlivnil části východní Kanady, stát New York a některé oblasti sedmi dalších blízkých států. Důvodem bylo vypnutí 230 kilovoltového přenosového vedení v kanadském Ontariu. Vypnutí přenosového vedení způsobilo pád několika dalších zatížených linek, kvůli nárůstu energie, která náhle a drasticky přetížila přenosová vedení v západním New Yorku. Tento výpadek se stal během dopravní špičky a ovlivnil přes 30 milionů lidí po celých Spojených státech a Kanadě. (Cathart a Fast, 2023)

2.2.2 The New York city blackout

Tento výpadek byl způsoben úderem blesku 13. července 1977 na rozvodnu u řeky Hudson. Vypnuly dva jističe, které vyply napájení za účelem ochrany obvodu. Ještě větší problémy způsobil druhý a třetí blesk. Téměř hodinu poté, co spadly jističe, vypadl největší generátor elektřiny v New Yorku. Tento výpadek proudu nastal v době ekonomických potíží, které někteří přičítají následným nepokojům a rabování. Mnoho čtvrtí bylo tvrdě zasaženo, zejména Crown Heights a Bushwick. V Crown Heights bylo vyrabováno 75 obchodů v okruhu pěti bloků. V městě Bushwick se řešily požáry způsobené zžhárí až do příštího rána. Ke konci výpadku bylo zatčeno kolem 4500 lupičů a 550 policistů bylo zraněno. (ElectricChoice.com, 2020)

2.2.3 The Indian blackout

V roce 2012 zůstalo v Indii více než 700 milionů lidí bez elektrické energie. Příčina tohoto výpadku není úplně jasná, ale nejspíše k němu došlo kvůli špatné infrastruktuře a nepředvídanému posunu v požadavcích na elektřinu v celé zemi, což vedlo k přetížení některých částí sítě a k neschopnosti si s tím poradit. Během této události bylo zasaženo výpadky elektrické energie 28 indických států, včetně hlavního města Nového Dillí. Následoval rozsáhlý chaos, kdy mnoho vlaků s cestujícími uvázlo v místech, kde jim byl vypnut přísun elektrické energie. Tento stav také způsobil výpadek semaforů, což vyvolalo obrovské dopravní zácpy v hustě obydlených oblastech. (Cathart a Fast, 2023)

2.3 Blackout v České republice

Blackouty se v České republice díky vyspělé infrastruktuře nevyskytují, avšak v historii se s masivním výpadkem elektrické Česko setkalo, a to 2. června 2022. Tento výpadek byl způsoben vypnutím elektrické rozvodny v Chodově kvůli poruše. „*Porucha podle ČEPS nastala kvůli ochraně tlaků izolačního plynu (LOT)*“ ta postihla části Prahy a to Prahu 4, 5 a 10 a tím asi 200 tisíc odběratelů. Pražská energetika se snažila minimalizovat následky tím, že přesměrovala elektřinu k postiženým zákazníkům z jiných zdrojů, ale přesto došlo k významným potížím. Přerušeni dodávek elektřiny mělo největší dopad na pražskou MHD, kde dočasně nefungovalo metro na lince C a tramvajový provoz byl omezen na pravém břehu Vltavy. Zpoždění se projevila také u některých vlakových spojů. Letadlový provoz zůstal nedotčen. Kromě toho se výpadek projevil i v dalších oblastech, jako jsou zdravotnická zařízení a internetové sítě. Hasiči a záchranáři museli řešit situace, kdy lidé uvízli

ve výtazích, či jim vypověděly službu kyslíkové přístroje. Většina internetových sítí se sice brzy obnovila, ale některá datacentra byla dlouho nedostupná, což mělo vliv na dostupnost některých webových stránek. I přes tyto obtíže se město postupně vrátilo k normálnímu provozu díky záložním zdrojům energie a rychlé akci technických týmů. Přestože některá ministerstva, obchodní řetězce a školy byly ovlivněny, většina z nich dokázala situaci zvládnout bez zásadního omezení svého provozu. (ČTK, 2022)

2.4 Legislativa spojená s blackoutem

Základním legislativním dokumentem pro řešení rozsáhlých výpadků elektřiny je Energetický zákon, známý také pod číslem 458/2000 Sb. Jedná se o právní předpis, který v § 54 stanovuje a upravuje stav nouze a prevenci před stavem nouze v oblasti elektroenergetiky. (Janošek, 2016) Stav nouze v elektroenergetice je vyhlášen provozovatelem přenosové soustavy pro celé území státu nebo pro určité ohraničené území, případně jeho část, v závislosti na situaci. Tento stav vzniká v důsledku různých událostí, jako jsou živelní katastrofy, opatření státních orgánů v krizových situacích, havárie nebo selhání zařízení pro výrobu, přenos a distribuci elektřiny, smogové situace, teroristické útoky, nerovnováhy v elektrizační soustavě, přenos poruchy ze zahraničních sítí nebo ohrožení fyzické bezpečnosti a ochrany osob. (Richter, 2010)

V rámci legislativy a dokumentů pro Českou republiku, které se týkají blackoutu patří k Energetickému zákonu také Typový plán narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu. Tento dokument obsahuje základní, operativní a pomocnou část, kdy v základní části je popsáno, jakým způsobem může dojít k masivnímu výpadku a jaké to má konsekvence. V operativní části jsou řešeny zásady, opatření a karty pro řešení krizové situace a v pomocné části jsou zpracovány další dokumenty, které souvisejí s krizovou situací. A to „*Havarijní plán přenosové soustavy ČEPS, a. s., Havarijní plány provozovatelů distribučních soustav, Plán krizové připravenosti (PKP) a havarijní plány výrobců elektřiny, krizové plány územních správních úřadů a Krizový plán MPO.*“ (Hüner, 2018)

3 ČISTIČKA ODPADNÍCH VOD

Čistička neboli čistírna odpadních vod (ČOV) je koncovou součástí stokového systému. Jsou to typické specializované stavby, kde je klíčové technologické uspořádání a stavební řešení, které se odvíjí od množství a složení odpadních vod, stejně jako od požadované úrovně čištění. (Libra, 2005) Do většiny ČOV stéká odpadní voda gravitační silou, tento způsob však nelze uplatnit všude kvůli terénu, a tak bývá využito čerpání, které se však začíná hojně využívat díky využívání tlakové a vakuové kanalizace. (Švehla, 2007)

3.1 Typy ČOV

Čistírny odpadních vod lze rozdělit podle kapacity a velikostní kategorie na malé a městské čistírny, buď na základě biochemické spotřeby kyslíku (BSK) nebo na základě čistící kapacity podle připojených obyvatel, tzv. ekvivalentních obyvatel (EO). (Libra, 2005) Čističky odpadních vod rozděluje (Kročová, 2014) podle velikosti na tři základní typy.

3.1.1 Malé ČOV

V České republice a v mnoha zemích po celém světě se pro menší zdroje odpadních vod, jako jsou určité typy obcí, často využívají malé čistírny. Mezi hlavní typy těchto malých čistíren odpadních vod patří, biologické septiky, šterbinové nádrže, malé biologické čistírny, oxidační příkopy, čističe s nízkou zátěží aktivace. (Kročová, 2014) Malé čistírny odpadních vod spadají do kategorie 50-500 EO. Malé ČOV mají své vlastní emisní standardy, které berou v úvahu velikost a používané technologie této kategorie čistíren odpadních vod. Pro tyto čistírny může být nejlepší dostupnou technologií nízko až středně zatížená aktivace nebo biofilmové reaktory. (Kaňka, 2013)

3.1.2 Městské ČOV

Městské nebo také komunální čistírny odpadních vod jsou zařízení navržena a vybudovaná pro účinné čištění odpadních vod z městských oblastí, a které zároveň spadají do kategorie 500-2000 EO. Tento typ čistíren je již řešen pomocí kombinace dvou částí, a to části stavební a části technologické, která je vbudována do stavební části. Tyto čistírny mají za cíl odstranit nečistoty a znečištění z odpadních vod, aby bylo možné bezpečně vrátit vodu zpět do přírodního prostředí. (Kaňka, 2013) Městské čistírny odpadních vod jsou obvykle vybaveny pokročilými technologiemi a procesy čištění, které zahrnují mechanické, biologické a chemické metody čištění. Městské ČOV jsou utvářeny z následujících

částí: „*oddělovací komora nebo separátor, lapáky písku a štěrku, hrubé a jemné česle, usazovací nádrž, aktivační nádrž, dosazovací nádrže, měřicí zařízení vypouštěné vody a plynové a kalové hospodářství.*“ Tyto čistírny často obsahují několik fází čištění, které umožňují efektivní odstranění různých typů znečištění z odpadních vod. (Kročová, 2014)

3.1.3 Ústřední ČOV

Ústřední čistírny odpadních vod spadají do kategorie nad 2000 EO a jsou stavěny pro čištění průmyslových vod, městských vod a odpadních vod z rozsáhlejších území nebo více obcí. Tyto čistírny mají vysokou kapacitu a jsou schopny zpracovat velké množství odpadních vod. Bývají umístěny ve strategických lokalitách tak, aby byly co nejvíce dostupné a efektivně sloužily širší oblasti. Ústřední čistírny odpadních vod jsou vybaveny pokročilými technologiemi a procesy čištění, které zahrnují, stejně jako městské ČOV, mechanické, biologické a chemické metody. Tyto čistírny obvykle obsahují několik fází čištění, včetně předčištění, biologického čištění a následného zpracování kalu. (Kaňka, 2013)

3.2 Objekty ČOV

Objekty, které souvisí s ČOV se odvíjí od její velikosti. V následujícím textu bude popsána standardní technologická linka čištění odpadních vod. (Pytl, 2012) zařazuje mezi objekty následující: „*lapáky tuků a olejů, česle, lapáky štěrku a písku, čerpací stanice, usazovací nádrže, aktivační nádrže, dosazovací nádrže*“ a objekty terciárního čištění. Tyto objekty rozřazuje (Junga, 2015) podle fyzikálních principů, které se uplatňují při mechanickém čištění a mezi tyto fyzikální principy zařazuje cezení, usazování a zahušťování a vzplývání. V rámci prvního principu cezení se zachycují nerozpustné příměsi, které jsou větší než otvory síta. Druhou metodou je usazování a zahušťování, kde je využito gravitační síly a rozlišné hustoty látek, které se díky svým rozdílům oddělují. Posledním zmíněným principem je vzplývání, které funguje na bázi vztahové síly a rozdílu hustot prvků, které jsou tímto principem odděleny.

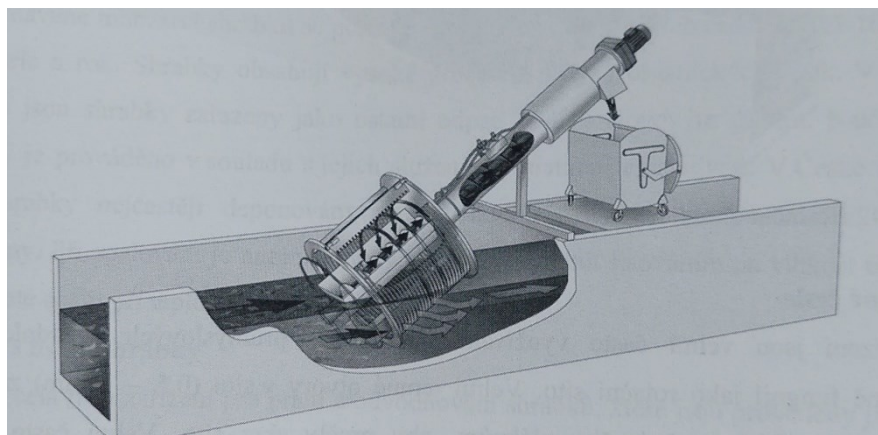
3.2.1 Lapáky tuků a olejů

V případě, že koncentrace tuků a olejů v odpadní vodě překračuje schopnost usadit se v usazovací nádrži nebo kde taková nádrž není instalována, je nezbytné začlenit lapáky tuků a olejů. Tyto látky výrazně ovlivňují účinnost biologického čištění a dokončovacího procesu v proudech, zejména prostřednictvím zhoršení přenosu kyslíku do vody a funkční směsné kultury. Princip odlučovačů tuků a olejů se liší od sedimentačních nádrží. Odpadní

voda je přivedena ke dnu separační nádrže, kde dochází k oddělení tuků a olejů z vody po zpomalení průtoku na základě vzplývání. Tyto látky se hromadí na hladině a jsou odstraněny. Proces lze urychlit pomocí tlakového vzduchu. Tukové částice se přichytávají na vzduchové bubliny a jsou vyneseny na povrch ve formě pěny. V případě, že jsou tuky a oleje ve formě emulze, je nezbytné nejprve emulzi chemicky rozdělit. Poté je vhodné použít separační operaci, jako je tlaková flotace, k účinnému odstranění těchto látek. (Junga, 2015)

3.2.2 Česle

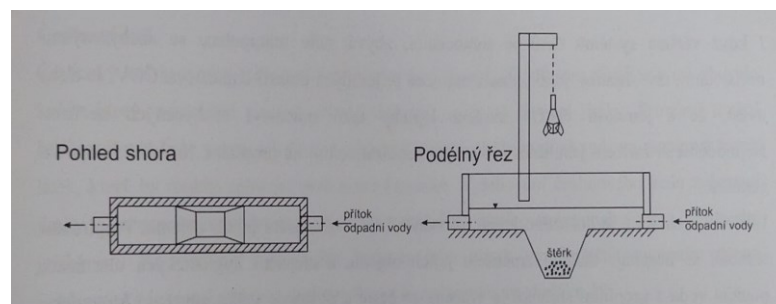
Nedílnou součástí objektů ČOV jsou česle (obrázek 1). Jedná se o „zařízení sloužící k zachycení plovoucích větších předmětů a nerozpuštěných částic.“ (Libra, 2005) Moderní česle používané v čistírnách odpadních vod musí splňovat řadu požadavků, aby byly účinné a spolehlivé. Jedním z hlavních požadavků je schopnost jemného čištění, které umožňuje zachytávat i velmi drobné částice a nečistoty ve vodě. Jednotlivé česle se podle (Junga, 2015) rozdělují do tří kategorií, a to podle schopnosti zachycení velikosti částic na hrubé česle, které jsou schopny zachytit částice v rozmezí 70 – 100 mm, jemné česle, které jsou schopny zachytit částice v rozmezí 30 – 50 mm a velmi jemné česle, které dokáží zachytit částice o velikosti 0,2 – 5 mm. Důležitým principem pro technologii mechanického čištění je samočištění a automatizace provozu, který umožňuje česlům čistit se pouze v případě potřeby, což šetří energii a snižuje nutnost manuálního zásahu. Dalším faktorem pro technologii je propírání a doprava zachycených nečistot, což zajišťuje nejen účinné čištění, ale i odstranění nečistot z česlí a jejich další zpracování. Tyto inovativní funkce a principy umožňují česlům efektivně odstraňovat pevné částice z odpadní vody, což je esenciální pro bezproblémový chod čistírny odpadních vod, a to hlavně v oblasti čerpadel. (Junga, 2015)



Obrázek 1 Rotační česle (Junga, 2015)

3.2.3 Lapáky šterku a písku

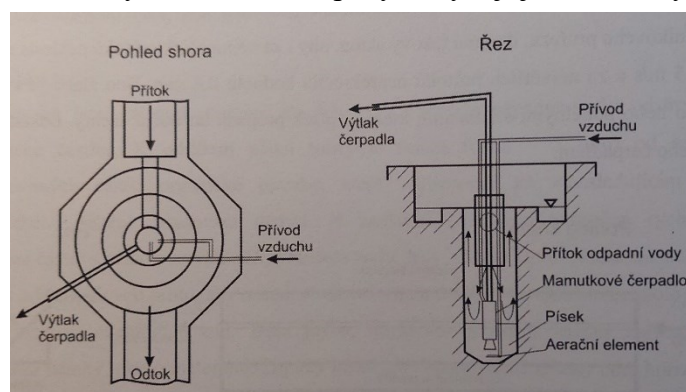
„Lapák šterku je zařízení pro zachycení velkých kusových nerozpuštěných látek sunutých ve stokové síti.“ (Junga, 2015) Tento prvek je využíván v čistírnách odpadních vod k zachycení a odstranění pevných částic a nečistot z odpadní vody a bývá zařazován na začátek procesu a zřizují se před hrubé česle. (Bábíček, 2023) Konstrukčně bývá lapák šterku často uspořádán jako otevřený kanál s obdélníkovým průřezem. (Obrázek 2) Jeho průtočný profil je navržen tak, aby byl vyšší než průtočný profil stokové sítě, která do lapáku šterku přivádí odpadní vodu. Uvnitř lapáku šterku se typicky nachází sedimentační prostor, kde jsou zachycovány nerozpuštěné látky. Pro odstranění sedimentu a šterku ze sedimentačního prostoru se obvykle používá drapák s výložníkem. (Junga, 2015) Z hlediska konstrukce jsou



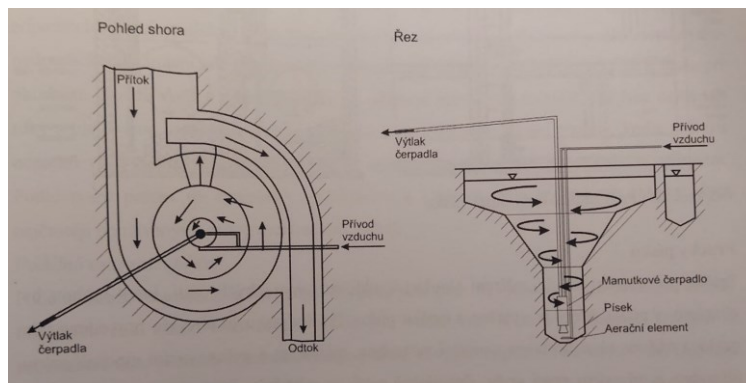
Obrázek 2 Lapák šterku (Junga, 2015)

lapáky šterku děleny na ručně nebo strojně vyklízené. Ručně vyklízené lapáky bývají umístěné v menších ČOV a strojně ve větších. (Bábíček, 2023)

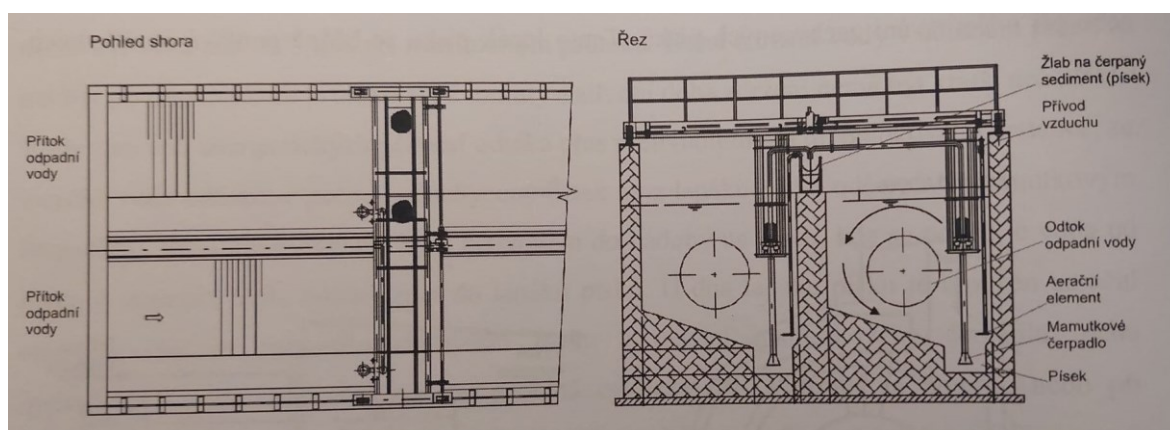
V obvyklých podmínkách v odvodňovaných oblastech často postačuje pouze zařízení nazývané lapák písku, které slouží k zachycení minerálních částic s vyšší hmotností, než má odpadní voda. Jedná se tedy o „zařízení, pomocí kterých jsou z proudu odpadní vody odstraňovány anorganické částice.“ (Junga, 2015) Tyto lapáky písku dělí na lapáky horizontální a vertikální, kdy horizontální lapáky nebývají již budovány, kvůli obtížné



Obrázek 3 Vertikální lapák písku (Junga, 2015)



Obrázek 4 Vírový lapák písku (Junga, 2015)



Obrázek 5 Provzdušňovací lapák písku (Junga, 2015)

automatizaci. Mezi vertikální lapáky písku se dále řadí vertikální lapák písku (obrázek 3), vírový lapák (obrázek 4) a provzdušňovací lapák písku. (obrázek 5)

V gravitačních čistírnách je lapák písku umístěn před objekty vybavenými čerpadly. V lapáku by měly být zachyceny všechny anorganické částice větší než 0,2 mm, aby se organické nečistoty nezaměňovaly s minerálními látkami. Průtočná rychlost bývá 0,3 m/s a uplatňuje se ve většině lapáků písku k oddělení minerální a organické suspenze. Při nižších rychlostech je odstraněný písek příliš znečištěn organickými látkami, zatímco při vyšších rychlostech je písek z lapáku vynášen do následujících zařízení, což může způsobit problémy, pokud nejsou k dispozici usazovací nádrže. (Bábíček, 2023)

3.2.4 Čerpací stanice

Základním principem výstavby ČOV jsou gravitační odtok a vstupní čerpací stanice. Ve většině ČOV prochází odpadní voda skrz díky gravitaci, při které bývá využíváno technologických proudů. V případě, že je v čistírně nádrž na příjem fekálií nebo dešťová

zádrž, tak se obsahy těchto nádrží postupně přečerpávají do hlavní technologické linky, pokud to však technologické podmínky umožňují. Čerpací stanice se většinou v případech nachází na začátku technologického procesu. Tomu tak však být nemusí a bývají rozmístěny v různých částech technologického procesu. Čerpací stanice se dělí podle typu čerpadel a jejich instalace. Mezi toto rozdělení patří čerpadla šneková a čerpadla s odstředivými čerpadly, které se ještě dále dělí na čerpací stanice se suchou nebo mokrou jímkou. (Bábíček, 2023)

3.2.5 Usazovací nádrže

Usazovací nádrže jsou dalším potřebným prvkem ve funkčnosti čistíren odpadních vod. Tyto nádrže slouží k odstraňování pevných částic a usazenin z odpadní vody. Bývají vystavěny jako zapuštěné, ty bývají železobetonové nebo nadzemní ocelové. Existuje několik typů usazovacích nádrží, z nichž každá má své vlastní výhody a vhodné použití. (Libra, 2005) Mezi tyto typy nádrží zahrnuje (Junga, 2015) nádrže podélné usazovací, kruhové usazovací a vertikální usazovací.

3.3 Technologie čištění

Hlavním účelem čistíren odpadních vod je očistit odpadní vody, které vznikají v domácnostech, průmyslových podnicích, zemědělských areálech a dalších místech, aby byly bezpečně vráceny do životního prostředí nebo k dalšímu využití. K dosažení takového cíle je zapotřebí projít několika stupni čištění. Tyto stupně jsou rozděleny na primární, sekundární a další neboli terciární čištění. (Kročová, 2014)

3.3.1 Primární čištění

Primární nebo také fyzikálně chemické čištění je první fází procesu čištění odpadních vod v čistírnách. Tento proces se zaměřuje na odstranění hrubých nečistot a pevných látek z odpadní vody. Hlavním cílem primárního čištění je odstranit větší částice a materiály, které by mohly poškodit nebo zablokovat následující fáze čištění nebo zařízení. Fyzikálně-chemické metody čištění komunálních odpadních vod využívají různé postupy pro odstranění nečistot a zlepšení kvality vody. Tyto metody zahrnují srážení a koagulaci, které se zaměřují na chemické odstranění fosforu a organických látek, a zlepšují separační vlastnosti aktivovaného kalu. (Pytl, 2012)

3.3.2 Sekundární čištění

Sekundární, biologické čištění odpadních vod je proces, který se zaměřuje na odstranění organických látek a živin z odpadní vody pomocí mikroorganismů. Tato fáze čištění následuje po primárním čištění a obvykle se provádí v biologických nádržích, které poskytují vhodné prostředí pro růst a činnost mikroorganismů. (Kročová, 2014)

3.3.2.1 Aerobní čištění

Biologické čištění odpadních vod v aerobních podmínkách využívá biochemické procesy, které jsou podmíněny aktivitou aerobních mikroorganismů. Ty rozkládají organické látky obsažené ve vodě oxidací za přítomnosti molekulárního kyslíku. V důsledku tohoto procesu mikroorganismy získávají energii a jako konečné produkty vznikají oxid uhličitý a voda. Pro svůj růst a obnovu buněčné hmoty potřebují mikroorganismy biogenní prvky, jako je uhlík, vodík, kyslík, dusík, fosfor a síra, které získávají z vnějšího prostředí, včetně rozloženého organického substrátu. Aerobní proces vyžaduje dostatečné množství kyslíku v reaktoru pro optimální fungování. Mikroorganismy jsou kultivovány v biologické jednotce pomocí mikroorganismů obsažených v odpadní vodě. Při čištění průmyslových odpadních vod je často nutné inokulovat biologickou jednotku aktivním kalem z již existujících čistíren.

Existují různé způsoby aerobního čištění odpadních vod, které lze rozdělit na přirozené procesy, které simulují přírodní podmínky, a umělé procesy probíhající v reaktorech. Umělé procesy mohou zahrnovat metody s biomasou ve vznosu, jako je aktivace, nebo metody s biomasou přisedlou, jako jsou „*zkrápěné biologické kolony a rotační diskové reaktory*.“

Biologické čištění může být samostatnou jednotkou čistírenského procesu, případně po hrubém předčištění. Při čištění odpadních vod obsahujících suspendované látky nebo u čistíren, kde není přebytečný kal stabilizován přímo v aerobní jednotce, se často používají usazovací nádrže před biologickou jednotkou. Pro oddělení biomasy od vyčištěné odpadní vody se používají separační stupně, jako jsou dosazovací nádrže. Odseparovaný kal se buď vrací zpět do biologického procesu jako naočkování, nebo se odvádí k dalšímu zpracování v kalových hospodářstvích. (Pytl, 2012)

3.3.2.2 Anaerobní čištění

Do sekundárního čištění spadá mimo aerobní čištění také proces anaerobního čištění. Anaerobní proces představuje přirozený mikrobiální rozklad organické hmoty, který probíhá spontánně v prostředí bez přítomnosti kyslíku, jako jsou dna rybníků a močály. Tyto procesy

lze využít i při čištění odpadních vod, zejména pokud jde o vysoko znečištěné průmyslové odpadní vody. Anaerobní rozklad je komplexní sérií dílčích procesů, na nichž se podílejí různé skupiny anaerobních mikroorganismů. Procesy vyžadují koordinovanou metabolickou spolupráci, kdy produkt jedné skupiny mikroorganismů slouží jako substrát pro další skupinu. Rozklad organické hmoty probíhá ve čtyřech navazujících krocích.

Prvním krokem je hydrolýza, během které dochází k rozkladu makromolekulárních organických látek, jako jsou lipidy, polysacharidy a proteiny, na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě. Tyto látky jsou pak transportovány dovnitř buněk pro další zpracování. Po prvním kroku následuje acidogeneze, kde jsou nízkomolekulární látky rozkládány na jednodušší organické sloučeniny, jako jsou kyseliny, alkoholy, CO₂ a H₂. Dalším, a to krokem třetím je acetogeneze, při které dochází k oxidaci těchto sloučenin na vodík, oxid uhličitý a další látky. Posledním krokem je metanogeneze, kde mikroorganismy nazývané metanogeny rozkládají substráty, jako jsou jednoduhlíkaté sloučeniny a kyselina octová, na konečné produkty, kterými jsou metan (CH₄) a oxid uhličitý (CO₂). (Junga, 2015)

3.3.3 Terciární čištění

Vodoprávní orgány často požadují další úroveň čištění pro biologicky vyčištěné vody, zejména v oblastech s vysokým vodohospodářským významem, kde je potřeba zajistit lepší nebo spolehlivější kvalitu vody, která je vypouštěna zpět, než je tomu u čištění mechanicko-biologických čistíren odpadních vod. Tyto požadavky se často týkají odstranění zbytkových nečistot a nerozpuštěných látek, jako jsou například fosfáty. (Pytl, 2012)

Pro dočištění biologicky vyčištěných vod se běžně využívají následující zařízení:

- Zemní filtry: Zemní filtrace je proces, při kterém je voda filtrována přes vrstvu půdy, která slouží jako přirozený filtr, odstraňující zbytkové látky a mikroorganismy.
- Vegetační čistírny: Tyto čistírny využívají rostliny a mikroorganismy v kořenové zóně, aby rozložily a odstranily organické látky a živiny z odpadní vody.
- Stabilizační nádrže (biologické rybníky): Biologické rybníky umožňují přirozené procesy rozkladu organických látek a zlepšení kvality vody pomocí mikroorganismů a rostlin.
- Dočišťovací gravitační nádrže: Tyto nádrže umožňují usazování pevných částic a dalších nečistot, čímž zlepšují kvalitu vody před jejím vypouštěním do příjemce.

- Mikrosítové filtry: Mikrosítové filtry odstraňují drobné částice a mikroorganismy z vody pomocí jemných filtrů.
- Pískové filtry: Pískové filtry využívají písek jako filtr, který zachytává a odstraňuje zbytkové látky a nečistoty z vody.

Tato zařízení poskytují další úroveň čištění, která pomáhá zajistit, že vypouštěná voda splňuje požadované normy a standardy kvality vody. (Kaňka, 2013)

3.4 Vyřazení ČOV z provozu

(Kročová, 2014) uvádí, že čištění odpadních vod se stává stále důležitějším procesem od poloviny 20. století a očekává se, že se tento trend bude prohlubovat i v průběhu 21. století, zvláště vzhledem k rostoucí populaci a klesajícím zásobám vody. Vyřazení čistíren odpadních vod z provozu, ať už z důvodu přírodních katastrof nebo lidské činnosti, má vážné důsledky na kvalitu povrchových vod. I krátkodobá přestávka v čištění může vážně poškodit vodní ekosystémy v rozsáhlých oblastech povodí. Hlavní rizika a nebezpečí spojená s vyřazením čistíren odpadních vod mohou vzniknout z důvodů způsobených dvěma činiteli, a to přírodní (naturogenní) vlivy a antropogenní události.

3.4.1 Naturogenní činitelé

Čistírny odpadních vod jsou často umístěny za obytnými zónami měst a obcí nebo na jejich dolních okrajích, kde je gravitační přítok odpadních vod. Tato poloha znamená, že jsou často v oblastech náchylných k povodním a záplavám. Existuje možnost, že čistírny budou částečně nebo úplně zatopeny během povodní, což může způsobit vážné poškození technologického vybavení, zejména biologických částí čistírny. Také může dojít k poškození stavebních prvků čistírny kvůli zvýšení hladiny podzemní vody během povodní. Zvýšená hladina vodních toků může zamezit odvodnění dešťových vod z kanalizačního systému, což může vést k nadměrné zátěži čistírny odpadních vod. Tím může dojít k poškození nebo přerušení dodávek elektrické energie pro čistírnu odpadních vod, a to může způsobit přerušení jejího provozu, zejména u velkých čistíren. (Kročová, 2013)

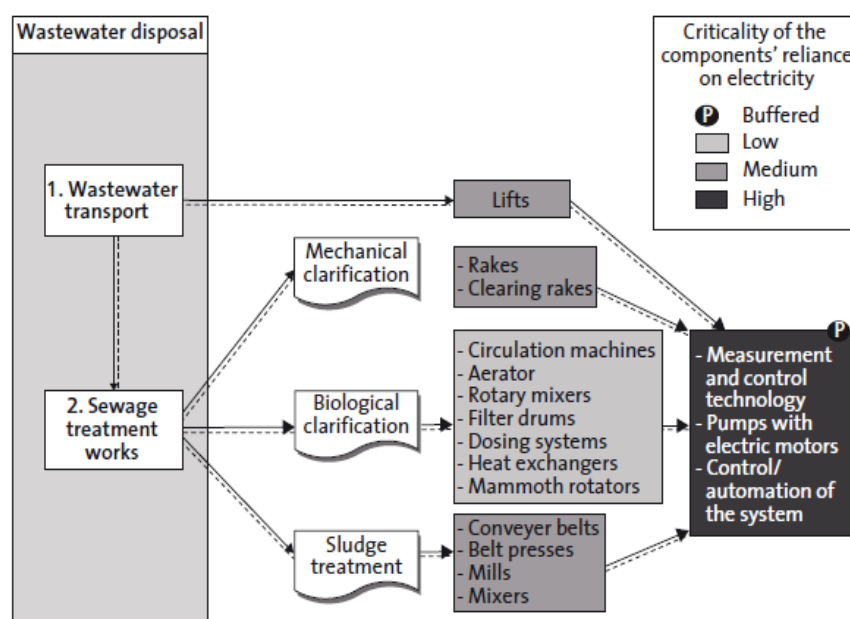
3.4.2 Antropogenní činitelé

Vliv antropogenních událostí, zejména v urbanizovaných oblastech, může v různé míře ovlivnit provoz čistírny odpadních vod. Čím větší je čistírna, tím menší je riziko poškození čistícího procesu, zejména biologického stupně. Velké čistírny, které čistí odpadní vodu

z velkoměst s rozsáhlou infrastrukturou, musí být vždy připraveny na potenciální mimořádné události. Podcenění tohoto faktoru může mít vážné následky nejen pro čistírnu, ale především pro vodní ekosystémy. Mezi hlavní rizika, která mohou způsobit vážné škody čistírně odpadních vod, patří vypouštění velkého množství ropných nebo chemických látek do čistírny odpadních vod. Toto může vážně narušit čistící proces a ovlivnit kvalitu vyčištěné vody. Dalším potenciálním rizikem je přerušování dodávky elektrické energie pro provoz technologické části čistírny, zejména pro druhý čistírenský stupeň. Uvedený stav může ohrozit funkčnost čistírny a způsobit vážné problémy s čištěním odpadních vod. Třetím rizikem je úmyslné poškození strategických částí čistírny, jako je plynové hospodářství a navazující systémy. Tento akt může vážně narušit provoz čistírny a způsobit dlouhodobé škody na infrastruktuře. Přetížení čistírny a následné zhoršení kvality vyčištěné odpadní vody nad přípustné limity stanovené vodoprávním úřadem je dalším významným rizikem. Tento stav může negativně ovlivnit schopnost přírodního čištění recipientu v různých obdobích a vést k ekologickým problémům v okolí čistírny. (Kročová, 2014)

3.5 Závislost ČOV na elektrické energii

Závislost ČOV na elektrické energii závisí na různých faktorech. Jedním z těchto faktorů je velikost dané čistírny, se kterou se pojí množství objektů, které jsou na elektrické energii závislé. (Kotulla et al., 2022) (Petermann et al., 2011) zmiňuje velké množství elektrických zařízení, která jsou nezbytná pro správnou funkčnost celého technologického postupu čištění



Obrázek 6 Přehled prvků a jejich závislost na el. energii (Petermann et al., 2011)

odpadní vody v ČOV. Mezi tato zařízení zařazuje elektrická čerpadla, monitorovací a řídicí zařízení, elektrické komponenty v sedimentačních a usazovacích nádržích a další komponenty, které jsou v jednotlivých zařízeních ČOV jako jsou „*lapáky tuků a olejů, česle, lapáky štěrku a písku, čerpací stanice, usazovací nádrže, aktivační nádrže, dosazovací nádrže*“ (Pytl, 2012) Výpadkem elektrické energie by byly zasaženy veškeré technologické procesy, a to primární, sekundární i terciární proces čištění. Tuto skutečnost shrnuje (Petermann et al., 2011) ve schématu na obrázku 5, kde mimo jiné rozděluje prvky a určuje jejich míru závislosti na elektrické energii.

3.6 Zabezpečení proti výpadku elektrického proudu.

V případě výpadku elektrického proudu je využíváno dieselových generátorů, které zajišťují potřebnou elektrickou energii pro provoz úpravny vody. Největší čistírny odpadních vod jsou vybaveny stacionárními dieselovými generátory s automatickým startem, které mají dostatečný výkon k zvládnutí zásobování celé ČOV elektrickou energií. Menší čistírny pak disponují buď stacionárními generátory, nebo jsou připraveny na použití mobilních generátorů. Každé provozní zařízení v objektu ČOV má k sobě přidělený dieselový generátor podle jejich potřebného výkonu. K tomu, aby byla zajištěna funkčnost jsou prováděny provozní testy na všech dieselových generátorech a jejich nádrže jsou stále udržovány v plné kapacitě. Palivo je nezbytné pro chod generátorů, proto ČOV disponuje vlastními zásobami, které pokryjí prvních 24 hodin výpadku. Stanice má pevně stanovenou minimální zásobu paliva, kterou musí udržovat i v případě výpadku. (Kotulla et al., 2022)

3.7 Zabezpečení proti záplavám

V rámci povodní, které ve většině případech mohou ovlivnit ČOV kvůli jejich umístění, se zpracovává povodňový plán. Podle technického normového výnosu (TNV) číslo 75 2931 Ministerstva životního prostředí (MŽP) se povodňový plán nemovitosti právnických osob a podnikajících fyzických osob zabývá přípravou a stanovuje organizační, operativní, technická a provozní opatření. Tato opatření jsou zaměřena na záchranu osob, včetně zaměstnanců, ochranu materiálních hodnot objektu, včasné ukončení pracovních procesů a zabezpečení před nebezpečnými látkami ohrožujícími životní prostředí a odplavitelným materiálem. (Bábíček, 2023)

Efektivní ochrana čistíren odpadních vod před extrémními povodněmi je složitá a finančně náročná. Protože jsou čističky odpadních vod typicky umístěny v níže položených oblastech

za zastavěnými územími, v oblastech náchylných k záplavám, tak pro částečnou ochranu a minimalizaci rizika dlouhodobého výpadku provozu lze podle (Kročová, 2013) zvážit následující technickoprovozní opatření:

1. Omezení přítoku dešťové vody: Před vtokem na čistírnu je nutné dimenzovat odlehčení dešťových vod minimálně na úroveň odpovídající povodni s periodou 150 let.
2. Umístění druhého stupně čištění: Druhý stupeň čištění by měl být umístěn tak, aby nebyl ohrožen povodní s periodou menší než 200 let.
3. Ochrana nádrží před zaplavením: Při hrozbě povodně je nezbytné naplnit všechny dočasně vyprázdňené nádrže (usazovací, dosazovací, kalové) odpadní nebo dešťovou vodou, aby nedošlo k narušení stability v důsledku změn nasycení půdního prostředí vodou a změn hydrostatických poměrů v areálu čistírny odpadních vod.
4. Zvýšení elektrických zařízení: Elektrické motory a další citlivá technologická zařízení by měla být demontována nebo umístěna nad maximální úroveň hladiny povodňové vody.
5. Integrace do povodňových plánů: Všechna uvedená opatření a další vhodná řešení by měla být začleněna do povodňových plánů vodárenské organizace a příslušné čistírny odpadních vod.
6. Protipovodňová opatření a pravidelné cvičení: Provoz čistírny by měl být vybaven protipovodňovými technologiemi a provádět pravidelná cvičení evakuačních postupů.
7. Pravidelná revize povodňového plánu: Povodňový plán by měl být pravidelně revidován na základě vývoje a analýzy dlouhodobých rizik.

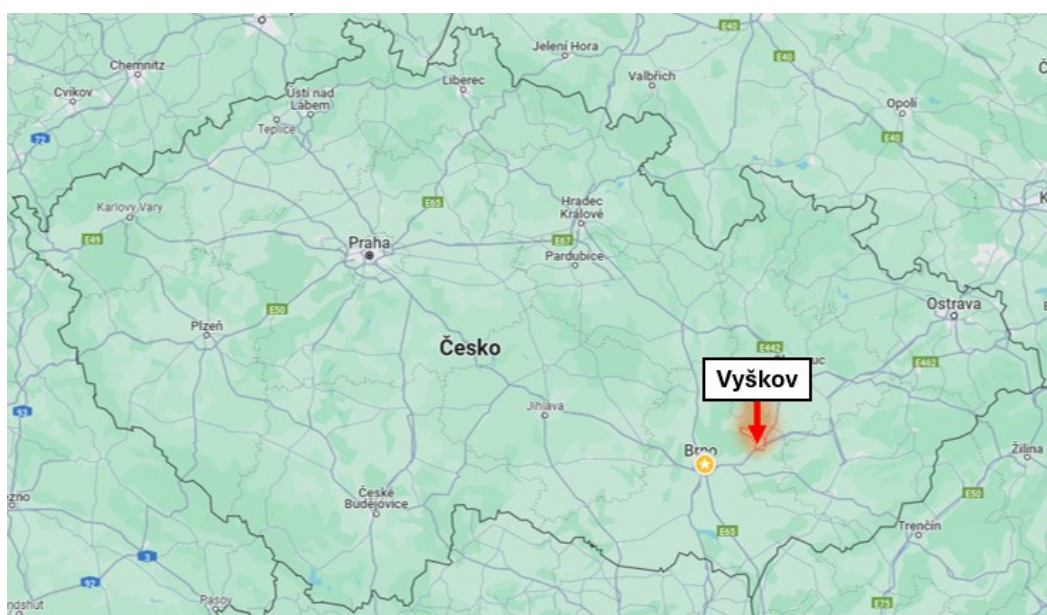
II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ČOV VYŠKOV

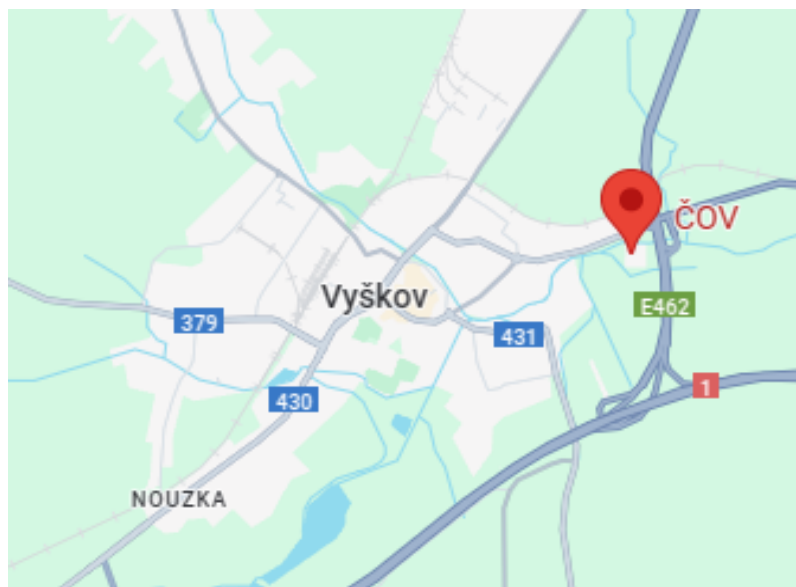
V této a následujících kapitolách se zaměříme na čističku odpadních vod ve Vyškově, prvek kritické infrastruktury, zajišťující čištění odpadní vody v této oblasti, který obsluhuje přibližně 25 tisíc EO a jedná se tedy o ústřední čistírnu. První částí bude provedeno zmapování umístění ČOV Vyškov. Následně dojde k podrobnému popsání celého objektu, jehož součástí jsou různé části a technologické prvky zajišťující efektivní čištění odpadních vod. Po popsání jednotlivých částí je provedena analýza potenciálních hrozeb pro činnost čističky odpadních vod. Jednotlivé hrozby budou zanalyzovány pomocí metody PNH, pomocí které bude vyhodnocena míra rizika. V rámci zabezpečení činnosti čističky odpadních vod při blackoutu budou zkoumána opatření a systémy nouzového napájení, které zajistí kontinuální provoz v případě výpadku elektrické energie. V poslední části bude proveden polostrukturovaný rozhovor s vedoucím čističky odpadních vod, jehož témata se budou týkat problematiky povodní a strategií pro zvládnutí výpadků elektrické energie, čímž získáme cenné vhledy do výzev, kterým čelí tato infrastruktura v oblasti řízení rizik a udržení kontinuity provozu.

4.1 Alokace ČOV

Čistírna odpadních vod Vyškov, přesněji středisko 02 ČOV Vyškov, leží vedle řeky Haná a nachází se na adrese Kroměřížská 646/10 a. Čistírna je alokována ve východní části města Vyškov, které se nachází v Jihomoravském kraji v České republice.



Obrázek 7 Poloha Vyškova v České republice (vlastní úprava; googlemaps.com, 2024)



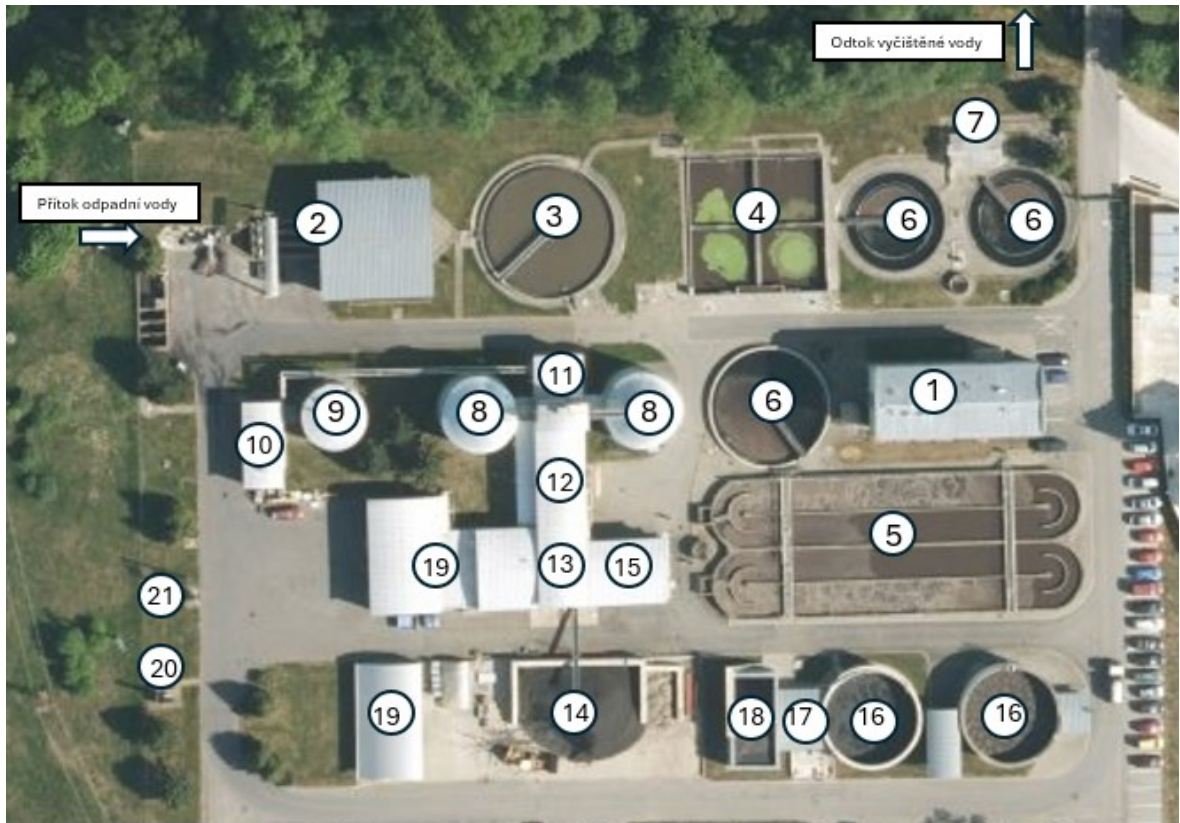
Obrázek 8 Umístění ČOV ve Vyškově (googlemaps.com, 2024)



Obrázek 9 Lokalizace ČOV Vyškov (vlastní úprava; mapy.cz, 2024)

4.2 Zmapování objektů ČOV

Zmapování objektů ČOV bylo provedeno s vedoucím čistírny odpadních vod a pomocí mapy.cz. Bylo zmapováno 21 objektů (obrázek 10) a zaznamenán přítok odpadní vody a odtok vody vyčištěné. Veškeré objekty jsou vyjmenovány v tabulce 1.



Obrázek 10 Objekty zařízení ČOV Vyškov (vlastní tvorba, rozhovor a mapy.cz, 2024)

Tabulka 1 Názvy objektů pod čísly na obrázku 9 (vlastní tvorba a rozhovor Synek 2024)

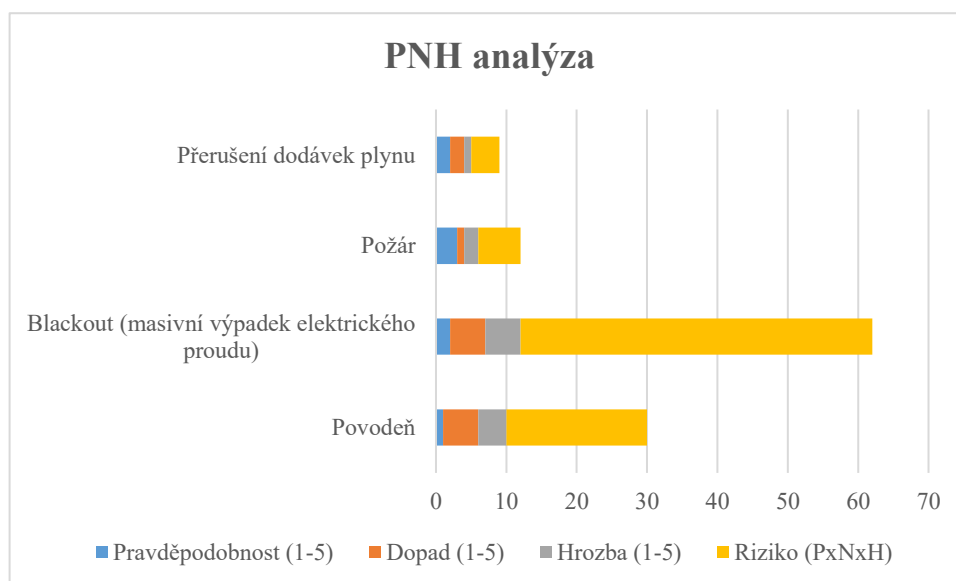
číslo objektu	Název objektu	číslo objektu	Název objektu	číslo objektu	Název objektu
1	Administrativní budova	8	Fermentační věže	15	Dmýchárna
2	Mechanické předčištění	9	Plynojem	16	Uskladňovací nádrž
3	Usazovací nádrž	10	Strojovna plynu	17	Strojovna uskladňovacích nádrží
4	Anaerobní nádrž	11	Kotelna	18	Homogenizační nádrž
5	Aktivační nádrž	12	Kalové hospodářství	19	Technické zázemí
6	Dosazovací nádrž	13	Odvodňovací linka	20	Hořák zbytkového plynu
7	Terciární čištění	14	Kal z odvodňovací linky	21	Trafostanice

5 ANALÝZA HROZEB

V rámci analýzy hrozeb bylo zkoumáno riziko vzniku hrozby a jeho negativního působení na zařízení. Analýza hrozeb proběhla metodou PNH, kdy se určily základní možné hrozby, které by mohly v určité míře ohrozit ČOV Vyškov. Mezi tyto možné hrozby, které byly vybrány v návaznosti na téma bakalářské práce a zároveň inspirovány od (Bábíček 2023), patří povodeň, blackout neboli masivní výpadek elektrického proudu, požár a přerušení dodávek plynu.

Tabulka 2 PNH analýza (rozhovor Synek; Koudelka, Vrána, 2006)

Hrozba	Pravděpodobnost (1-5)	Následky (1-5)	Hrozba (1-5)	Riziko (PxNxH)	Míra rizika
Povodeň	1	5	4	20	Mírné
Blackout (masivní výpadek elektrického proudu)	2	5	5	50	Mírné až nežádoucí
Požár	3	1	2	6	Akceptovatelné
Přerušení dodávek plynu	2	2	1	4	Akceptovatelné



Graf 1 Výsledky PNH analýza (vlastní tvorba; MS Excel, 2024)

Na základě provedené analýzy s možnostmi povodní, blackoutu, požáru a přerušení dodávek plynu lze shrnout následující.

Povodně, které by zasáhly ČOV Vyškov mají nízkou pravděpodobnost vzniku, ale představují pro čistírnu vysoké riziko následků a s tím velkou hrozbu. Celkové riziko na základě PNH vychází jako riziko mírné.

Blackout (masivní výpadek elektrického proudu), který by ovlivnil ČOV Vyškov, má střední pravděpodobnost vzniku, ale představuje nejen pro čistírnu vysoké riziko následků a s tím velkou hrozbu. Celkové riziko na základě PNH vychází jako riziko mírné až nežádoucí.

Požár v rámci analýzy metodou PNH ukazuje, že hrozba požáru na ČOV je ohodnocena pravděpodobností 3, následky jsou ohodnoceny hodnotou 1 a samotná hrozba je ohodnocena 2. Celkové riziko požáru je tedy vypočítáno jako 6. Toto riziko je klasifikováno jako akceptovatelné.

Narušení dodávek plynu podle analýza metodou PNH naznačuje, že hrozba přerušení dodávek plynu na ČOV má pravděpodobnost 2, následky jsou ohodnoceny hodnotou 2 a samotná hrozba je ohodnocena 1. Celkové riziko přerušení dodávek plynu je tedy vypočítáno jako 4. Toto riziko je klasifikováno jako akceptovatelné.

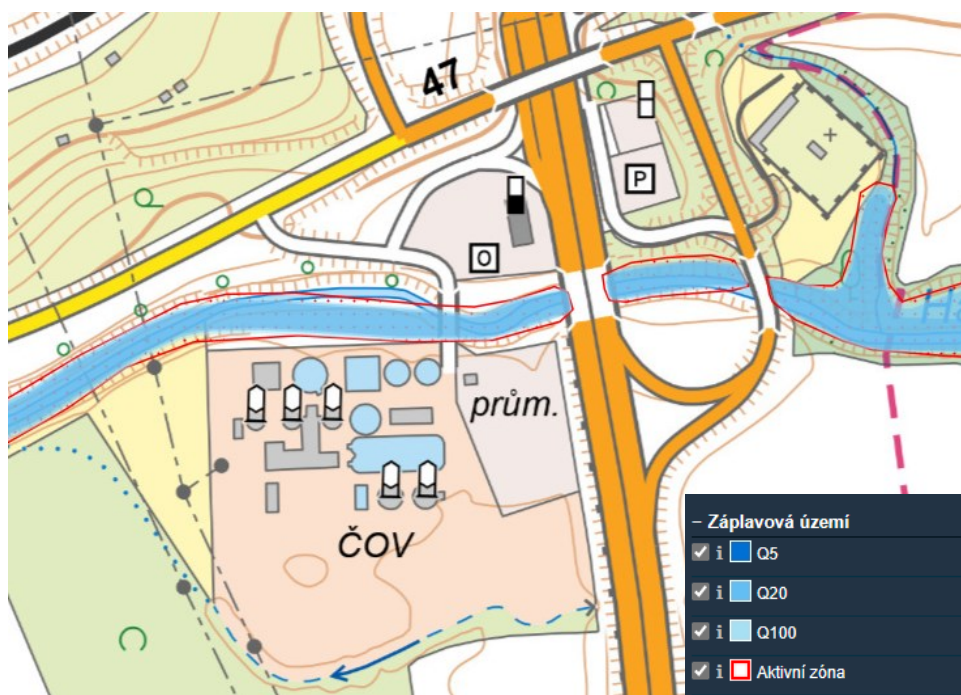
Hrozby, kterými jsou požár a přerušení dodávek plynu, jsou podle analýzy akceptovatelná rizika, a proto bude dále v práci věnována pozornost pouze řešení ochrany před povodněmi a zabezpečení činnosti při blackoutu.

5.1 Ochrana před povodněmi

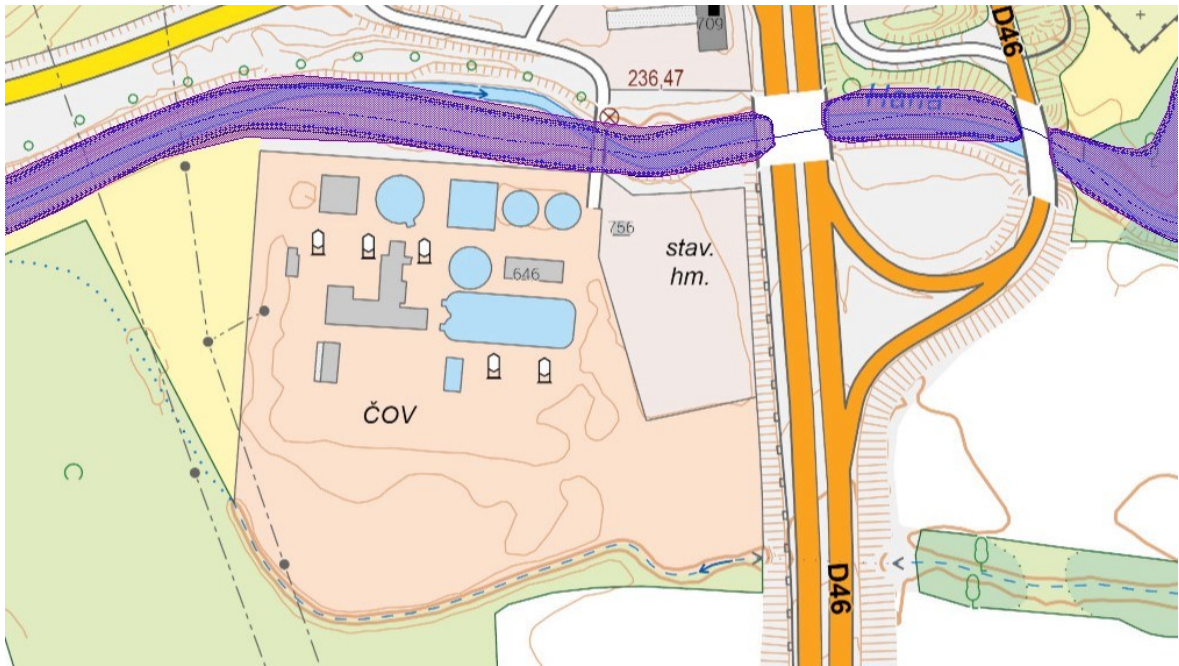
Z výsledků PNH analýzy je možné usoudit, že míra rizika povodní je mírná. Samotná hrozba povodní by měla při dopadu velké následky, ale pravděpodobnost zasažení povodní je velice nízká, a to na základě interpretace povodňových plánů města Vyškov. Díky lokaci ČOV a uzpůsobení koryta řeky Haná (obrázek 11) nezasáhne objekt ČOV voda ani v kulminačním průtoku hodnoty Q100 (obrázek 12). Zařízení se nenachází ani v aktivní zóně. Na základě Hydroekologického informačního systém VÚV TGM nezasáhne ČOV ani kulminační průtok 500 (obrázek 13). Analýza povodňových plánů byla provedena pomocí webu edpp.cz. S čím by se v rámci povodní mohla ČOV Vyškov potkat, by byl vysoký přítok odpadní vody a ten je řešen pomocí obejití biologického čistění. Voda se pouze mechanicky vyčistí a je puštěna zpět. (rozhovor Synek)



Obrázek 11 Koryto řeky Haná vedle ČOV Vyškov (vlastní fotografie, 2024)



Obrázek 12 Povodňová mapa ČOV při Q100 (vlastní úprava, 2024 a EDPP.cz, 2010)



Obrázek 13 Povodňová mapa ČOV při Q500 (VÚV T. G. Masaryka, 2015)

5.2 Zabezpečení činnosti při blackoutu

Zabezpečení činnosti ČOV Vyškov při blackoutu bylo zkoumáno na základě rozhovoru a pozorování. V rámci zabezpečení je zapotřebí zjistit, jaké části čističky by byly ohroženy při výpadku elektrické energie a stanovit řešení výpadku. Při neplánovaném výpadku elektrické energie v ČOV Vyškov je ohrožena celá čistírna. To by mohlo zahrnovat zatopení strojoven a narušení biologických procesů, což by mohlo vést k zničení biologických kultur a kalu.

Možnosti řešení blackoutu v rámci čistírny odpadních vod zahrnují několik opatření. Provozovatelé čistírny odpadních vod jsou, jako zařízení kritické infrastruktury, závislí buď na provozovateli elektrické sítě (v případě ČOV Vyškov dodavatel EG. D), který je pověřen obnovením dodávek energie, nebo na stacionárních generátorech. V případě plánovaných výpadků se čistírny přepínají na náhradní zdroje energie, jako jsou centrály, které mohou nahradit běžné zdroje elektrické energie. V případě, že čistírna nemá vlastní stacionární generátor, se spoléhá na externí smluvní zajištění náhradního zdroje energie. Náhradním zdrojem, který bývá v případě potřeby zajištěn, je dieselový generátor o výkonu 220 kW. ČOV Vyškov pro případ náhlého výpadku disponuje mobilní elektrocentrálou. Pokud výpadek nastane v důsledku povětrnostních podmínek, bývá oprava a návrat

k původnímu provozu čistírny zpravidla zajištěn v řádu hodin, kdy je použit mobilní generátor. (rozhovor Synek)

V ČOV Vyškov disponují mobilní elektrocentrálou Subaru Robin 22.0 EH65 (obrázek 15). Elektrocentrála je umístěna společně s prodlužovacím kabelem a dodatečnou zásobou paliva zhruba 20 litrů, v přívěsném vozíku (obrázek 14), který je uschován v technickém zázemí ČOV Vyškov. Tento náhradní zdroj elektrické energie bývá v případě nutnosti z technického zázemí přesunut a napojen na trafostanici (objekt 21 na obrázku 10). Podle manuálu elektrocentrály bylo spočítáno, že ČOV Vyškov je schopno jet na záložní elektrocentrálu 15,32 hodin což je v přepočtu 15 hodin a 19 minut.

Tabulka 3 Doba fungování záložního zdroje energie (vlastní zpracování a Energy, 2024)

Objem palivové nádrže	38,2	litrů
Objem kanystru se zásobou paliva	20	litrů
Spotřeba paliva	3,80	l/h
Celková délka provozu	15,32	h



Obrázek 14 Elektrocentrála v mobilní jednotce (vlastní fotografie, 2024)

V rámci zkoumaného zařízení není podle pana Synka vlastní zásobením náhradními zdroji problematické. Problém je však zásobování čerpacích stanic, které dopravují odpadní vodu k čistírně. Náhradní zdroje energie by tedy musely být přiřazeny ke každé čerpací stanici. V kanalizačním řádu je uvedeno 13 čerpacích stanic. V tabulce 3 je popsáno jejich umístění.



Obrázek 15 Elektrocentrála Robin 22.0 EH65 (vlastní fotografie, 2024)

Tabulka 4 Čerpací stanice pro ČOV Vyškov (VAK Vyškov a.s., 2019)

číslo čs.	Seznam čerpacích stanic	Lokace čerpacích stanic
1.	KČS Tovární 01	průmyslová zóna Sochorova
2.	KČS Tovární 02	průmyslová zóna Sochorova
3.	ČS Brněnská 1	průmyslová zóna Nouzka
4.	KČS Tržiště 01	ulice Tržiště
5.	KČS Palackého 01	ulice Palackého
6.	KČS Revoluční 01	ulice Revoluční
7.	KČS Čtvrtníčková 01	ulice Čtvrtníčková
8.	KČS Lhota 01	Vyškov Lhota
9.	KČS Rychtářov 01	Vyškov Rychtářov
10.	KČS Rychtářov 02	Vyškov Rychtářov
11.	KČS Žleb 01	Drnovice
12.	ČS KČS Mlýnská 01	Drnovice
13.	KČS Nová 01	Drnovice

Pokud by k blackoutu došlo, je pro tuto situaci vypracován krizový plán, který řeší možnosti alternativní dopravy odpadní vody v případě nefunkčnosti čistírny.

6 ROZHOVOR S VEDOUCÍM ČOV VYŠKOV

V této kapitole je veden polostrukturovaný rozhovor s vedoucím čistírny odpadních vod ve Vyškově, panem Romanem Synkem, který byl zprostředkován skrz výrobně-technického náměstka pana Ing. Karla Hájka. Otázky rozhovoru byly předem připraveny a v průběhu samotného rozhovoru ještě doplňovány. Rozhovor byl uskutečněn dne 10. 4. 2024. Rozhovor byl po schválení zvukově zaznamenán a následně pomocí online softwaru převeden na text, který byl následně upraven z důvodu nepřesného softwarového přepisu do srozumitelné podoby.

6.1 Funkce a zprovoznění čističky

6.1.1 Jakým způsobem funguje tato čistička odpadních vod? Mohl byste popsat procesy čištění, které se zde používají?

„Tato čistírna je mechanicko-biologická čistírna. První hrubé předčištění, kdy odstraňujeme z odpadní vody hrubé nečistoty, písek, papíry a různý pevný materiál. Potom odpadní voda přechází do usazovací nádrže dochází k primárnímu oddělení surového kalu. Surový kal jde do vyhnívacích věží, které zároveň slouží jako výrobny bioplynu. V těchto fermentorech je dvoustupňové čištění. Potom z této sekce, jde kal do uskladňovačky, kde potom dochází k odvodnění. To je zhruba asi 30 % kalu z odpadní vody, zbytek z usazovací nádrže se míchá v anaerobní nádrži se stálým vratným kalem, který je v té čistírně. Z anaerobních nádrží jde odpadní voda do aktivačních nádrží, z aktivačních nádrží do dosazovacích nádrží, kde opět dochází k odsazení toho vyvločkovatého kalu od čisté vody. Čistá voda odtéká pryč a prochází ještě třetím stupněm, terciálním dočištěním, kde, popřípadě nějaká plovoucí nečistota nebo vločky, které jsou ve vznosu, jsou odděleny od čisté vody. Čistá voda odtéká do recipientu, a toto je zpět vraceno do celkového procesu biologie čistírny.“

6.1.2 V jakém roce byla tato čistička zprovozněna?

„Tady tu teď nevím přesně, ale v roce 2001 až 2003 došlo k intenzifikaci čistě do současné podoby.“

6.1.3 Kolik EO čistička odpadních vod obsluhuje?

„Je schopná obsluhovat 38000 ekvivalentních obyvatel. A zátěž v současné době činí asi pětadvacet tisíc ekvivalentních obyvatel.“

6.2 Výpadky elektrické energie

6.2.1 Které části čističky odpadních vod jsou nejvíce ohroženy výpadkem elektrické energie?

„Tak pokud dochází k nějakému neplánovanému výpadku, tak je ohrožena celá čistírna. Jednak z toho důvodu, že tady hrozí zatopení některých částí strojoven té čistírny a jednak z toho důvodu, že je tady bioplynová stanice, která má nějaký jištění. Samozřejmě jak elektrický, tak mechanický. Ta čistírna to dokáže zvládnout, ale pokud bychom dlouhodobě narušili ty biologické procesy, to znamená, byla by přerušena dodávka kyslíku do aktivačních nádrží, tak tím dojde úplně ke zničení biologických kultur a znehodnocení kalu a tím pádem celého biologického procesu, pak by muselo dojít ke kompletnímu odčerpání, nasazení kultur a zapracování znovu celé čistírny.“

6.2.2 Proběhl někdy v minulosti velký výpadek elektrické energie v této čističce?

„Tak velký výpadek, ano, při bouřkách se stane, že dojde k výpadku elektrické energie.“

6.2.3 Jak byl tento výpadek řešen? Existuje nějaký plán na zajištění funkčnosti v případě výpadku elektrické energie?

„Samozřejmě, my jsme zařízení kritické infrastruktury, takže je na provozovateli elektrické sítě, tím je EG.D, a my jsme na jednom z prvních míst, aby se obnovila dodávka energie. Pokud je to plánovaný výpadek, tak to řešíme tak, že nahrazujeme elektrickou energii centrálou a ta je náhradním zdrojem pro celou čistírnu.“

6.3 Záložní zdroje a alternativní zdroje energie

6.3.1 Pokud má čistička záložní zdroje, jak dlouho je schopna fungovat na těchto zdrojích?

„Nepřetržitě.“

6.3.2 Jak to má čistička odpadních vod se zásobováním energií náhradními zdroji, máte nějaký generátor?

„Stacionární generátor nemáme. Pokud je to zásobení náhradním zdrojem v případě plánovaného výpadku, tak to máme zajištěné smluvně s externí firmou. Jinak výpadek je

většinou vlivem nějakých povětrnostních vlivů, tak ta oprava, to zpětné připojení čistírny do sítě, je v řádu hodin, maximálně. A na to bývá využita mobilní centrála.“

6.3.3 Jak by to bylo se zásobením v rámci blackoutu?

„No, ono v případě blackoutu, tak ano, čistírna je jedna věc ale, ta odpadní voda sem nejde gravitačně.“

6.3.3.1 Takže využíváte čerpacích stanic?

„Samozřejmě, jsou čerpačky, které jsou po městech, po obcích a těžko budete asi vysvětlovat lidem na sídlišti, že nesmí nic vypouštět do odpadu, protože to teče v těch spodních bytech do bytů.“

6.3.3.2 Z toho vyplývá, že by ke každé čerpací stanici musel být přiřazen náhradní zdroj?

„Ano, my třeba tady máme téměř čtyřicet čerpacích stanic. Ano, některé, ne všechny jsou na Vyškovsku nebo k nám tady do čistírny, některé vedou do jiných čistíren, ale ten princip je v podstatě stejný. Takže blackout není jenom o samotné čistírně odpadních vod. Náhradními zdroji zajistíme chod čistírny odpadních vod, ale dopravu té odpadní vody nějakým způsobem zajistit je věc druhá.“

6.3.3.3 Máte zpracovaný nějaký plán na řešení tohoto problému?

„Ano, na to je zpracovaný krizový plán. Něco se řeší například návozem odpadní vody fekálními vozy sem na čistírnu, ale to jen v případě, že ta čistírna funguje. Pokud nejste schopni zajistit dodávku elektrické energie na čistírnu, tak nemá smysl sem vozit odpadní vodu, a zároveň co sem nateče gravitačně stejně způsobí havárii již na začátku té čistírny.“

6.3.4 Uvažovali jste někdy o využití alternativních zdrojů energie pro provoz čističky odpadních vod?

„Samozřejmě ty alternativní zdroje řešíme. Primárně, by to byla vlastně ta sluneční energie. Problém je v tom, že máte energii, kdy ji nepotřebujete a v době, kdy ji nejvíc potřebujete ji, nemáte. Nejde to udělat tak, abychom byli třeba ostrovně samostatní na alternativní energii, protože v době, kdy by došlo k nějakému výpadku, že nesvítl slunce, nefouká vítr nebo nějaký jiný vliv, tak se nemůžete připojit náhle zpátky do sítě. Protože čistírna, je jakoby továrna, která má předplacený příkon a my ho nemůžeme překročit. A zároveň tu energii nemůžeme

neodebrat. Má to určité návaznosti. V případě, že bychom měli nějakou část technologie na alternativní zdroj, protože neexistuje, aby byla celá čistírna, protože tady je příkon asi 160 kilowatt a takové množství energie si prostě nevyrobíte, tady v těchto podmínkách, tak neexistuje, abychom se v případě výpadku tohoto alternativního zdroje zpátky připojili do sítě. Dle současné legislativy. Třeba se něco změní, ale pro toho dodavatele energií je to taky neřešitelný problém.“

6.4 Ochrana před povodněmi

6.4.1 Měla tato čistička někdy potíže s povodněmi?

„Ne, neměla a máme tu ochranu až na stoletou vodu.“

6.4.2 Jakým způsobem je zajištěna ochrana této čističky před povodněmi?

„Kdyby byl masivní přívod odpadní vody, tak by docházelo pouze k mechanickému čištění a obcházel by se biologický proces čištění.“

6.5 Školení zaměstnanců v případě výpadku elektrické energie nebo povodní

6.5.1 Existuje vnitřní norma nebo plán na školení zaměstnanců v případě výpadku elektrické energie?

„Ano, řeší to provozní řád čistírny.“

6.5.2 Je zde nějaký interní plán či norma na školení pracovníků v případě povodní?

„Ano.“

6.5.3 Vidíte možnost případné pomoci z mé strany - např. vytvoření testu pro přezkoušení zaměstnanců, zpracování manuálu či, materiálu pro školení (instruktážní video...)?

„To asi ne. Všechno potřebné máme.“

ZÁVĚR

V této bakalářské práci bylo zkoumáno fungování a zabezpečení činnosti čističky odpadních vod ve Vyškově při blackoutu a povodních.

První část práce se zabývá problematikou záplav, které představují významné riziko pro města a obce, včetně Vyškova. Záplavy jsou definovány jako krátkodobé výrazné zvýšení hladiny vodních toků, jež mohou způsobit zaplavení okolního území. Povodně mohou být způsobeny přírodními i antropogenními faktory, jako jsou tání sněhu, intenzivní srážky nebo poruchy vodních děl. Práce dále popisuje různé druhy povodní, s důrazem na říční a antropogenní povodně, které jsou v kontextu České republiky nejvýznamnější. V této části práce je popsána i legislativa, zejména zákon o vodách č. 254/2001 Sb., který se zaměřuje na minimalizaci rizik povodní a tvorbu povodňových map pro identifikaci ohrožených oblastí, spolu s prevencí a ochranou obyvatelstva a majetku.

Druhá kapitola teoretické části se zaměřuje na problematiku výpadků elektrického proudu, známých jako blackouty, které mohou být způsobeny různými faktory, včetně technických poruch, lidských chyb, teroristických útoků nebo přírodních katastrof. Práce přináší historický přehled blackoutů po celém světě, včetně významných případů jako Velký severovýchodní blackout v roce 1965, blackout v New Yorku v roce 1977 nebo indický blackout v roce 2012, a také popisuje masivní výpadek elektřiny v České republice v roce 2022. Tyto události zviditelnily zranitelnost infrastruktury a dopady blackoutů na společnost, včetně výpadků veřejné dopravy, problémů v nemocnicích nebo omezení internetové konektivity. V druhé kapitole je také zmíněno legislativní opatření, mezi které patří Energetický zákon a příslušné plány pro řešení krizových situací v oblasti dodávek elektřiny, včetně postupů při vyhlášení stavu nouze v elektroenergetice a zajištění plánů pro případné krizové situace spojené s výpadky elektrické energie.

Třetí kapitola teoretické části se detailně zabývá problematikou čistíren odpadních vod (ČOV). Čističky odpadních vod jsou koncovým prvkem stokového systému, jejichž technologie a kapacity se odvíjejí od složení odpadní vody a požadované úrovně čištění. Kapitola rozebírá různé typy čističek podle velikosti a kapacity, od malých pro obce po městské a ústřední čistírny. Důraz je kladen na technologické prvky čističek, jako jsou lapáky tuků a olejů, česle, čerpací stanice a usazovací nádrže, které společně přispívají k efektivnímu čištění odpadních vod. Proces čištění se dělí na primární, sekundární a terciární fáze, které se zaměřují na odstranění různých typů nečistot a zlepšení kvality vody. Kapitola rovněž diskutuje rizika spojená s provozem čistíren odpadních vod, mezi

kteřá spadají povodně nebo výpadky elektrické energie a zdůrazňuje důležitost zabezpečení proti nim, zejména prostřednictvím generátorů elektrické energie pro udržení provozu čistíren.

V těchto třech kapitolách teoretické části byla splněna zásada zpracování teoretického vstupu do problematiky, kterou se bakalářská práce zabývá.

V druhé, a to praktické části, byla zaměřena pozornost na čističku odpadních vod ve Vyškově.

V čtvrté kapitole, která je již součástí praktické části proběhlo zdokumentování alokace ČOV Vyškov a zároveň popsání jednotlivých objektů v rámci zařízení. Čistírna odpadních vod Vyškov, konkrétně středisko 02 ČOV Vyškov, se nachází vedle řeky Haná na adrese Kroměřížská 646/10a. Tato čistírna je umístěna ve východní části města Vyškov v Jihomoravském kraji v České republice. Zmapování objektů ČOV proběhlo společně s vedoucím čistírny odpadních vod. Celkem bylo zmapováno 21 objektů, zahrnujících administrativní budovu, mechanické předčištění, usazovací nádrže, fermentační věže, plynojem, strojovny, odvodňovací linky, uskladňovací nádrže, homogenizační nádrže, technické zázemí, trafostanice a další objekty, kterým byla přiřazena čísla a jejich soupis byl vepsán do tabulky. Veškerá zmapovaná zařízení jsou důležitou součástí provozu čistírny a jejich funkčnost je závislá na elektrické energii.

Následující pátá kapitola se zaměřuje na analýzu a řešení hrozeb, které mohou postihnout zařízení ČOV Vyškov. Během analýzy hrozeb pro ČOV Vyškov bylo zkoumáno riziko vzniku povodní, blackoutu, požáru a přerušení dodávek plynu metodou PNH, kdy byla pravděpodobnost vzniku, následky a hrozba diskutována s vedoucím ČOV, panem Romanem Synkem. Povodně, přestože mají nízkou pravděpodobnost vzniku, představují po proběhlé analýze vysoké riziko následků a velkou hrozbu pro čistírnu, s celkovým rizikem klasifikovaným jako mírné. Blackout má střední pravděpodobnost vzniku, ale představuje vysoké riziko následků a velkou hrozbu, s celkovým rizikem označeným jako mírné až nežádoucí. Požár byl ohodnocen jako akceptovatelné riziko, stejně jako přerušování dodávek plynu. Proto se pozornost práce zaměřila pouze na řešení ochrany před povodněmi a zabezpečení činnosti ČOV během blackoutu.

Při analýze ochrany čističky před povodněmi byly analyzovány povodňové plány města Vyškov a provedeno přímé pozorování a rozhovor s výsledkem, že díky vhodné lokaci ČOV a úpravě koryta řeky Haná není objekt ČOV Vyškov ohrožen ani v případě kulminačního průtoku hodnoty Q100 a zároveň se nenachází v aktivní zóně povodňových území. Analýza povodňových plánů, provedená pomocí webu heis.vuv.cz, potvrdila, že ČOV Vyškov

nepodléhá ani kulminačnímu průtoku 500. Nicméně v případě povodní by mohl nastat vysoký přítok odpadních vod, který by byl řešen pomocí obejití biologického čištění. Voda by prošla pouze mechanickým čištěním a poté vypuštěna zpět do prostředí.

Při analýze ochrany zařízení ČOV Vyškov proti blackoutu byla, díky pozorování a provedeného rozhovoru, zjištěna následující fakta. Neplánovaný výpadek elektrické energie v ČOV Vyškov představuje vysoké riziko pro celou čistírnu, potenciálně ohrožuje strojovny a biologické procesy, což může vést k poškození biologických kultur a kalů. V rámci zajištění elektrické energie se ČOV Vyškov spoléhá především na provozovatele elektrické sítě, který je pověřen zajištěním dodávek energie a na mobilní elektrocentrálu. Mobilní elektrocentrálou je Subaru Robin 22.0 EH65, která je umístěná spolu s prodlužovacím kabelem a dodatečnou zásobou paliva v přívěsném vozíku, který je uložen v technickém zázemí. Tento alternativní zdroj elektrické energie se v případě potřeby přemísťuje z technického zázemí a připojuje k trafostanici. Podle manuálu elektrocentrály bylo spočítáno, že ČOV Vyškov může pracovat na záložní elektrocentrále v celkové době zhruba 15 hodin a 19 minut. Na základě rozhovoru není blackout problém jenom pro samotnou ČOV, ale také pro čerpací stanice odpadních vod, které umožňují dopravu odpadní vody do zařízení. Z provozního řádu ČOV Vyškov bylo zjištěno, že dopravu odpadní vody zajišťuje 13 čerpacích stanic. Tyto stanice nejsou na základě rozhovoru zajištěny proti ohrožení blackoutedem. Při zabezpečení činnosti při blackoutedu je možné klást otázku ohledně alternativních zdrojů. Tato otázka byla položena panu Synkovi s odpovědí, že je tato oblast zkoumána ve směru využití fotovoltaiky. Nicméně, komplexní samostatné pokrytí čistírny alternativní energií není zatím realizovatelné, zejména kvůli nedostatku kapacity pro výrobu tak velkého množství energie. Současná legislativa zároveň neposkytuje dostatečný prostor k připojení do sítě v případě výpadku alternativního zdroje energie, což omezuje možnost plného využití těchto zdrojů.

Na základě provedeného pozorování, rozhovoru a analýzy dokumentace související se zkoumaným zařízením navrhuji dvě možná řešení k posílení funkčnosti zabezpečení činnosti čističky odpadních vod při blackoutedu, kterými jsou:

1. Vybudování stacionárního generátoru, který zajistí při výpadku tvorbu elektrické energie.
2. Zajištění čerpacích stanic záložními zdroji elektrické energie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BÁBÍČEK, Richard, 2023. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. Čtvrté aktualizované a doplněné vydání. Praha: SOVAK – Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR. ISBN 978-80-907303-4-2.
- BENEŠ, Ivan, 2008. *Blackout: resilient power: informační příručka*. Praha: Cityplan. ISBN 978-80-254-3816-9.
- CATHART, Robert a Solar FAST, 2023. *History's 10 Most Notorious Blackouts – Industry Articles* [online]. [cit. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://eepower.com/industry-articles/the-10-most-notorious-blackouts-in-history/>
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015. *SIVS* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/sivs/povodne.html>
- ČR, MŽP, 2008. Ochrana před povodněmi. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/ochrana_pred_povodnemi
- ČR, MŽP, 2020. Povodňové mapy a stanovená záplavová území. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/povodnove_mapy_stanovene_zaplavove_uzemi
- ČTK, 2022. *Masivní výpadek elektřiny ochromil dopoledne život v části Prahy* | *ČeskéNoviny.cz* [online]. [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/2214605>
- DAVIES, Richard, 2013. Czech Floods June 2013 Facts and Figures – FloodList. *floodlist.com* [online]. [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://floodlist.com/europe/czech-floods-june-2013-facts-figures>
- DUCHAN, David, A. DRÁB a Jaromir RIHA, 2019. Flood Protection in the Czech Republic. In: *Management of Water Quality and Quantity* [online]. s. 333–363 [cit. 2023-11-19]. ISBN 978-3-030-18358-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-18359-2_14
- ĎURICA, Dušan, 2014. *Záplavy, povodne a zátopy: geologické a antropogénne príčiny a dôsledky*. Vydanie 1. Brno: Moravské zemské muzeum. ISBN 978-80-7028-440-7.
- EDPP.CZ, 2010. *Vyškov | Mapa povodňového plánu města* [online]. [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/vysk_mapa-povodnoveho-planu-mesta/

ELECTRICCHOICE.COM, 2020. *9 of the Worst Power Outages in United States History* [online]. [cit. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://www.electricchoice.com/blog/worst-power-outages-in-united-states-history/>

ENERGY, AMAS, 2024. Power unit with bin./engine. Robin EH65 | AmasEnergy. *Amas Energy Industrial Online Expo* [online]. [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://www.amasenergy.com/product/421>

HLOŽKOVÁ, Lucie, 2020. *HZS Libereckého kraje – Hasiči vzpomínají na bleskové povodně z roku 2010 - Hasičský záchranný sbor České republiky* [online] [cit.2024-04-20]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasici-vzpominaji-na-bleskove-zaplavy-z-roku-2010.aspx>

HONIŠ, René, Milan KONEČNÝ, Martin GALETKA a Ivo ULLMAN, 2013. *Přenosová soustava České republiky*. Ostrava: Moravskoslezský energetický klastr. ISBN 978-80-905392-3-5.

HÜNER, Tomáš, 2018. *Typovy-plan-naruseni-dodavek-elektricke-energie-velkeho-rozsahu.docx* [online]. [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.mpo.cz%2Fassets%2Fcz%2Fenergetika%2Ftypove-plany-reseni-krizi%2F2018%2F5%2F1--Typovy-plan-naruseni-dodavek-elektricke-energie-velkeho-rozsahu.docx&wdOrigin=BROWSELINK>

HZSCR.CZ, 2015. Povodně v novodobé historii České republiky. *Časopis 112* [online]. **2015**(4), 4–7 [cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/povodne-v-ceske-republice-pdf.aspx>

JANOŠEK, David, 2016. *Analýza příčin blackoutu v České republice* [online]. Brno [vid. 2024-04-20]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita Fakulta sociálních studií. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/xzgcf/Bakalarska_prace.pdf

JUNGA, Petr, 2015. *Technika pro zpracování odpadů 2*. Brno: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7509-209-0.

KAŇKA, Jiří, 2013. *Provozování a bezpečnost stok a čistíren odpadních vod*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií. ISBN 978-80-87472-52-1.

- KOTULLA, Michal, Miroslava GOŇO, Radomír GOŇO, Matouš VRZALA, Zbigniew LEONOWICZ, Iwona KŁOSOK-BAZAN a Joanna BOGUNIEWICZ-ZABŁOCKA, 2022. Renewable Energy Sources as Backup for a Water Treatment Plant. *Energies* [online]. **15**(17), 6288 [cit. 2024-04-11]. ISSN 1996-1073. Dostupné z: doi:10.3390/en15176288
- KROČOVÁ, Šárka, 2013. *Strategie územního plánování v technické infrastruktuře*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). Červená řada, 82. ISBN 978-80-7385-128-6.
- KROČOVÁ, Šárka, 2014. *Rizika provozování vodárenských a kanalizačních systémů*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-147-7.
- KUCHTA, Karel, 2010. Co je to blackout? *fyzmatik.pise.cz* [online]. [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <https://fyzmatik.pise.cz/198-co-je-to-blackout.html>
- LIBRA, Jaromír, 2005. *Stavby pro odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 978-80-7157-861-1.
- MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY, 2023. *Povodeň – Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/povoden.aspx>
- NOVÁKOVÁ, Jaroslava, 2011. *Úvod do bezpečnosti a krizového řízení I.: mimořádné události, jejich členění a negativní dopady na základní funkce státu*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze. ISBN 978-80-7251-343-7.
- PETERMANN, T., H. BRADKE, A. LÜLLMANN, M. POETZSCH a U. RIEHM, 2011. *What happens during a blackout: Consequences of a prolonged and wide-ranging power outage* [online]. [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000103292>
- PORTÁL KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ HZS JHM, 2016. *Povodně | Portál krizového řízení HZS JHM* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.krizport.cz/rady/chytre-blondynky-radi/povodne>
- PYTL, Vladimír, 2012. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. 2. vyd. Libeznice: Medim pro SOVAK ČR, c2012. ISBN 978-80-87140-26-0.

RICHTER, Rostislav, 2010. *Výkladový slovník krizového řízení* [online]. Vyd. 1. Praha: MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR [cit. 2024-04-20]. ISBN 978-80-86640-54-9. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/vykladovy-slovník-krizoveho-rizeni-pdf.aspx>

ŠVEHLA, Pavel, 2007. *Odpadní vody*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká zemědělská univerzita, katedra agrochemie a výživy rostlin. ISBN 978-80-213-1716-1.

VAK VYŠKOV A.S., 2019. *Kanalizační řád města Vyškov* [online]. [cit. 2024-04-23].

Dostupné

z: https://www.vakvyskov.cz/system/files/story/2020/01/Kanaliza%C4%8Dn%C3%AD%20%C5%99%C3%A1d_vy%C5%A1kov_30_9_2019.pdf

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, 2015. *Záplavová území | HV Map for WebMap* [online]. [cit. 2024-04-17]. Dostupné

z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=isvs_zapluz&lon=17.0196067&lat=49.2799927&scale=7560

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- BSK biochemická spotřeba kyslíku
- ČOV čistička/ čistírna odpadních vod
- ČS čerpací stanice
- EO ekvivalentní obyvatel
- KČS komunální/ kanalizační čerpací stanice
- MŽP ministerstvo životního prostředí
- Q kulminační průtok
- TNV technický normový výnos
- VAK vodovody a kanalizace
- VÚV Výzkumný Ústav Vodohospodářský

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rotační česle (Junga, 2015)	23
Obrázek 2 Lapák štěrku (Junga, 2015)	24
Obrázek 3 Vertikální lapák písku (Junga, 2015)	24
Obrázek 4 Vírový lapák písku (Junga, 2015)	25
Obrázek 5 Provozdušňovací lapák písku (Junga, 2015)	25
Obrázek 6 Přehled prvků a jejich závislost na el. energii (Petermann et al., 2011)	30
Obrázek 7 Poloha Vyškova v České republice (vlastní úprava; googlemaps.com, 2024) ..	34
Obrázek 8 Umístění ČOV ve Vyškově (googlemaps.com, 2024)	35
Obrázek 9 Lokalizace ČOV Vyškov (vlastní úprava; mapy.cz, 2024).....	35
Obrázek 10 Objekty zařízení ČOV Vyškov (vlastní tvorba, rozhovor a mapy.cz, 2024) ...	36
Obrázek 11 Koryto řeky Haná vedle ČOV Vyškov (vlastní fotografie, 2024)	39
Obrázek 12 Povodňová mapa ČOV při Q100 (vlastní úprava, 2024 a EDPP.cz, 2010)	39
Obrázek 13 Povodňová mapa ČOV při Q500 (VÚV T. G. Masaryka, 2015)	40
Obrázek 14 Elektrocentrála v mobilní jednotce (vlastní fotografie, 2024)	41
Obrázek 15 Elektrocentrála Robin 22.0 EH65 (vlastní fotografie, 2024)	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Názvy objektů pod čísly na obrázku 9 (vlastní tvorba a rozhovor Synek 2024)	36
Tabulka 2 PNH analýza (rozhovor Synek; Koudelka, Vrána, 2006).....	37
Tabulka 3 Doba fungování záložního zdroje energie (vlastní zpracování a Energy, 2024)	41
Tabulka 4 Čerpací stanice pro ČOV Vyškov (VAK Vyškov a.s., 2019)	42

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Výsledky PNH analýza (vlastní tvorba; MS Excel, 2024)	37
--------------------------------------------------------------------	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Rozhovor s vedoucím čistírny odpadních vod

PŘÍLOHA P I: ROZHOVOR S VEDOUCÍM ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

Polostrukturovaný rozhovor o čističce odpadních vod

1. Úvodní otázka s dotazem na povolení k záznamu.
2. Funkce a zprovoznění čističky:
 - 2.1. "Jakým způsobem funguje tato čistička odpadních vod? Mohl byste popsat procesy čištění, které se zde používají?"
 - 2.2. "V jakém roce byla tato čistička zprovozněna?"
 - 2.3. "Kolik EO čistička odpadních vod obsluhuje?"
3. Výpadky elektrické energie:
 - 3.1. "Které části čističky odpadních vod jsou nejvíce ohroženy výpadkem elektrické energie?"
 - 3.2. "Proběhl někdy v minulosti velký výpadek elektrické energie v této čističce?"
 - 3.3. "Jak byl tento výpadek řešen? Existuje nějaký plán na zajištění funkčnosti v případě výpadku elektrické energie?"
4. Záložní zdroje a alternativní zdroje energie:
 - 4.1. "Pokud má čistička záložní zdroje, jak dlouho je schopna fungovat na těchto zdrojích?"
 - 4.2. "Jak to má čistička odpadních vod se zásobováním energií náhradními zdroji, máte nějaký generátor?"
 - 4.3. Jak by to bylo se zásobením v rámci blackoutu?
 - 4.4. "Uvažovali jste někdy o využití alternativních zdrojů energie pro provoz čističky odpadních vod?"
5. Ochrana před povodněmi:
 - 5.1. "Měla tato čistička někdy potíže s povodněmi?"
 - 5.2. "Jakým způsobem je zajištěna ochrana této čističky před povodněmi?"
6. Školení zaměstnanců v případě výpadku elektrické energie nebo povodní:

- 6.1. "Existuje vnitřní norma nebo plán na školení zaměstnanců v případě výpadku elektrické energie?"
- 6.2. "Je zde nějaký interní plán či norma na školení pracovníků v případě povodní?"
- 6.3. Vidíte možnost případné pomoci z mé strany - např. vytvoření testu pro přezkoušení zaměstnanců, zpracování manuálu či, materiálu pro školení (instruktážní video...)?
7. Poděkování za poskytnutí rozhovoru.