

Analýza rizik vodárenských systémů
Risk Analysis of Water Supply Systems

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací

Autor bakalářské práce: Matěj Rzounek
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martina Caithamlová



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Rzounek** Jméno: **Matěj** Osobní číslo: **478126**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Plánování a řízení krizových situací**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Analýza rizik vodárenských systémů

Název bakalářské práce anglicky:

Risk Analysis of Water Supply Systems

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude provedení analýzy rizik vodárenských systémů v ČR. V teoretické části bude provedena analýza současného stavu problematiky, budou definovány typy mimořádných událostí na vodárenských systémech, které mají potenciál ohrozit odběry pitné vody obyvatelstvu i prvkům kritické infrastruktury. V praktické části budou pomocí SWOT analýzy identifikována silná i slabá místa, příležitosti a ohrožení současných provozních vodárenských systémů pro veřejnou potřebu a vnitřních vodovodů jednotlivých typů veřejné a soukromé infrastruktury z hlediska zajišťování nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou a následně bude zpracována analýza rizik. Výsledkem práce budou návrhy na možnou eliminaci zjištěných rizik.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KROČOVÁ, Šárka, Havárie a řízení vodního hospodářství, Ostrava: Vysoká škola báňská - technická univerzita, 2006, 96 s., ISBN 80-248-1246-0
- [2] TEICHMANN, Marek, KUDA, František, Hodnocení a obnova vodárenských sítí, Praha: Professional Publishing, 2018, 136 s., ISBN 978-80-88260-26-4
- [3] KROČOVÁ, Šárka, Provozování distribučních sítí pitných vod, Ostrava: Vysoká škola báňská - technická univerzita, 2004, 84 s., ISBN 80-248-0606-1

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Martina Caithamlová

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **17.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**


prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Analýza rizik vodárenských systémů vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 12.05.2020

.....

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Martině Caithamlové za odborné vedení, trpělivost a cenné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracovávání práce poskytla. Dále bych chtěl poděkovat Marii Brichtové za konzultace, které mi pomohly při řešení dané problematiky. Na závěr bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Bakalářská práce na téma analýza rizik vodárenských systémů je zaměřena na identifikaci a analýzu rizik ohrožujících dodávky pitné vody.

V teoretické části je popsáno současné vodohospodářství v ČR a platné právní předpisy. Dále jsou definovány mimořádné události, které ohrožují dodávku pitné vody. Rovněž jsou zde popsány možnosti dodávek pitné vody v případě narušení běžného zásobování.

V praktické části jsou pomocí SWOT analýzy odhalena slabá místa a ohrožení systému nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou a následně je zpracována analýza a matice rizik.

Z výsledných tabulek analýzy rizik vyplývají možná rizika, se kterými se při provozu vodovodní sítě můžeme setkat. Na základě výsledných ohrožení jsou navržena opatření pro jednotlivé prvky vodovodní sítě sloužící k snížení jejich zranitelnosti.

Klíčová slova

Pitná voda; riziko; analýza; mimořádná událost; vodárenský systém.

Abstract

This bachelor thesis with the risk analysis of water distribution systems is focusing on identification and analysis of risks threatening drinking water supply.

The theoretical part describes the Czech Republic current integrated water resources and valid legal regulations. Further it defines an extraordinary events which threaten drinking water supply. Also it describes options for drinking water supply in the case of a common supply interruption.

In the practical part are revealed weak points and an emergency public drinking water supply system threats by SWOT analysis followed by risk matrix and analysis.

The resulting analysis risk chart provides a possible risk which we can encounter during a water supplies operation. Based on the resulting threats the measures for an individual parts of a water supply chain are suggested in order to diminish its vulnerability.

Keywords

Drinking water; risk; analysis; emergency; water supply systems.

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce	10
3	Přehled současného stavu problematiky	11
3.1	Současné vodní hospodářství v ČR	11
3.1.1	Hydrologická síť ČR.....	12
3.1.2	Platná právní úprava vodárenství v ČR	12
3.1.3	Legislativa EU.....	14
3.2	Kritická infrastruktura.....	14
3.2.1	Vodohospodářská kritická infrastruktura.....	15
3.3	Zásobování pitnou vodou.....	16
3.3.1	Podzemní vody	17
3.3.2	Povrchové vody	17
3.3.3	Úpravny pitné vody	18
3.3.4	Vodojemy.....	18
3.3.5	Vodovodní řady a sítě.....	19
3.4	Mimořádná událost	19
3.4.1	Přírodní mimořádné události.....	19
3.4.2	Antropogenní mimořádné události	26
3.5	Krizová připravenost ve vodním hospodářství.....	33
3.5.1	Krizový plán.....	33
3.5.2	Plán krizové připravenosti	34
3.6	Narušení dodávek vody.....	34
3.6.1	Možnosti dodávek pitné vody za narušení běžného provozu.....	35
3.6.2	Náhradní zásobování	36
3.6.3	Nouzové zásobování	36
4	Metodika	38
4.1	SWOT analýza	38
4.1.1	Hodnocení SWOT analýzy	39
4.2	Analýza a matice rizik	39
5	Výsledky	45
5.1	SWOT analýza	45
5.1.1	Vyhodnocení SWOT analýzy.....	46
5.2	analýza rizik	48

5.2.1	Vyhodnocení analýzy rizik	48
6	Diskuze	54
7	Závěr	60
8	Seznam použitých zkratk	61
9	Seznam použité literatury	62
10	Seznam použitých tabulek	67

1 Úvod

V současné době si již život bez uceleného systému, který nám zajišťuje zásobování pitnou vodou, již nedokážeme představit. Na její kvalitě a dostupnosti je zcela závislá prosperita, rozvoj, blahobyt i bezpečnost společnosti, jelikož voda je jednou ze základních složek nezbytných k životu. Ve vyspělých zemích je brán přísun vody pomocí vodovodní sítě až do našich domovů jako naprostá samozřejmost. Člověk ve svém obydlí otočí kohoutkem a ihned má pitnou a nezávadnou vodu. Avšak současný systém dodávky pitné vody je spjatý s mnoha riziky. Kromě vnitřních provozních rizik vyplývajících z běžného provozu ohrožuje systém celá řada přírodních či antropogenních mimořádných událostí. To představuje relativně velký problém, protože tyto mimořádné události často mohou svými následky přerušit dodávku pitné vody. Bez dodávky vody pak není možné udržet provoz různých zdravotnických či sociálních zařízení, což velice ohrožuje život a zdraví v ohroženém území. Je tedy nutné tyto mimořádné události identifikovat a věnovat jim náležitou pozornost.

Teoretická část bakalářské práce se zabývá současnými podmínkami provozování vodárenských systémů a právními předpisy, které se týkají se této problematiky. Dále jsou zde definovány přírodní a antropogenní mimořádné události ohrožující vodárenskou infrastrukturu a shrnuty možnosti dodávek pitné vody v případě narušení systému zásobování pitnou vodou.

Praktická část je zaměřena na analýzu rizik vodárenských systémů, odhalení slabých míst systému a hrozeb ohrožujících odběry pitné vody obyvatelstvu i prvkům kritické infrastruktury. Na základě výsledků budou navržena opatření pro eliminaci zjištěných rizik.

Cílem práce je zjistit, jaké hrozby představují pro současný systém zásobování obyvatelstva pitnou vodou největší rizika a na základě těchto zjištění navrhnout účinná opatření, která by tato rizika snížila nebo eliminovala.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je analyzovat rizika, která mají potenciál ohrozit odběry pitné vody obyvatelstvu i prvkům kritické infrastruktury a navrhnout opatření sloužící k snížení následků těchto rizik.

V teoretické části jsou čtenáři seznámeni s pojmy souvisejícími s touto problematikou a zároveň jsou zde shrnuty podklady důležité pro vypracování analýzy rizik.

Praktická část má za cíl pomocí tabulkové SWOT analýzy identifikovat problematická místa v systému NZV a následně provést analýzu rizik. Na základě získaných výsledků a jejich vyhodnocení jsou podrobněji zkoumány nejzávažnější hrozby ohrožující dodávky PV a navržena opatření k jejich snížení či eliminaci.

3 Přehled současného stavu problematiky

3.1 Současné vodní hospodářství v ČR

Současný život si bez rozumně utvořeného systému, který v sobě zahrnuje odběr vody z přirozeného prostředí a její následnou úpravu, transport, využití, odvádění a čištění odpadních vod, již nedokážeme představit. Přestože ještě v nedávné době bylo běžné, že většina domů měla stěží jeden kohoutek se studenou vodou, bereme dnes ve vyspělých zemích dodávku pitné vody k různým účelům jako samozřejmost. Základním kamenem pro zajištění nepřetržitých dodávek pitné vody a odvádění a čištění odpadních vod spotřebitelů je fungující vodohospodářská infrastruktura. Do této infrastruktury spadají všechny vědecko-technické obory zabývající se plány, stavbou a provozováním zařízení na odběr, úpravu, zadržování, distribuci či ochranu vody. [1,8]

Ústředním vodoprávním úřadem je Ministerstvo zemědělství (dále MZ), které ve své kompetenci zajišťuje prostřednictvím odboru vodovodů a kanalizací zejména zpracování a aktualizace plánu rozvoje vodovodů a kanalizací (dále VaK) pro území státu včetně projednání změn krajských plánů rozvoje vodovodů a kanalizací, regulaci v oboru vodovodů a kanalizací, ochranu spotřebitelů a podporu hospodářské soutěže v prostředí přirozeného monopolu a poskytuje objektivní informace z oboru VaK veřejnosti. Vede ústřední evidenci vybraných údajů z majetkové a provozní evidence VaK. Sleduje ceny pro vodné a stočné podle cenových předpisů, porovnává je včetně nákladů a zisku a zveřejňuje výsledky. Odbor vodovodů a kanalizací též zajišťuje realizaci státní dotační politiky v oboru VaK a v oblasti odstraňování povodňových škod na vodohospodářské infrastruktuře. Podle českého statistického úřadu bylo v České republice (dále ČR) do roku 2018 postaveno přes 78 tisíc km vodovodních sítí. Podíl obyvatel zásobovaných vodou z veřejných vodovodů je více než 10 mil., což představuje 94,7 % všech obyvatel. Provozování těchto veřejných vodovodů je v dnešní době zajišťováno právníckými a fyzickými osobami s různou úrovní provozování. [7,10]

3.1.1 Hydrologická síť ČR

Voda je nezbytná součást životního prostředí. Přestože je důležitá jak pro člověka, tak i pro rostlinný a živočišný ekosystém, její množství na zemi není bezmezné a celkové prostorové a časové rozmístění vody ve světě je nerovnoměrné. Koloběh vody na Zemi probíhá v cyklech, které sestávají z atmosférických srážek, odtoku, vsakování do podloží a vypařování. [5]

Z hlediska řešení rizik plynoucích z možného nedostatku pitné vody na našem území je důležité, udělat si přehled o výskytu, odtoku, obnově a celkových zdrojích vody v dané lokalitě. [3] Česká republika je vnitrozemský stát, který svou polohou náleží střední Evropě. Vzhledem ke svému umístění ho neomývá žádné moře, avšak z hydrologického hlediska je prakticky střechou Evropy a je velmi významným prameništěm kontinentu. Nachází se na rozvodí tří moří: Severního, Baltského a Černého, která dělí republiku na tři hlavní Evropské povodí: povodí Labe, povodí Odry a povodí Moravy (Dunaje). Tyto řeky společně s většinou významnějších vodních toků ČR odvádí povrchové vodní zdroje na území jiných států. [8] Povrchový odtok těchto vod proto musí být zadržen co možná nejdéle, aby byla zvýšena schopnost její infiltrace do povrchu země a tím napájet a zvětšovat zdroje podzemních vod. Podzemní zdroje vod jsou zas v zeměpisných podmínkách ČR rozmístěny nerovnoměrně. Oba tyto zdroje, které jsou vhodné pro pozdější úpravu na vodu pitnou, jsou odkázány téměř výhradně na vody srážkové. [3]

Vznik dešťových srážek je důsledek kondenzace a desublimace vodních par v ovzduší a na povrchu země. Dešťové srážky můžeme v našich podmínkách považovat za jediný stálý zdroj obnovy vod. Díky těmto skutečnostem je klíčové tuto vodu zachycovat v největším možném rozsahu v akumulacích nádržích nebo v reliéfu terénu. K takovému zachycování by mělo ideálně docházet v období dešťů a pozdější odtok by měl převážně probíhat v bezdešťovém období, čímž se zajistí co největší možnost zachycení vody v území. [3,5]

3.1.2 Platná právní úprava vodárenství v ČR

Počátek kodifikovaného práva ve vodárenství v ČR můžeme datovat kolem konce 19. století. Za první souhrnnou úpravu v rámci vodního práva jsou považovány zemské zákony z roku 1870, které byly v Československu platné až do roku 1955. Práva a povinnosti v oblasti vodního hospodářství se upřesňovaly a zpříšňovaly, jak postupem

času přibývaly nové vědecké a technické poznatky. V rámci ochrany povrchových a podzemních vod došlo k velkému zlomu teprve v druhé polovině minulého století. [2,4]

V současné době je legislativa ve vodárenství definována množstvím právních předpisů, které jsou v souladu s evropským právem. Mezi hlavní zákony vodárenského hospodářství patří:

Zákon č. 273/2010 Sb., úplné znění zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Jedná se o důležitý zákon z hlediska zdrojů vody. Je zde zakotvena ochrana povrchových a podzemních vod, společně s podmínkami hospodárného využívání těchto zdrojů. Vymezuje právní vztahy k podzemním a povrchovým vodám. Již plně uplatňuje evropské vodní právo do českých podmínek. Dále jsou zde zavedeny termíny „citlivé místo“ a „zranitelné místo“, které jsou důležitým prvkem z ohledu ochrany vod. [2,9]

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Tento zákon definuje práva a povinnosti provozovatelům vodárenských systémů a subjektům využívajících služeb veřejných vodovodů hlavně v záležitostech:

- odborná způsobilost k provozování;
- plánování rozvoje distribučních systémů;
- evidence majetku;
- obecné technické požadavky na výstavbu vodovodů a kanalizací a na jakost vody;
- vymezení ochranných pásem vodovodních řadů a kanalizačních stok;
- ochrana spotřebitele. [2,10]

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů

Na úseku vodního hospodářství se jedná o velice důležitý zákon, který se zabývá jedním z jeho finálních produktů, tj. pitnou vodou. Uzakoňuje hygienické požadavky na vodu a její hygienické limity biologických, chemických, fyzikálních a dalších ukazatelů. Zároveň v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví stanovuje práva a povinnosti fyzickým a právnickým osobám. Novela tohoto zákona v sobě již má zakomponovanou směrnici rady 98/83/ES. [2,11]

3.1.3 Legislativa EU

Podle Doc. Kročové lze v problematice ochrany vodního hospodářství považovat Evropskou unii za jeden z nejlepších systémů na světě. V současné době vydala EU v oblasti vodárenství následující závazné směrnice, které musela ČR jako členský stát začlenit do svých normativních právních aktů. Z hlediska ochrany vody se jedná o:

- **Směrnici Rady 98/83ES z 3.11.1998 o jakosti vody určené k lidské spotřebě s platností od 25.12.2000**
- **Směrnici Rady 79/869/EHS z 9.10.1979 o metodách měření, četnosti odběrů a rozborů povrchových vod určených k odběru pitné vody**
- **Směrnici Rady 2000/60 ES ze dne 33.10.2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky [2]**

3.2 Kritická infrastruktura

Dnešní svět můžeme popsat jako souhrnný systém, ve kterém neustále dochází k novým vazbám a jednotlivé ekonomiky různých států jsou úzce propojeny skrz infrastrukturu. Tu lze v nejzákladnějším významu charakterizovat jako souhrn navzájem propojených strukturálních částí, které drží celou strukturu pohromadě. Právě správné fungování těchto infrastruktur je rozhodující prvek běžného života v současné společnosti. Zranitelnost společnosti stoupá zejména v nynější době, kdy roste počet světové populace společně s mírou urbanizace a kumulací osob na menším prostoru. Společně se zranitelností roste i závislost na bezproblémové funkci obecné, dopravní a technické infrastruktury státu. Jakékoli zhoršení či oslabení její funkce může mít závažný dopad na životní podmínky většiny obyvatelstva. [12,17]

Kritickou infrastrukturou se dle zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon) rozumí: „*Prvek kritické infrastruktury nebo systém prvků kritické infrastruktury, narušení jehož funkce by mělo závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob nebo ekonomiku státu.*“ Můžeme ji tedy chápat jako komplexní systém, který se skládá z jednotlivých prvků navzájem propojených síťovým uspořádáním. V tomto uspořádání pak nalezneme místa, kde se spojují jednotlivé prvky, tzv. uzly. Ty pak bereme jako nejvýznamnější, jelikož zpravidla bývají klíčové pro správnou funkčnost a často tak tvoří nejvíce

problematické části v celém systému. Jejich narušení pak může vést až ke zhroucení celé kritické infrastruktury. Vzhledem k tomu by se ochrana kritické infrastruktury měla soustředit právě na tyto kritické uzly. [17,18]

V České republice má otázku kritické infrastruktury na starost Výbor pro civilní a nouzové plánování, který je stálým pracovním orgánem Bezpečnostní rady státu České republiky. Tento orgán identifikoval základní oblasti kritické infrastruktury, mezi něž patří:

- energetika;
- vodní hospodářství;
- potravinářství a zemědělství;
- zdravotnictví;
- doprava;
- komunikační a informační systémy;
- finanční trh a měna;
- nouzové služby;
- veřejná správa.

Aby se některá ze součástí základních oblastí kritické infrastruktury mohla stát i prvkem kritické infrastruktury, musí splňovat průřezová a odvětvová kritéria, která jsou uvedena v prováděcím právním předpisu ke krizovému zákonu. Zároveň musí naplňovat znění definice kritické infrastruktury zakotvené v krizovém zákonu, takže narušení jeho funkce by mělo závažný dopad na bezpečnost státu a na zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob nebo ekonomiku státu. Ochrana kritické infrastruktury je navrhována tak, aby došlo ke snížení celkové zranitelnosti systému a navýšení její odolnosti proti mimořádným událostem. K dosažení takového stavu jsou nutná technicko-organizační opatření zacílená na zmírnění a odstraňování škod vyvolaných mimořádnou událostí či přímo zabraňující vzniku mimořádné události. [14,5]

3.2.1 Vodohospodářská kritická infrastruktura

Jednou ze základních složek nezbytných k životu je voda. Prosperita, blahobyt i bezpečnost společnosti jsou zcela závislé na její kvalitě a dostupnosti. Již v minulosti umožňovala voda rozvoj civilizací, proto vznikaly právě v blízkosti jejích zdrojů. Delší

období bez dostatku vody mělo pak za následek úpadek a následný zánik civilizace. I v současné době je ekonomika každé země závislá na přístupu k vodě, jelikož je důležitým zdrojem pro řadu oblastí. Bez dodávek pitné vody není možné zajistit provoz zdravotnických zařízení, zařízení sociální péče, potravinářského průmyslu a udržet provozuschopnost ostatních druhů infrastruktur. Mezi další odvětví, která jsou zcela závislá na dodávkách pitné vody, patří hasičský záchranný sbor a s ním potřeba požární vody, neboť jako základní zdroj požární vody ve většině obcí slouží vodárenské systémy. Je zcela zřejmé, že pro existenci lidí je voda nezbytná a zajištění jejich dodávek při krizových situacích (dále KSI) spadá pod nejdůležitější úkoly státní správy a územní samosprávy. [13]

Bezpečnostní rada státu České republiky ve svém usnesení definuje oblast vodního hospodářství jako jeden z prvků kritické infrastruktury, v jejímž rámci deklarovala tři služby:

- zásobování pitnou a užitkovou vodou;
- zabezpečení a správa povrchových a podzemních zdrojů vod;
- systém odpadních vod.

Vodní zdroje a vodárenská zařízení jsou významnou a nezastupitelnou infrastrukturou, ale také se jedná o infrastrukturu nejzranitelnější. Jejich zranitelnost spočívá především ve fyzikální podstatě vody, která v sobě dokáže rozpustit a přijmout řadu látek, a snadnosti jejího vzniku. Bez řádné ochrany vzniká na vodárenských systémech celá škála hrozeb. Mezi ty nejhlavnější patří přírodní či antropogenní kontaminace různých součástí vodárenského systému. V reálné praxi je velice obtížné tyto hrozby plně eliminovat, ale lze zmírnit jejich následky, například prostřednictvím systémů krizového řízení. [14]

3.3 Zásobování pitnou vodou

Zásobování pitnou vodou v sobě zahrnuje jímání, odběr, úpravu, akumulaci a následnou distribuci vody pro potřeby obyvatelstva. K tomu nám slouží vodovod, kterým rozumíme soubor staveb a zařízení sloužící k dodávání vody. Vodovod se normálně skládá ze zdroje vody povrchové či podzemní, přívodních řadů, úpraven vod, výtlačných řadů, akumulčních nádrží a rozvodné sítě do spotřebiště. Pakliže to podmínky umožňují, upřednostňují se samospádové vodovody, často je ale potřeba

různých čerpadel v jednotlivých úsecích vodovodu pro zvyšování tlaku a překonávání spádu terénu. Obvykle vodovod dodává vodu jednomu spotřebišti, pokud zásobuje více spotřebišť, mluvíme o skupinovém vodovodu či vodárenské soustavě.

- Místní vodovod – zásobuje pitnou vodou pouze jedno spotřebišť;
- skupinový vodovod – obsahuje jeden či více zdrojů vody a zásobuje pitnou vodou dvě či více spotřebišť;
- vodárenská soustava – obvykle soustava více vodovodů zásobující rozsáhlé území. Zpravidla se zřizují při nedostatku místních zdrojů, a při zásobování hustě zalidněných oblastí;
- vnitřní vodovod – téměř vždy je umístěný uvnitř objektu, popřípadě z částí mimo něj. Začíná hlavním uzávěrem vody na vodovodní přípojce a končí výtokovou armaturou. [15]

3.3.1 Podzemní vody

Jsou přednostně určeny pro výrobu pitné vody. Podzemní vodou se rozumí taková voda, která se přirozeně nachází pod zemským povrchem v nasycené zóně. Může se zde vyskytovat jak v kapalném, tak i plynném a pevném skupenství. Vydatnost zdrojů těchto vod závisí na povrchových vodách a dešťových srážkách, které pomocí infiltrace dosáhnou hladiny podzemních vod. Díky proudění můžeme pak tyto zdroje využívat.

Jakost podzemních vod není stálá. Její kvalita je závislá na mnoha faktorech, mezi které patří hloubka vody, hydrogeologické poměry, geologická skladba podloží a místo výskytu. K znečišťování těchto vod zpravidla dochází vsakováním nežádoucích chemikálií do podloží, přičemž největší roli zde hraje zemědělství či různé průmyslové havárie. [5,9]

3.3.2 Povrchové vody

Za povrchovou vodu se považují všechny vody vyskytující se přirozeně na zemském povrchu. U povrchových zdrojů určených k úpravě na pitnou vodu se stanovují pásma hygienické ochrany I. a II. sloužící k jejich ochraně. Obnova zdrojů těchto vod je v našich zeměpisných a hydrologických podmínkách závislá převážně na vodách srážkových. Povrchové vody můžeme dělit podle mnoha činitelů, například podle jejich pohybu na vody tekoucí a vody stojaté, dále pak podle místa výskytu, podle chemického složení či podle jejich skupenství.

Stejně jako u vod podzemních ani kvalita vod povrchových není stálá. Jakost tekoucích vod se zhoršuje vzdáleností od pramene, vlivem lidských činností či klimatických a povětrnostních podmínek. Jakost stojatých vod se mění v závislosti na hloubce. Povrchové vody jsou zdrojem surové vody, ale zároveň slouží jako recipienty a také jsou do nich vypouštěny odpadní vody z čističek odpadních vod, vody z průmyslu apod., což vede k neustálému znečišťování, které má za následek nánosy na dně koryt společně se změnou složení vody. [9,2]

3.3.3 Úpravny pitné vody

Všechna povrchová voda a většina podzemních vod musí být před její distribucí upravena do odpovídající kvality. Proto je úprava vody důležitou součástí prakticky u každého vodárenského systému. Jedná se o objekty, kde probíhá snižování některých látek v surových vodách určených k úpravě na pitnou vodu. Úpravny vod mají zpravidla velký význam z hlediska jakosti vody. Jejich hlavním cílem je dosáhnout takové kvality pitné vody, aby byly splněny všechny požadavky pro její další použití. Při úpravě surových vod na vodu pitnou v normálních provozních podmínkách většinou nevznikají technické problémy, přestože v systému zásobování vodou se jedná o zdaleka nejsložitější proces. Avšak při mimořádných událostech, například při úniku nebezpečných látek, může dojít ke změně podílu nežádoucích látek v surových vodách na takový stupeň, že úpravny vod již nejsou technologicky schopny dostatečně vodu vyčistit. V takovém případě musí být celá činnost či její část vyřazena z provozu. [3]

3.3.4 Vodojemy

Vodojemy jsou uměle vytvořené objekty sloužící ke krátkodobé akumulaci pitné vody. Přitéká sem již upravená voda z úpraven, proto musí splňovat požadavky pro udržení kvality vody. Je tedy potřeba, aby byly dobře chráněny před vnějším znečištěním a klimatickými vlivy. Kromě akumulace vody zajišťují několik dalších funkcí. Vyrovňávají denní nerovnoměrnosti mezi odtokem a přítokem vody. Dále zabezpečují zásobu vody v dostatečném množství k možnosti provozních zásahů, např. při odstavení úpraven vody, čerpací stanice nebo při zásahu z důvodu poruchy na přiváděcím řadu. Také zajišťují stálé zásoby pro případné hašení požárů. [1,15]

3.3.5 Vodovodní řady a sítě

Otázku dopravy vody v požadovaném množství, tlaku a kvalitě ze zdroje vody až ke spotřebiteli řeší vodovodní řady. Z pohledu jejich funkce se dělí na přívodní řady, které dopravují vodu zpravidla ze zdroje do úpraven vod či akumulacních nádrží, a zásobovací řady, které dopravují vodu z akumulacních nádrží do spotřebiště. Dále se dělí na:

- gravitační – voda je poháněna samospádem;
- výtlačné – voda je poháněna čerpadly. [1,15]

3.4 Mimořádná událost

V reálném životě můžeme narazit na řadu mimořádných událostí (dále MU), které se od sebe mohou lišit svými účinky či svou závažností. Jedná se o specifické události, většinou neopakovatelné odlišnými příčinami, průběhem a dopady. Definice mimořádné události je zakotvena v zákoně č. 239/2000 Sb. O integrovaném záchranném systému (dále IZS), kde je mimořádná událost popisována jako: *„Škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí“*. Další vymezení tohoto pojmu můžeme nalézt v Terminologickém slovníku pojmů ministerstva vnitra z oblasti krizového řízení, ochrany obyvatelstva, environmentální bezpečnosti a plánování obrany státu, který ji popisuje jako: *„Událost nebo situace vzniklá v určitém prostředí v důsledku živelní pohromy, havárie, nezákonnou činností, ohrožením kritické infrastruktury, nákazami, ohrožením vnitřní bezpečnosti a ekonomiky, která je řešena obvyklým způsobem orgány a složkami bezpečnostního systému podle zvláštních právních předpisů. Pod tímto pojmem je v současných právních předpisech ČR uváděna řada, pojmů jako jsou např. mimořádná situace, nouzová situace, pohroma, katastrofa, havárie“*. Podle příčin vzniku můžeme pak tyto události dělit na dvě základní skupiny, a sice mimořádné události přírodně klimatické a antropogenní. Tyto události je nutné důkladně zkoumat, aby bylo možné částečně eliminovat či obejít rizika, která mohou mít velký dopad na vodní hospodářství a distribuci pitné vody. [16,17,18]

3.4.1 Přírodní mimořádné události

Jedná se o taková rizika, která vznikají za působení přírodních sil, jež jsou důsledkem nahromadění energie na povrchu či uvnitř Země a téměř vždy mívají krátkodobý průběh. V odborné literatuře můžeme nalézt velkou škálu způsobu dělení.

Pro účely této práce použijeme třídění přírodních mimořádných událostí podle místa vzniku neboli klasifikaci genetickou.

- **Mimořádné události vznikající pod zemským povrchem** – jedná se o působení přírodních sil pod zemským povrchem, zpravidla zapříčiněné zemským jádrem (zemětřesení, sopečná činnost);
- **mimořádné události vznikající na zemském povrchu** – síly působící na povrchu země (povodně, tsunami, laviny, svahové pohyby apod.);
- **mimořádné události vznikající nad zemským povrchem** – jedná se o působení přírodních sil nad povrchem země v atmosféře (tornáda, cyklony, větrné bouře apod.). Do této skupiny lze také zařadit síly působící v kosmickém prostoru, např. pád meteoritu.

V zeměpisných podmínkách České republiky se většinou setkáváme s mimořádnými událostmi vznikajícími na zemském povrchu, a to především s povodněmi. Negativními vlivy těchto přírodních sil a jevů jsou v rámci vodního hospodářství nejvíce postiženy vodní ekosystémy, povrchové zdroje surových vod určených k úpravě na vodu pitnou a v některých případech i zdroje podzemních vod. Proto je potřeba se těmto jevům věnovat a nezanedbávat dopady, které mohou mít na provozování vodárenských systémů, zvláště jedná-li se o objekty nadmístního či strategického významu. U těchto objektů je potřeba zkoumat jejich významnost z hlediska zásobování obyvatelstva pitnou vodou dohromady s možností výskytu mimořádné události a na základě zjištěných skutečností navrhnout případná opatření sloužící ke zmírnění rizik na přijatelnou úroveň či k naprosté eliminaci hrozby. K opatřením dochází již při plánování a navrhování vodárenských objektů či posléze při jejich úpravách a opravách. Mezi taková opatření můžeme zařadit situování vodárenských objektů do oblastí s nižší možností výskytu nežádoucích jevů, používání pomocných monitorovacích technologií či stavění z odolnějších a kvalitnějších materiálů. [18,5]

3.4.1.1 Povodně

Jak jsme již v této práci zmínili, v našich zeměpisných podmínkách se jedná o nejčastější přírodní mimořádnou událost. Povodeň je úředně definována 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.“* Povodně představují také stav, *„kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území*

nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod.“ V závislosti na způsobu vzniku lze povodně dělit na povodně přirozené a povodně zvláštní.

Povodně přirozené chápeme jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod způsobené přírodními jevy, a to zejména táním sněhu, déletrvajícimi dešťovými srážkami, chodem ledů. S ohledem na roční období a čas jejich výskytu lze pak povodně přirozené dělit na povodně zimní, jarní a letní.

Povodně zvláštní jsou způsobené jinými vlivy, jako jsou porucha vodního díla, havárie vodního díla či nouzové řešení kritické situace na vodním díle. V podstatě se jedná o povodně velice ovlivněné činností člověka. Ať už je toto ovlivnění způsobené úmyslně (sabotáž, teroristický útok) či neúmyslně (porucha v souvislosti s opotřebením materiálu, selhání technologie). Často se vyskytují společně s povodněmi přirozenými v daném území. [9,19]

Vliv povodní na funkci vodárenské infrastruktury v ČR

Vodárenské systémy zpravidla vykazují větší stupeň ohrožení povodněmi než ostatní infrastrukturní zařízení státu, a to zejména kvůli nutnosti situování části jejich zařízení do blízkosti vodních recipientů. Vodo-technická zařízení vodárenských systémů jsou v podmínkách České republiky ohrožena převážně velkými plošnými povodněmi, ale mohou je ohrozit i bleskové lokální povodně. Velké plošné povodně ohrožující rozsáhlou oblast a významně měnící jakost povrchových zdrojů vod mohou trvat několik dnů. U zdrojů podzemních vod s ohledem na sílu dané povodně i několik týdnů až měsíců.

Negativním působením povodní mohou být zasaženy systémy pro jímání a úpravu pitné vody, ale i systémy pro její následnou distribuci. Jedním z nejvíce nebezpečných vlivů povodní na vodárenské systémy je totální zaplavení významného nebo jediného zdroje pitné vody pro město či obec. Během velkých povodňových stavů na Moravě v roce 1997 a v roce 2002 v Čechách byly zaplaveny stovky vodních zdrojů a některé z nich byly z toho důvodu dlouhodobě kompletně vyřazeny z provozu.

Pro distribuční systémy pitných vod jsou nejohroženějšími místy při povodních zaplavená území a křížení recipientů. Rapidně se na těchto místech zvyšuje pravděpodobnost změny stability půdního podloží a tím vzniká i větší pravděpodobnost vzniku závady na potrubí u rozvodných systémů. Po delším odstavení závadného úseku

zpravidla vzniká sekundární dopad, tj. rozsáhlá kontaminace vnitřních stěn potrubí organickými a anorganickými látkami. V zaplavených oblastech může dojít k zamezení přístupu k ovládacím armaturám na vodovodní síti a tím vzniká nebezpečí poruch, které mohou mít za následek odstavení velkých úseků distribučních systémů pitných vod. [20]

Ochrana před povodněmi

V České republice je hlavním legislativním prepisem řešícím ochranu před povodňovými událostmi zákon č. 254/2001 Sb., v pozdějším znění předpisů. Ochranu před povodněmi chápeme dle vodního zákona jako činnost a opatření sloužící k předcházení a zvládnutí povodňového rizika na ohroženém území. Ochrana před povodněmi je zajišťována operativními opatřeními podle povodňových plánů a během vyhlášení krizových stavů krizovými plány. Avšak při ochraně před povodněmi jsou převážně upřednostňována opatření preventivní, mezi která můžeme zařadit:

- stavění a následná údržba povodňových hrází vodních toků;
- vylepšování schopnosti retence u povodí;
- zlepšování schopnosti vsakování vody u hospodářských půd;
- vymezení území, která jsou ohrožena povodněmi, tj. záplavová území;
- zpracování povodňových plánů;
- vytvoření povodňových orgánů krajů a obcí;
- zřízení povodňových komisí státní správy a samosprávy;
- cvičení sloužící k řešení povodňových událostí. [9,19]

Mezi další opatření zajišťující zmírnění případného ohrožení života a zdraví osob či škod na majetku patří vyhlášení stupňů povodňové aktivity. Ty se pak vyhláší na základě směrodatných limitů vodních toků:

- první stupeň (bdělosti);
- druhý stupeň (ohrožení);
- třetí stupeň (nebezpečí). [9]

Povodně mohou způsobit značné škody na technickoprovozních úsecích vodárenských systémů. Tyto škody jsou pak častým důvodem ke středně či dlouhotrvajícímu vyřazení vodárenských zařízení z provozu, což má za následek ohrožení funkce soukromé i veřejné infrastruktury měst a obcí. Ke snížení tohoto rizika slouží celá řada preventivních, technických, finančních a provozních opatření. [19]

Zásadní vliv na snižování následků povodňových událostí má územní plánování. Jak jsem již psal v průběhu této kapitoly, vodo-technická zařízení jsou velice často situována do blízkosti vodních recipientů. Tím se jejich náchylnost na škodlivé působení povodní rapidně zvyšuje. Vhodným výběrem území a následným technickým opatřením můžeme škodlivé působení minimalizovat. [19]

3.4.1.2 Extrémní sucho

Sucho je opakujícím se jevem ve všech klimatických podmínkách a může ovlivnit jak rozvinuté, tak rozvíjející se populace. Přesto je obtížné jej definovat, protože se jedná o relativní pojetí. Například stav, který se může v tropickém deštném pralese chápat jako období sucha, nemůže být posuzován jako sucho v pouštních oblastech. Jedná se o velmi nebezpečnou přírodní mimořádnou událost, jelikož se jedná o nahodilý jev, který se velice obtížně předvídá. Nouzové události související se suchem mají tendenci lišit se od jiných mimořádných událostí v míře jejich intenzity, trvání a následků. Může při nich dojít k nedostatku vody, což je umělý stav, při němž dochází k nerovnováze mezi užíváním vodních zdrojů a jejich přirozenou obnovitelností. [21,22]

V plánu pro zvládnání sucha a nedostatku vody v ČR se suchem rozumí: „*Hydrologické sucho jako výkyv hydrologického cyklu, který vzniká zejména v důsledku deficitu srážek a projevuje se zmenšením průtoků ve vodních tocích a stavu podzemních vod*“. Dlouhotrvající či výraznější projevy hydrologického sucha mohou mít závažné dopady na funkci vodárenské infrastruktury, jelikož při něm může docházet k úbytku vody ve zdrojích vod a zhoršení její kvality. Jedním z faktorů pro vznik hydrologického sucha je i užívání vody. Hydrologické sucho je tedy přírodní úkaz, který ale může být ovlivněn lidskou činností. [21,22]

Vliv sucha na jakost vod

Během hydrologického sucha dochází ke zmenšení průtoků a snížení rychlosti proudění ve vodních tocích, což má za následek řadu změn v kvalitě povrchové vody. Menší průtoky vodních toků se projeví zejména na jejich schopnosti ředění vznášeného znečištění, dobou zdržení vody v korytě a změnou jejich teploty. Převážná část biochemických procesů (například odbourávání organických látek) probíhá rychleji, když voda dosáhne vyšších teplot. Problematická fáze nastává po skončení období sucha, kdy jsou látky uložené v půdě vyplavovány do vodních recipientů a tím dochází ke zvýšení koncentrace znečištění v povrchových i podzemních vodách. Při období sucha,

a následně po jeho skončení můžeme očekávat zhoršení kvality podzemních vod, což může způsobit překážku při úpravě podzemních zdrojů vod na vodu pitnou. Z toho důvodu je důležité začít uplatňovat dostatečně účinná opatření s cílem snižování plošného znečištění. [23]

Ochrana před dopady sucha

V roce 2017 byla usnesením vlády schválena „Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky“. Jedná se o strategický dokument, jehož hlavním cílem je vytvořit strategický rámec pro přijetí účinných právních předpisů a organizačních, technických a ekonomických opatření ke zmenšení vlivu sucha a nedostatku vody na život a zdraví občanů, hospodářství a životní prostředí.

Koncepce obsahuje tři strategické cíle, jimiž chce dosáhnout:

- větší informovanosti o rizicích sucha pomocí sledování a předvídání jeho výskytu a zajištění připravenosti na zvládnutí sucha;
- zajistit udržitelnou rovnováhu mezi spotřebou a přirozenou obnovou vody napříč sektory i v nestálých klimatických podmínkách;
- mírnit následky sucha na ekosystémy pomocí obnovy přirozeného vodního režimu.

Celkový popis současného stavu a návrh opatření pro zvládnutí těchto cílů je pak začleněný do pěti tematických rovnocenných pilířů, které obsahují klíčové body k ochraně před vlivy sucha a nedostatku vody.

První pilíř: vytvoření informační platformy o suchu a nedostatku vody

- Zabezpečuje jasné a zřetelné informace o aktuálním stavu sucha a vodních zdrojů společně s očekávaným vývojem potřebným k včasnému zahájení potřebných operativních opatření.

Druhý pilíř: posilování odolnosti a rozvoj vodních zdrojů

- Převážně ochranná opatření na vodárenské infrastruktuře, opatření pro ochranu množství a kvality vodních zdrojů a činnosti zacílené na nachystání a uskutečnění nových vodních zdrojů.

Třetí pilíř: zemědělství jako nástroj ochrany množství a jakosti vody a ochrany půdy

- Cílem toho pilíře je snížení vlivů sucha v zemědělství, zlepšování fyzikálních vlastností půdy a zpomalování odtoku vody z krajiny.

Čtvrtý pilíř: zvýšení retenční a akumulární schopnosti krajiny

- slouží k nápravě všech nepříznivých vlivů odvodnění krajiny a lidských zásahů do vodních toků. Cílem je zvýšit retenční schopnosti půdy v krajině a zvyšování odolnosti ekosystémů.

Pátý pilíř: podpora principů zodpovědného hospodaření s vodou napříč sektory

- poslední pilíř je zaměřen na snižování poptávek po vodě, možnosti opětovného využití a snižování rozsahu znečištění ve vodách vracejících se do přirozeného prostředí. [23]

3.4.1.3 Sesuvy půdy

Jedná se o rizikový geologický faktor způsobený pohybem hornin, suti či skalního masívu z vyšších poloh svahu do nižších. Sesuv vyvolává narušení stability svahu, ke kterému může dojít v důsledku přírodních vlivů či kvůli lidské činnosti. Mezi ostatní vlivy patří například vulkanismus, seismická aktivita, těžební práce, povodně, dešťové srážky či změny nebo odstranění porostu a vegetace. Jeden z hlavních faktorů přispívajících k nestabilitě svahů je nárůst obsahu vody v horninách, suti nebo půdě. Když se voda dostane na plochy tvořící předěl mezi jednotlivými vrstvami, může působit na celistvost svahu a usnadnit tak klouzání jednotlivých vrstev. Dále pak může vyplnit spáry a měnit pevnou vazbu mezi zrny, tvořící zeminu i skalní masiv. Celková pevnost hornin je narušována zvětráváním a mrznutím. V terénu se sesuv půdy projevuje například jako zvlnění povrchu, vyboulení svahu, zřícení skal, vyvrácení stromů apod. [24]

Vliv sesuvů na funkci vodárenské infrastruktury v ČR

Vzhledem k postupné změně klimatu ve střední Evropě a ke zvyšujícím se počtům dešťových srážek, stoupá i nebezpečí týkající se sesuvu půdy. Z hlediska vodárenských systémů jsou nejohroženějšími úseky vodárenských soustav přírodní řady, které zásobují pitnou vodou velký počet spotřebišť a průmyslových aglomerací. Rozsáhlé poškození přírodního řadu, ke kterému může dojít vlivem sesuvů, ohrožuje dodávku pitné vody do

řady spotřebišť. Působením sesuvů může také dojít k poškození či zničení podzemních objektů a systémů zajišťujících ovládnání vodárenského zařízení. V místech, kde se nachází technická infrastruktura, mohou sesuvy zapříčinit mimořádnou až krizovou situaci v dodávkách vody pro obyvatelstvo či kritickou infrastrukturu. [25]

Ochrana před následky sesuvů půdy

Před samotnou výstavbou přírodních řádů je důležité důkladné prozkoumání a znalost geologické skladby půdního prostředí v němž se bude přírodní řád budovat. V případě možnosti výskytu půdního sesuvu je důležité použít dostatečně účinné vodárenské armatury. Po následné výstavbě přírodních řádů dálkově monitorovat stabilitu půdy a při vzniku sesuvu dálkově ovládat uzavírací mechanismus armatur. [25]

3.4.2 Antropogenní mimořádné události

Jedná se o taková rizika, na nichž se vždy podílí člověk ať již přímo svým jednáním či nepřímo zprostředkovaně technologiemi, objekty apod. Narozdíl od přírodních rizik jsou antropogenní rizika téměř vždy dlouhotrvající a většinou obtížně předvídatelná. Antropogenní rizika můžeme klasifikovat podle řady kritérií.

- **Podle příčiny vzniku:**

- selhání lidského faktoru – zapříčiněné lidskou chybou či úmyslem;
- zapříčiněná lidským jednáním – prostřednictvím technologií, objektů apod.;

 - technologická – zapříčiněná chybou přístroje;
 - enviromentální – zapříčiněná chybnou manipulací s přístroji.

- **Podle úmyslu:**

- úmyslná – válka, teroristické akce, sabotáž, žhářství;
- neúmyslná – lidské selhání, selhání systému.

Antropogenní mimořádné události ohrožují vodárenské systémy řadou závažných rizik a mohou tak výrazně narušit jímání, úpravu a distribuci vod či ohrozit funkčnost celého systému. Takové mimořádné události mívají převážně závažnější dopady na vodárenské systémy než mimořádné události přírodního charakteru, protože převážnou část těchto rizik nelze prognózovat. Mezi obtížně předvídatelné a velice nebezpečné antropogenní mimořádné události můžeme zařadit teroristické akce, válečné konflikty a populační mimořádné události zapříčiněné průmyslovou, chemickou, jadernou nebo

dopravní havárií. Můžeme sem však zařadit celou řadu dalších vlivů zpravidla s častějším výskytem než u předchozích událostí. Události mohou taktéž závažně ovlivnit funkce celého systému. Můžeme sem zařadit například závady na jednotlivých provozních úsecích způsobené opotřebením materiálu, lidskou chybou, špatně provedenou opravou, manipulací apod. Přítomnost antropogenních rizik stoupá úměrně s celkovým rozvojem populace. [18,5]

3.4.2.1 Terorismus

Počátky terorismu se dají chápat jako obrana slabších, kteří nemohli vojenskou silou konkurovat utlačovatelům, kteří jim chtěli diktovat své politické myšlení, sociální zřízení či jejich styl hospodaření a obchodování. V dnešní době jsou však pomocí terorismu prosazovány zájmy a ideologie teroristických skupin. Ministerstvo vnitra udává nejčastější definici terorismu jako *„plánované, promyšlené a politicky motivované násilí, zaměřené proti nezúčastněným osobám, sloužící k dosažení vytyčených cílů.“* Kromě této definice můžeme nalézt mnoho dalších. Jednou z dalších definic, která se téměř okamžitě stala ukazatelem pro posuzování a hodnocení teroristických útoků, je *„Terorismus je propočítané použití násilí nebo hrozby násilím, obvykle zaměřené proti nezúčastněným osobám, s cílem vyvolat strach, jehož prostřednictvím jsou dosahovány politické, náboženské nebo ideologické cíle. Terorismus zahrnuje i kriminální zločiny, jež jsou ve své podstatě symbolické a jsou cestou k dosažení jiných cílů, než na které je kriminální čin zaměřen.“*. Tato definice vznikla v roce 1980 v USA důsledkem častých teroristických aktivit probíhajících v této zemi. Obvyklý terorismus, který známe je praktikován převážně za pomoci výbušných systémů. Dále se používají biologické a chemické zbraně, popřípadě sabotáž na strategicky významných objektech. Nejnovějším trendem teroristických skupin se stávají špinavé bomby, otravné látky a vysoce nakažlivé biologické materiály. [16,18]

Vliv terorismu na funkci vodárenské infrastruktury

Důležitost vody a vodní infrastruktury pro zdraví lidí a ekosystémů a pro hladké fungování kritické infrastruktury či obchodní a průmyslové ekonomiky činí z vody a vodních systémů cíle terorismu. Šance, že teroristé udeří na vodní systémy, je reálná; skutečně existuje dlouhá historie takových útoků. Vodní infrastruktura může být ohrožena přímo nebo může být voda kontaminována zavedením jedů či otravných látek. Poškození je způsobeno zraněním lidí, znečištěním vody nebo ničením vodních děl.

Analýza a historické důkazy naznačují, že je velmi obtížné dosáhnout masivních ztrát na životech z útoků na vodárenské systémy. Zároveň je však vysoké riziko narušení normálního chodu společnosti, zmatku, a dokonce přehnané reakce vlád a veřejnosti na jakýkoli takovýto útok. Vodní zdroje a systémy jsou atraktivními cíli, protože neexistuje žádná náhrada za vodu. Ať už je její nedostatek způsoben přirozeným nedostatkem, fyzickým přerušením dodávky nebo kontaminací, komunita jakékoli velikosti, která postrádá dostatek pitné vody, velmi trpí. Některá důležitá vodní zařízení, například přehrady, nádrže a potrubí, jsou snadno na různých místech přístupná veřejnosti. Velké přehrady jsou častá destinace turistů a mnoho nádrží je veřejnosti přístupných pro rekreační plavby a koupání. Potrubí jsou často vystavena na velké vzdálenosti. S těmito skutečnostmi klesá možná ochrana proti útokům. [26]

Typický scénář teroristického útoku na dodávky vody pro veřejnost zahrnuje uvedení chemického nebo biologického činidla do místních vodovodů nebo použití konvenčních výbušnin k poškození základní infrastruktury, jako jsou potrubí, hráze a čistírny. Počet obětí, které by při takovém útoku vznikly, závisí na systému úpravy vody, který již existuje, na typu a dávce použitého jedu, individuálním odporu, načasování útoku a rychlosti a rozsahu objevu a reakce místních orgánů. Nejtradičnější forma terorismu spojeného s vodou zahrnuje fyzické útoky na vodní infrastrukturu. Konkrétně vodní nádrže a potrubí. Jeden takový útok by se mohl zaměřit na velkou vodní elektrárnu na hlavní řece nebo na hlavní vodovodní systém pro město. Teroristé vybavení relativně malou konvenční výbušninou nemusí být schopni způsobit závažné strukturální poškození masivní přehrady. [26]

Rostoucí obavy vyvolává riziko chemických a biologických útoků na vodní systémy. Tento typ útoku je často zrealizován tak, že teroristé zavedou do veřejně přístupného vodovodu rozpustné biologické nebo chemické kontaminanty. V nejlepším případě je kontaminant detekován při vstupu do čistírny vody a zařízení je vypnuto, zatímco kontaminant je neutralizován. To však může mít za následek přerušení dodávek pitné vody. Aby byla chemická nebo biologická zbraň účinná jako nástroj vodního terorismu, musí být:

- vyrobena a šířena v množství dostatečném k dosažení zamýšleného účinku;
- vhodná pro šíření vodou: musí být životaschopná, rozpustná, stabilní a přenosná ve vodě;

- infekční, virulentní nebo toxická: musí být účinná při vyvolávání nemoci nebo smrti, aniž by byla rozšířena imunita v cílové populaci;
- účinná v průběhu času a ošetření: musí si udržovat svoji účinnost ve vodě dostatečně dlouho, aby se dostala k lidem a mohla je ovlivnit, a nesmí být negována standardními systémy úpravy vody, které budou pravděpodobně zavedeny.

K převážné většině těchto teroristických útoků došlo na území USA, kdy se jednalo například o kontaminaci vodního zdroje. Na území České republiky k žádnému takovému útoku zatím nedošlo. [26]

Ochrana před následky terorismu

Není možné lehce odhadnout reálné riziko terorismu spojeného s vodou. Skutečnost, že existuje mnoho příkladů z minulosti, kdy k takovým útokům na vodní systémy došlo, naznačuje, že riziko je skutečné. Náročnější je však vyhodnocení pravděpodobnosti budoucích útoků a jejich samotných následků. Při řešení ochrany vodárenských systémů před teroristickými útoky je nezbytné porozumět zranitelnostem a zavést opatření na snížení celkového rizika. Toho lze dosáhnout snížením pravděpodobnosti terorismu spojeného s vodou, následky útoku, pokud k němu dojde, nebo obojím. Snížení pravděpodobnosti vodního terorismu vyžaduje širokou škálu akcí, od snížení základní motivace teroristických útoků, až po omezení zranitelnosti vodních zdrojů a systémů prostřednictvím selektivního a zaměřeného úsilí o ochranu a detekci. Řešení důsledků útoků vyžaduje zavedení řady opatření vhodných pro různé druhy událostí:

- zařízení (čistírny, nádrže, přehrady, skladovací zařízení, čerpací stanice a kontrolní systémy) by měla být zaevidována a kontrolována. Měl by být kontrolován fyzický přístup k těm, kteří jsou pro operace nejkritičtější nebo nejvíce ohroženi útokem;
- na místech pro to vhodných by měly být nainstalovány bezpečnostní systémy, jako jsou sledovací kamery, detektory pohybu či osvětlení;
- chemikálie pro úpravu vody na místě by měly být uchovávány v bezpečných zařízeních a měly by být pravidelně kontrolovány.

Tento přístup však často není možný vzhledem k obrovské exponované délce potrubí nebo veřejnému využívání jezer, nádrží, řek a půdy. V důsledku toho je omezení fyzického přístupu důležitý, ale ne dostatečný. Účinná opatření v oblasti ochrany

vodárenských systémů se neobejdou bez spolupráce s celou řadou soukromých subjektů, jelikož je většina prvků kritické infrastruktury v soukromém vlastnictví. [26,27]

3.4.2.2 Havárie s únikem nebezpečné látky

Havárií se dle definice vodního zákona rozumí událost, jejímž vlivem může dojít k závažnému zhoršení či ohrožení kvality povrchových a podzemních vod. Mezi takové události zpravidla řadíme úniky závadných látek (ropné látky, nebezpečné látky, radioaktivní látky) způsobující znečištění vodních toků, stojatých vod, kanalizace či podzemních vod, nebo mohou být jejich vlivem tyto recipienty ohroženy. Častým důvodem vzniku znečištění jsou dopravní nehody, úniky závadných látek do vodních toků ve vodní přepravě, průsaky ze skladovacích nádrží či úniky závadných látek z nelegálních skládek. Mezi ostatní eventuality vzniku řadíme průmyslové havárie či neopatrnou manipulaci se závadnými látkami. [28]

Riziko dopravní nehody s únikem nebezpečných látek v blízkosti vodních zdrojů je vzhledem k řadě opatření relativně malé. Více pravděpodobná je možnost, že se taková nehoda stane v blízkosti vodního toku, který zásobuje zdroje pitné vody. U takovýchto událostí musí uniknout velké množství látky, aby došlo k překročení povolených limitů. Při takové situaci je velice důležitý včasný zásah složek IZS, které začnou s likvidačními a sanačními pracemi. Musí zamezit dalšímu šíření látky do vody, přehradit řeku nornou stěnou a začít s čištěním postiženého území. K únikům závadných látek do podzemních vod dochází převážně pozvolna pomalým šířením malých průsaků skrz půdu ze skladovacích prostor apod. Zasaženou půdu je potřeba dekontaminovat či odtěžit a začít se samotným čištěním vod, podle druhu uniklé látky. [28]

Ochrana před havárií s únikem nebezpečné látky

Díky paragrafu 30 (ochranná pásma vodních zdrojů) v zákonu o vodách je velice nepravděpodobné, že by k takové havárii mohlo dojít v blízkosti vodních zdrojů. V ochranných pásmech platí zpřísněné podmínky, například zákaz vjezdu a vstupu nepovolaným osobám nebo se omezují další činnosti, které by mohly ohrozit jakost či zdravotní nezávadnost vod. Dále vodní zákon upravuje povinnosti osob zacházejících se závadnými látkami s cílem zmenšit rizika ohrožení těmito látkami a zabránit vzniku havárií. Tyto osoby jsou povinné zejména umístit zařízení se závadnými látkami tak, aby se zabránilo nežádoucím únikům. Mezi další opatření patří pravidelná kontrola skladů a skládek, kontrola systému pro zamezení úniků, odborné zkoušky těsnosti potrubí či

nádrží a dodržování ostatních principů zamezujících úniku závadných látek. Další prevencí je zpracování havarijního plánu, tedy dokumentu, ve kterém najdeme postupy ke zmírnění nebo odstranění dopadů mimořádné události či havárie. [9,28]

3.4.2.3 Poruchy vodovodních sítí

Pod pojmem porucha rozumíme takový stav, při němž objekt (prvek systému či zařízení) dočasně nebo trvale ztratí svoji schopnost plnit požadovanou funkci. Při provozu vodovodní sítě se může objevit celá řada různých poruch často odlišných příčin. Ty lze dle základního rozdělení rozlišit na statické, dynamické a provozní.

- Statické – druh použitého materiálu, kvalita instalace, typy spojů, hloubka uložení apod;
- dynamické – klimatické podmínky, zatíženost v důsledku přetížení půdy, ostatní vlivy;
- provozní – zatížení v důsledku provozního tlaku, předchozí poškození, poškození materiálu způsobené převážně vnějším a vnitřním chemickým a biochemickým prostředím.

Klasifikace poruch

Rozlišujeme tři hlavní skupiny, které jsou dále děleny na jednotlivé typy.

- Porucha na vodovodním řadu
 - potrubí – díra, trhлина, příčný lom, poškození cizím zaviněním;
 - armatury – porucha s následným únikem vody, koroze, nefunkčnost.
- Porucha vodovodní přípojky
 - porucha na vlastní přípojce či na jejím uzávěru.
- Ostatní poruchy
 - ovládací mechanismy;
 - poklopy;
 - šachty.

Podle závažnosti dopadů dělíme poruchy na běžnou poruchu nebo na havárii. Při havárii dochází k náhlému a úplnému poškození stěn, spoje, nebo armatury vodovodního potrubí, což je spojeno s význačným únikem vody. Zde je velice důležitý okamžitý zásah provozovatele sítě a odstavení poškozené části. [29]

Poruchovost

Pojem poruchovost popisuje vzájemný vztah mezi počtem poruch za dané období a délkou posuzovaného vodovodního řadu. Jedná se v podstatě o vyjádření počtu poruch na km za určitý časový úsek. Zpravidla se uvádí jako počet poruch na km za rok. Doc. Tuhovčák ve své publikaci uvádí, že přijatelné hodnoty poruchovosti jsou do 0,2 pp/km/rok a hodnoty nad 0,8 pp/km/rok jsou chápány jako kritické.

Mezi faktory ovlivňující poruchovost řadíme přirozené stárnutí, nedostatečnou údržbu, použitý materiál či interakce půdy a potrubí. Veliký význam z hlediska poruchovosti má hydrodynamický tlak, a to hlavně pokud přesahuje maximální limitní hodnoty podle vyhlášky č. 428/2001 SB. k provedení zákona o vodovodech a kanalizacích. Poruchovost můžeme minimalizovat jen při kvalitní preventivní údržbě a včasné opravě a výměně starých opotřebovaných a poruchových úseků. [30]

Opravy poruch na vodovodních sítích

Každý provozovatel vodovodu pro veřejnou potřebu musí být připraven na možnost vzniku poruchy či havárie, aby byl za jakýchkoli podmínek schopen provést likvidaci jejich následků, případnou opravu a návrat do normálního provozu. Pro řešení poruch je potřeba mít zajištěný nepřetržitý provoz kontaktního místa, kam je možné objevenou poruchu kdykoli ohlásit. Při zjištění poruchy potřebuje pracovní skupinu s pohotovostním vozidlem pro prvotní práce, dále pracovní skupinu řízenou technikem a vybavenou pro opravu poškozeného úseku. Pokud poškození ovlivní odběr pitné vody, je nutné mít k dispozici prostředky pro nouzové zásobování vodou. [31]

Havárie bývají zpravidla hlášeny telefonicky veřejností, popřípadě stavebními dělníky, policií či samotnými pracovníky provozovatele vodovodu na vodárenský dispečink s nepřetržitou službou. Tato hlášení pak pracovník dispečinku eviduje do počítačové databáze a pověří technika na pohotovosti o posouzení rozsahu poruchy a popřípadě o počet obyvatel, kteří budou zasaženi omezením dodávky vody.

Při opravě havárie či poruchy na vodovodní síti je postup následující:

- označit a zajistit místo poruchy;
- uzavřít vodovodní řad;
- oznámit dispečinku odstavení vody a další manipulaci;
- oznámit odstávku vody zasaženému obyvatelstvu;

- zajistit náhradní zásobování pitnou vodou;
- zjistit polohu ostatních podzemních sítí;
- začít s výkopem a zajištěním přístupové cesty k poškozenému potrubí;
- opravit poruchy;
- následně propláchnout a napustit potrubí vodou;
- zkušební provoz opraveného úseku před zasypání výkopu;
- oznámit dispečinku konec práce a obnovení dodávky vody. [31]

3.5 Krizová připravenost ve vodním hospodářství

Krizové plánování je součástí preventivního opatření v rámci řešení mimořádných událostí a krizových situací sloužící k minimalizaci negativních následků, a především k rychlému zvládnutí nastalé situace. Státní orgány a územní samosprávné celky jako část preventivního opatření zpracovávají krizové plány. Fyzické a právnické osoby na výzvu orgánu krizového řízení zpracovávají plány krizové připravenosti. U kritické infrastruktury je krizové plánování nezbytné. Zvláště nezbytné je pro vodní hospodářství, vzhledem k jeho provázanosti na každodenní život a fungování veřejné infrastruktury.

Jak jsem již uvedl v předchozí kapitole, při výrobě a distribuci pitné vody může dojít k řadě mimořádných událostí, které nelze zcela eliminovat. Proto je potřeba se na tyto situace připravit a dokázat snížit jejich škodlivé působení na přijatelnou úroveň. Adekvátní reakce státu a zainteresovaných subjektů na vzniklou událost je hlavním klíčem k jejímu zvládnutí. [3,5]

3.5.1 Krizový plán

Krizový plán je soubor plánovacích dokumentů obsahující analýzu možných hrozeb a souhrn krizových opatření a postupů pro řešení krizové situace. Tento plán zpracovávají pověřené úřady, např. obce, kraje či stát jako část preventivního opatření pro možnost vzniku krizové situace. Krizové plány tvoří tři části a sice základní část, která obsahuje přehled možných zdrojů rizik a analýzy ohrožení, celkový přehled právnických a fyzických osob zajišťujících plnění všech opatření uložených krizovým plánem. Operativní část krizového plánu obsahuje přehled, ve kterém jsou popsány krizové opatření a způsob jejich zajištění, dále obsahuje plány nezbytných dodávek a spojení na ostatní subjekty podílející se na připravenosti a řešení krizových situací. Poslední pomocnou část krizového plánu tvoří právní předpisy, zásady manipulace s krizovým

plánem, geografické podklady a další dokumenty související s řešením krizové situace. Jako součást krizového plánu má zpracovatel povinnost zhotovit plán akceschopnosti. Ten musí obsahovat metody zajištění připravenosti na krizové stavy a postupy při ochraně před dopady krizové situace. [3,32]

3.5.2 Plán krizové připravenosti

Právnícké a fyzické osoby mají ze zákona 240/2000 Sb., o krizovém řízení povinnost zpracovat na výzvu příslušného orgánu krizového řízení plány krizové připravenosti. Určité organizace či subjekty mohou být zahrnuty do krizového plánu na určitém stupni spolupráce, např. zajištění nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou. V takovém případě má daná organizace povinnost se podílet na přípravě na krizovou situaci. Samotný plán pak slouží pro účely organizace zahrnuté do krizového plánu. V plánu krizové připravenosti je popsán provoz organizace za krizové situace a metody zajištění a provedení úkolů daných krizovým plánem. [3,16,34]

3.6 Narušení dodávek vody

K narušení dodávek vody zpravidla dochází díky vzniku MU, bez takového vnějšího vlivu je téměř vyloučeno, aby došlo k narušení běžného zásobování. Při běžném provozu, kdy není dodávka PV pro obyvatelstvo nijak ovlivněna, je pro člověka jednoduché obstarat si PV z vodních zdrojů veřejných vodovodů. Avšak na vodárenských systémech může dojít k různým MU a KSI, které mohou dodávky vody obyvatelstvu ohrozit. Řadu z nich jsme si popsali v teoretické části této práce. Můžeme je rozdělit na přírodní (extrémní sucho, povodně, sesuvy půdy apod.) a antropogenní (terorismus, nehoda s únikem NL, různé poruchy vodovodních sítí apod.). Během takových situací dochází často k případům, kdy je běžný systém dodávek PV z části nebo plně nefunkční. Přesto je stále nutné zásobovat obyvatelstvo vodou potřebné kvality a určeného množství. Dodávky vody za MU a KSI zajišťuje systém náhradního zásobování či navazující systém nouzového zásobování (dále jen NZV). [33]

V rámci EU není otázka zásobování obyvatel pitnou vodou za krizových situací řešena komunitárním právem, ale je v kompetenci každého členského státu. V České republice je od roku 2001 na základě usnesení Bezpečnostní rady státu a dle zákona č. 2/1969 Sb. Ministerstvo zemědělství zodpovědné za zpracování „Koncepte zabezpečení

obyvatelstva pitnou vodou za krizových situací“. Bezpečnostní rada tuto koncepci následně projednává a přijímá k nim příslušná opatření. Pro orgány krizového plánování zpracovává MZ „Metodický pokyn k zajištění jednotného postupu orgánů krajů, hlavního města Prahy, orgánů obcí a městských částí v hlavním městě Praze k zajištění nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou při mimořádných událostech a za krizových stavů Službou nouzového zásobování vodou“ na jehož základě je zabezpečováno NVZ. Jedná se o klíčový dokument, který využívají jednotlivé kraje, obce a okresy při řešení MU. [33]

3.6.1 Možnosti dodávek pitné vody za narušení běžného provozu

Jestliže je během MU či KSI nutné zabezpečit operativní zásobování PV, je žádoucí se na tuto možnost připravit určitým preventivním opatřením. Pokud je postižené území zásobeno z několika zdrojů, je nejlepší možností poškozený zdroj odstavit a využívat na zásobování zbylé zdroje. V případě, že to daná situace umožňuje a všechny podmínky jsou předem náležitě technicky a právně upraveny, lze využít propojení systému k sousednímu zdroji vody. Není-li možné tyto alternativy zrealizovat, je potřeba vybudovat nové nebo využít záložní zdroje vody. Při této variantě je nutné připravit technické prostředky pro náhradní čerpání PV, její následnou úpravu a distribuci. Dále je potřeba zajistit soupravy pro rozbor distribuované vody, zaškolit pracovníky a provádět pravidelné kontroly stavu nového zdroje. [35]

Při narušení dodávek vody může být rozhodnuto o využití nového či zcela neznámého zdroje vody. Přičemž se preferuje využití podzemních zdrojů vody před povrchovými z hlediska menší míry zranitelnosti. Pokud se k takovému opatření přistoupí, je nezbytné provést vstupní kontrolu kvality vody minimálně v rozsahu kráceného rozboru PV, který je definován vyhláškou č. 252/2004 Sb. K využití takového zdroje může dojít jen se souhlasem krajské hygienické stanice (dále jen KHS). Před distribucí musí voda z nového zdroje projít náležitou kontrolou a případnou úpravou. Avšak při NZV mohou být požadavky na jakost vody odlišné od standardu při běžném provozu. K tomu dochází jen se souhlasem příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví (KHS), který určí, zda se zdroj vody může či nemůže použít. Podle závažnosti nastalé MU či KSI se určí, zda dojde k náhradnímu zásobování nebo k NZV. [35]

3.6.2 Náhradní zásobování

Náhradní zásobování pitnou vodou je činnost, jejímž účelem je zajistit zásobování pitnou vodou v potřebném množství a kvalitě pro potřeby uživatelů při přerušení dodávky pitné vody z veřejného vodovodu kvůli vzniklé poruše, havárii nebo opravám. Náhradní zásobování vodou zajišťuje převážně za pomoci cisteren dotčená vodárenská společnost, kdy se přerušení dodávek vody očekává v rámci hodin či několika dní. Na náhradní zásobování pitnou vodou navazuje nouzové zásobování, což je způsob, kterým se zajišťuje zásobování pitnou vodou v nezbytném množství a potřebné kvalitě v případech, kdy je stávající systém zásobování zcela nebo částečně nefunkční. To je pak omezeno jen na nezbytně dlouhou dobu. [33]

3.6.3 Nouzové zásobování

Dojde-li k vyřazení vodního zdroje, překročení určených hodnot na kvality upravené vody, k havárii nebo poruše na přírodních řadech pro spotřebiště či na distribuční síti, musí být často vyřazen celý systém veřejného vodovodu. Přitom dochází k přerušení dodávek pitné vody všem uživatelům a dochází k náhradnímu zásobování a k NZV. NZV lze tedy chápat jako způsob řešení zásobování PV, jež má za úkol zajistit PV v požadovaném množství a kvalitě v situacích, kdy je běžný systém dodávek PV z části nebo plně nefunkční. Jeho řešení při krizových situacích je součástí krizového plánu. Je však potřeba chápat, že náhradní a NZV velice ztěžuje životní podmínky obyvatel a ve skutečnosti vůbec neřeší dodávky vody pro zabezpečení provozu technických a technologických úseků různých subjektů, které jsou svou existencí zcela závislé na přívodu vody. [3,5,33]

NZV se vyhláší v případě MU či KSI, když negativně působí na zásobování PV obyvatelstva a tuto situaci nelze řešit náhradním zásobováním. NZV se prostřednictvím Služby aktivuje nejpozději do 5 hodin od vyhlášení ukončení dodávek PV v daném území. Výkonným subjektem jsou provozovatelé vodovodů, právnické a fyzické osoby, které poskytují služby či věcné prostředky pro zajištění NZV.

V případě vzniklé MU postup při řešení NZV koordinují a organizují tyto subjekty:

- hejtman kraje (v případě hlavního města primátor) při řízení zásahu složek IZS na strategické úrovni;
- HZS kraje při řízení zásahu složek IZS na taktické a operační úrovni.

Účastníci NZV zabezpečujú rozdelení daného množství PV v potřebné kvalitě v tomto rozsahu. První a druhý den se dodá obyvatelstvu 5 litrů na osobu na den a od třetího dne se vydá 10 až 15 litrů na osobu na den. Přednostně jsou vodou zásobovány složky podílející se na plnění krizových opatření (složky IZS, ozbrojená síly, bezpečnostní sbory apod.) a také dětské, zdravotnické a sociální zařízení. [33]

4 Metodika

4.1 SWOT analýza

Jedná se analytickou metodu, která se používá k vyhodnocení silných a slabých stránek příležitostí a hrozeb. Hraje velice důležitou roli ve všech oblastech vyžadujících strategické plánování. Často je využívána pro svou univerzálnost. Její název je odvozen od počátečních písmen všech zkoumaných faktorů: Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti), Threats (hrozby). Je také součástí řízení rizik, neboť identifikuje hlavní možnosti ohrožení dané organizace, pomáhá si tato ohrožení uvědomit a eventuálně stanovit různá opatření k eliminaci rizik. Při identifikaci vnějších faktorů je klíčové si určit, co přesně se za ně považuje z hlediska analyzovaného problému. Může se jednat o okolí celé organizace nebo dané organizační jednotky. [36,37]

SWOT analýza poukazuje na problematiku určité organizace, systému, zařízení nebo objektu. Snaží se identifikovat hlavní slabé a silné stránky uvnitř organizace a tím zjistit v čem je organizace dobrá a v čem nikoli. Provedením vnější analýzy se identifikují kritické hrozby a příležitosti v externím prostředí. Zatímco vnější analýza se zaměřuje na hrozby a příležitosti, kterým čelí organizace, vnitřní analýza pomáhá organizaci identifikovat její silné a slabé stránky. To také pomáhá organizaci pochopit, které z jejich zdrojů a schopností budou výhodou, a u kterých je méně pravděpodobné, že budou zdrojem takových výhod. Vzhledem k tomu je možné vyhodnotit jejich fungování a nalézt problémy či možnosti k růstu. Cílem SWOT analýzy je tedy zjištění a následné zmírnění či eliminace slabých stránek, podpora silných stránek a objevování nových příležitostí a hrozeb. [36,37]

Při zpracování SWOT analýzy je potřeba dodržovat základní pravidla. Díky tomu dostaneme relevantní výsledek či data, na jejichž základě můžeme pracovat. Nesprávným postupem dostaneme jen nic neříkající tabulku, která nám nepomůže s řešením podstatných záležitostí. Základem pro analýzu je matice se 4 kvadranty, které jsou rozděleny na dvě části: vnější a vnitřní. Hlavní rysy pro správné vyplnění tabulky jsou následující:

- zaměřit se pouze na klíčové faktory;
- do analýzy zahrnout jen relevantní data a fakta;

- rozepsání daných faktorů do čtyř kvadrantů;
- vyhodnocení faktorů mezi kvadranty. [36]

4.1.1 Hodnocení SWOT analýzy

Pro lepší identifikaci problematických míst v daném systému byly jednotlivé položky oklasifikovány podle důležitosti následujícím způsobem:

- U silných stránek a příležitostí byla použita kladná stupnice od 1 do 5 s tím, že položky oklasifikované číslicí „5“ značí nejvyšší spokojenost;
- U slabých stránek a hrozeb byla použita záporná stupnice od -1 do -5 s tím, že položky oklasifikované číslicí „-5“ značí nejnižší spokojenost.

Dále byla tabulka doplněna o sloupec „váha“. Tímto sloupcem byla vyjádřena důležitost jednotlivých položek v dané kategorii a naopak.

- Součet vah v dané kategorii musí být roven „1“;
- Čím vyšší číslo, tím větší důležitost určité položky v dané kategorii.

Pro zjištění váženého stupně vlivu jsme mezi sebou vynásobili sloupce „vliv“ a „váha“. Poté jsme sečetli vážené stupně vlivu jednotlivých položek v každém kvadrantu, čímž jsme dostali bodové ohodnocení silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Následně zvlášť sečteme bodové ohodnocení interních a externích kvadrantů. Výsledná čísla od sebe odečteme a tím získáme konečnou bilanci.

4.2 Analýza a matice rizik

Analýza rizik je klíčová aktivita v procesu řešení bezpečnosti. Analýza by měla přinést odpověď na otázky, jakým extrémním hrozbám je firma vystavena, jak jsou její jednotlivá aktiva vůči těmto hrozbám zranitelná, jaká je pravděpodobnost incidentu a jak velký dopad by mohl na firmu mít. Cílem je popis rizik a přispění k jejich snížení na přijatelnou mez. V analýze rizik se můžeme setkat s těmito pojmy: [38]

- **Aktivum:** vše co má pro firmu určitou hodnotu a mělo by být nějak chráněno;
 - při hodnocení jednotlivých aktiv byla použita škála od 1 do 5, přičemž nejdůležitější aktiva jsou označena číslem „5“.

Tabulka č.1 - identifikace aktiv (zdroj vlastní)

typ aktiva	identifikovaná aktiva	hodnota aktiva
zdroje surové vody	povrchové vody	5
	podzemní vody	5
úpravna vod	úpravny PV	4
distribuce vod	akumulační nádrže, vodojemy	3
	vodovodní řady	4
	vodovodní přípojky	2

Tabulka č.1 ukazuje identifikaci a ohodnocení aktiv. Jako aktiva jsem vybral jednotlivé prvky vodovodních systémů, mezi které patří tři hlavní prvky a to zdroje surové vody, úpravny vod a distribuční síť. Jednotlivá aktiva jsem pak ohodnotil podle důležitosti a zjištěných skutečností z teoretické části této práce na škále od 1 do 5 s tím, že jako nejdůležitější část vodárenských systémů jsem označil zdroje surových vod.

- **hrozba:** jakákoliv událost, která vede k narušení dostupnosti či celistvosti aktiva;
 - při hodnocení jednotlivých hrozeb byla použita škála od 1 do 5, přičemž nejpravděpodobnější hrozba byla ohodnocena číslicí „5“.

Tabulka č.2 - identifikace hrozeb (zdroj vlastní)

identifikovaná hrozba	pravděpodobnost hrozby	příklad související zranitelnosti	následky
povodně	5	situování staveb do blízkostí vodních recipientů apod.	kontaminace vodních zdrojů
extrémní sucho	5	klimatické podmínky, UV záření, sluneční světlo	nedostatek vody
sesuvy půdy	4	nedostačující monitoring, špatně zvolený materiál	ohrožení vodovodních řadů
dopravní nehoda	3	lidský faktor	mechanické poškození, kontaminace vody
teroristický útok	2	záměrný čin s cílem poškodit objekt	kontaminace vody, úmyslné poškození zařízení
hospodářská činnost	4	nedodržování skladovacích podmínek, havárie	ohrožení zdrojů vody
havárie s únikem NL	2	lidský faktor	kontaminace vody
poruchy, opotřebování	5	stáří materiálu, lidský faktor, špatně zvolený materiál	odstavení poškozené části
výpadek el. proudu	3	nedodržování bezpečnostních pokynů	ohrožení výtlačných řadů a úpraven vody

Dále byly v tabulce č. 2 identifikovány hrozby a zranitelnosti. Pro aktiva z první tabulky je možné určit více hrozeb a souvisejících zranitelností. Jsou zde uvedeny nejzávažnější hrozby ohrožující prvky vodovodních systémů na našem území a pravděpodobnost jejich vzniku. Patří mezi ně povodně, extrémní sucho, sesuvy půdy, dopravní nehoda, teroristický útok, hospodářská činnost, havárie s únikem NL, poruchy na vodovodní síti a výpadek el. proudu. Jednotlivé hrozby byly ohodnoceny podle možnosti vzniku a zjištěných skutečností z teoretické části této práce na škále od 1 do 5 s tím, že nejpravděpodobnější hrozby jsou ohodnoceny číslem „5“.

Pro lepší přehled byl přidán sloupec s možnými následky u jednotlivých hrozeb.

- **zranitelnost:** vlastnost aktiva, která může být zneužita hrozbou;
 - při hodnocení zranitelnosti aktiva danou hrozbou byla použita škála od 1 do 5, přičemž největší zranitelnost byla ohodnocena číslicí „5“.

Tabulka č. 3 - matice zranitelností (zdroj vlastní)

	popis aktiv	povrchové vody	podzemní vody	úpravny PV	akumulační nádrže, vodojemy	vodovodní řady	vodovodní přípojky
	hodnota aktiv (A)	5	5	4	3	4	2
popis hrozeb	pravděpodobnost hrozby (T)						
povodně	5	5	3	3	2	2	1
extrémní sucho	5	5	4	2	3	0	0
sesuvy půdy	4	2	1	2	2	3	1
dopravní nehoda	3	1	1	1	2	3	2
teroristický útok	2	3	4	4	5	4	1
hospodářská činnost	4	4	3	2	0	0	0
havárie s únikem NL	2	3	2	2	1	1	0
poruchy, opotřebování	5	0	0	2	3	5	5
výpadek el. proudu	3	0	0	4	3	4	0

Do tabulky č. 3 byla vyplněna identifikovaná aktiva společně s jejich hodnotou a identifikované hrozby s jejich pravděpodobnostmi. Byly porovnány zranitelnosti jednotlivých aktiv s jednotlivými hrozbami a doplněna matice zranitelnosti.

- **riziko:** očekávaná hodnota škody;
 - Pomocí vzorce $R = T * A * V$, kde je R míra rizika, T je pravděpodobnost vzniku hrozby, A je hodnota aktiv a V je zranitelnost daného aktiva, byla vypočítána míra rizika

Pro výslednou matici rizik, která je prezentována v tabulce č. 4, byla stanovena následující kritéria:

Kritéria rizik incidentu:

- 0-39 přijatelná rizika;
- 40-79 střední rizika;
- 80+ vysoká rizika.

Tabulka č. 4 - matice rizik (zdroj vlastní)

	popis aktiv	povrchové vody	podzemní vody	úpravny PV	akumulační nádrže, vodojemy	vodovodní řady	vodovodní přípojky
	hodnota aktiv (A)	5	5	4	3	4	2
popis hrozeb	pravděpodobnost hrozby (T)						
povodně	5	125	75	60	30	40	10
extrémní sucho	5	125	100	40	45	0	0
sesuvy půdy	4	40	20	32	24	48	8
dopravní nehoda	3	15	15	12	18	36	6
teroristický útok	2	30	40	32	30	32	12
hospodářská činnost	4	80	60	32	0	0	0
havárie s únikem NL	2	30	20	16	6	8	0
poruchy, opotřebování	5	0	0	40	45	100	50
výpadek el. proudu	3	0	0	48	27	48	0

Výsledná analýza rizik vyhodnocuje pravděpodobnost incidentu a jeho dopad. U této metody jsou využívány pouze dva parametry, a to pravděpodobnost incidentu a dopad incidentu, pomocí těchto dvou parametrů je posléze vypočítána míra rizika vzorcem $R = PI * D$, kde R je míra rizika, PI je pravděpodobnost incidentu a D je dopad. Pravděpodobnost byla odhadnuta tak, že daná hrozba využije zranitelnosti a ohrozí tím dané aktivum ($PI = T * V$). Dopad byl zvolen dle míry možnosti vyřazení aktiva danou hrozbou.

Kritéria pravděpodobnosti incidentu:

- 1-4 nepravděpodobné;
 - Existuje jen téměř teoretická možnost;
- 5-14 málo pravděpodobné;
 - Ojedinelé výskyty;
- 14+ pravděpodobné;
 - Možný výskyt.

Kritéria dopadu incidentu:

- 1-2 nízké;
 - malý lokální dopad na životy a zdraví osob, majetek, životní prostředí;
- 3-4 významné;
 - větší dopad na životy a zdraví osob, majetek, životní prostředí;
- 5 velmi významné;
 - rozsáhlé dopady na životy a zdraví osob, majetek, životní prostředí regionálního charakteru.

Kritéria rizik incidentu:

- **0-39 přijatelná rizika;**
- **40-79 střední rizika;**
- **80+ vysoká rizika.**

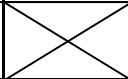
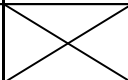
Pro každé aktivum jsem vypracoval samostatnou výslednou analýzu rizik vyhodnocující pravděpodobnost hrozby ohrozit dané aktivum a míry jejího dopadu. Jednotlivé tabulky jsem popsal dále v této práci, viz kapitola výsledky.

5 Výsledky

5.1 SWOT analýza

V této kapitole jsou pomocí SWOT analýzy identifikována silná i slabá místa, příležitosti a ohrožení současných provozních vodárenských systémů pro veřejnou potřebu a vnitřních vodovodů jednotlivých typů veřejné a soukromé infrastruktury z hlediska zajišťování NZV. V analýze prezentují poznatky zjištěné v teoretické části této práce. Jedná se o SWOT analýzu vypracovanou v obecné rovině pro všechny vodárenské systémy na území ČR.

Tabulka č. 5 - SWOT analýza silných stránek a příležitostí (zdroj vlastní)

SWOT analýza			
silné stránky	Váha	Vliv	vážený stupeň vlivu
Možnosti NZV při narušení dodávek PV.	0.2	4	0.8
Koordinace mezi subjekty při zajišťování NZV.	0.3	5	1.5
Služba NZV.	0.2	3	0.6
Stupeň připojení obyvatelstva na veřejný vodovod.	0.05	4	0.2
Řídící a monitorovací systémy distribuce vody a její kvality.	0.15	2	0.3
Vodárenský dispečink s nepřetržitou službou.	0.1	3	0.3
součet	1		3,7
příležitosti	Váha	Vliv	vážený stupeň vlivu
Finanční podpora pomocí dotací z fondů.	0.1	2	0.2
Nové technologie.	0.1	2	0.2
Právní předpisy.	0.35	5	1.75
Zapojení zainteresovaných subjektů.	0.2	4	0.8
Cvičení v rámci připravenosti subjektů na NZV.	0.25	3	0.75
součet	1		3,7

Tabulka č. 6 – SWOT analýza slabých stránek a hrozeb (zdroj vlastní)

SWOT analýza			
slabé stránky	Váha	Vliv	vážený stupeň vlivu
Narůstající ekologické požadavky související s náročnými investicemi.	0.2	-3	-0.6
Celkové stáří vodovodní sítě.	0.2	-4	-0.8
Nekvalitně zpracovaná analýza rizik.	0.15	-3	-0.45
Nedostatečné materiální zabezpečení	0.1	-2	-0.2
Nedostatečně vypracovaná povinná dokumentace.	0.3	-4	-1.2
Žádné zkušenosti s NZV velkého množství obyvatelstva a KI	0.05	-1	-0.05
součet	1		-3.3
hrozby	Váha	Vliv	vážený stupeň vlivu
Antropogenní rizika,	0.4	-4	-1.6
Přírodní rizika.	0.4	-4	-1.6
Klimatické podmínky.	0.2	-2	-0.4
součet	1		-3.6

5.1.1 Vyhodnocení SWOT analýzy

Z výše uvedených tabulek č. 5 a 6 vyplývá konečná bilance vodárenského systému z hlediska nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Výsledek 0.5 nám ukazuje, že i přes zvýšenou pozornost, která je v poslední době věnována výrobě a distribuci PV a celkovému zlepšení v rámci provozování vodárenských systémů. Je stále možné identifikovat řadu vnitřních a vnějších faktorů, které systém NZV ohrožují.

V dnešní době lze považovat vzájemnou spolupráci mezi jednotlivými subjekty při zajišťování NZV za silnou stránku. Jednotliví aktéři dodávek PV se problematikou NZV

intenzivně zabývají a pokládají ji za jednu ze zásadních výzev do budoucna. Vzhledem k povaze přerušení dodávek pitné vody mohou aktéři NZV využít vícero možností nouzového zásobování, např.: z nepoškozené vodovodní sítě, využít jiný vodní zdroj, z cisteren (u cisteren je potřeba zohlednit mnoho faktorů, např. délka provozu, klimatické podmínky či doba, kterou stráví voda v cisterně), pomocí balené vody či mobilních úprav vod apod. Jednou nebo kombinací těchto možností poté mohou zásobovat PV zasažené obyvatelstvo a kritickou infrastrukturu.

Mezi opatření napomáhající k zvládnutí mimořádných událostí a krizových situací řadíme kvalitně vypracované povinné a plánovací dokumentace a jejich následnou řádnou aplikaci do provozu vodovodní sítě. Jejich vypracování se ovšem jeví jako problematické. Přestože mohou tyto dokumenty pomoci v řešení případných MU či KSI, existuje stále mnoho provozovatelů vodárenských systémů, kteří zpracovávají povinnou dokumentaci „jen aby splnili legislativní požadavky“, tedy bez jejich řádné aplikace do provozu. Od roku 2018 je na našem území legislativní povinnost pro provozovatele vodárenských systémů posoudit rizika při výrobě a distribuci vody. Nevýhodou analýz rizik pro provozovatele je hlavně větší administrativní zátěž a náklady na jejich vypracování. Lze předpokládat, že více než ze skutečného odhalení a odstranění rizik budou vypracovány spíše jen za účelem splnění nařízení.

V současné době je kladen velmi silný důraz na ochranu životního prostředí. Dramaticky se stupňující požadavky na řešení ekologických nároků však neberou zřetel na neustále se zvyšující nákladovost jejich realizace. To v konečném důsledku může znamenat nemožnost jejich zavedení v praxi. Jako slabá stránka se ukázalo nedostačující materiální zabezpečení pro NZV. Přestože provozovatelé mají na zvládnutí MU či KSI vlastní disponibilní prostředky a v péči vhodných ochraňovatelů jsou další pohotovostní zásoby, o které mohou provozovatelé požádat, je jich v případě potřeby zásobování velkého počtu obyvatelstva značný nedostatek.

Provozovatelé si také často nepřipouštějí možnost, že by mohlo k dojit k přerušení dodávek PV jinou příčinou než neúmyslným mechanickým poškozením či opotřebením materiálu. Vzhledem k tomu, že řada vodovodního potrubí na území České republiky dosahuje stáří 60-70 let, je jeho náchylnost k poruchám pochopitelná. Avšak vodovodní systém ohrožuje velká škála různých mimořádných událostí, které budou identifikovány pomocí analýzy rizik v následující kapitole.

5.2 analýza rizik

Celkový vodárenský systém byl rozdělen do tří prvků „zdroje vody, úprava vod a distribuční síť“, kde byla identifikována aktiva. K nim byly poté přiřazeny nejčastější MU prezentované v teoretické části této práce a následně provedeny výpočty, podle kterých byly zjištěny pravděpodobnosti mimořádných událostí ohrožit jednotlivá aktiva.

5.2.1 Vyhodnocení analýzy rizik

5.2.1.1 Analýza rizik povrchových vod

Tabulka č. 7 - analýza rizik povrchových zdrojů vod (zdroj vlastní)

aktivum	hodnota	hrozba (T)	zranitelnost (V)	pravděpodobnost incidentu (PI)	dopad (D)	riziko [®]	opatření
povrchové vody	5	povodně	kontaminace	25	5	125	protipovodňové zábrany
		extrémní sucho	nedostatek vody	25	5	125	regulační opatření
		sesuvy půdy	kontaminace	8	3	24	monitoring
		dopravní nehoda	kontaminace	3	2	6	regulace dopravy
		teroristický útok	kontaminace	6	4	24	pásma ochrany
		hospodářská činnost	kontaminace	16	4	64	ochranná pásma
		havárie s únikem NL	kontaminace	6	3	18	havarijná plánování
		poruchy, opotřebování		0	0	0	
		výpadek el. proudu		0	0	0	

Tabulka č. 7 uvádí míru rizika jednotlivých MU ohrožujících povrchové vody. Pomocí vzorce $R = PI * D$ bylo stanoveno, že povodně a extrémní sucho představují pro povrchové vody vysoké riziko. Povodně mohou způsobit strukturální poškození jednotlivých jímacích zařízení situovaných do blízkosti vodních recipientů či můžou

danou vodu kontaminovat. Následkem extrémního sucha může dojít k vysychání povrchových zdrojů vod. Střední riziko zde představuje hospodářská činnost, při které může dojít ke kontaminaci povrchových zdrojů vod nebezpečnými látkami užívanými v hospodářství v jejich blízkosti.

5.2.1.2 Analýza rizik podzemních zdrojů vod

Tabulka č. 8 - analýza rizik podzemních zdrojů vod (zdroj vlastní)

aktivum	hodnota	hrozba (T)	zranitelnost (V)	pravděpodobnost incidentu (PI)	dopad (D)	riziko [®]	opatření	
podzemní vody	5	povodně	kontaminace	15	4	60	protipovodňové zábrany	
		extrémní sucho	nedostatek vody	20	4	80	regulační opatření	
		sesuvy půdy	kontaminace	4	3	12	monitoring	
		dopravní nehoda	kontaminace	3	2	6	regulace dopravy	
		teroristický útok	kontaminace	8	4	32	pásma ochrany	
		hospodářská činnost	kontaminace	12	4	48	ochranná pásma	
		havárie s únikem NL	kontaminace	4	3	12	havarijná plánování	
		poruchy, opotřebování			0	0	0	
		výpadek el. proudu			0	0	0	

Tabulka č. 8 uvádí míru rizika jednotlivých MU ohrožujících podzemní zdroje vod. Pomocí vzorce $R = PI * D$ bylo zjištěno, že pro podzemní vody představuje vysoké riziko extrémní sucho. Vzhledem ke svému umístění nejsou podzemní vody tolik náchylné k různým rizikům jako vody povrchové. Přesto podzemním vodám hrozí podobná rizika jako vodám povrchovým, avšak v menší míře. Střední riziko zde představují povodně a hospodářská činnost.

5.2.1.3 Analýza rizik úpraven vod

Tabulka č. 9 - analýza rizik úpraven vod (zdroj vlastní)

aktivum	hodnota	hrozba (T)	zranitelnost (V)	pravděpodobnost incidentu (PI)	dopad (D)	riziko [®]	opatření
úpravny vod	4	povodně	poškození, kontaminace	15	4	60	protipovodňové zábrany
		extrémní sucho	nedostatek vody	10	4	40	regulační opatření
		sesuvy půdy	strukturální ohrožení	8	3	24	monitoring
		dopravní nehoda	strukturální ohrožení	3	2	6	regulace dopravy
		teroristický útok	kontaminace, destrukce	8	5	40	kamerový systém
		hospodářská činnost	kontaminace	8	4	32	ochranná pásma
		havárie s únikem NL	kontaminace	4	3	12	havarijná plánování
		poruchy, opotrebování	nedostačující úprava	10	2	20	pravidelná kontrola
		výpadek el. proudu	nemožnost čeprání	12	2	24	záložní systém

Tabulka č. 9 uvádí míru rizika jednotlivých MU ohrožujících úpravny vod. Pomocí vzorce $R = PI * D$ bylo zjištěno, že pro úpravny vod představují povodně, extrémní sucho a teroristický útok střední riziko. Následkem těchto mimořádných událostí může dojít ke kontaminaci vody na takovou úroveň, že při běžných provozních podmínkách nebudou schopny úpravny vod vyčistit vodu do stanovené kvality. Kromě kontaminace vody nějakým nebezpečným činidlem může při teroristickém útoku či povodni dojít ke strukturálnímu poškození.

5.2.1.4 Analýza rizik akumulčních nádrží, vodojemů

Tabulka č. 10 - analýza rizik akumulčních nádrží, vodojemů (zdroj vlastní)

aktivum	hodnota	hrozba (T)	zranitelnost (V)	pravděpodobnost incidentu (PI)	dopad (D)	riziko [®]	opatření
akumulační nádrže, vodojemy	3	povodně	poškození, kontaminace	10	4	40	protipovodňové zábrany
		extrémní sucho	UV záření, sluneční svit	15	3	45	regulační opatření
		sesuvy půdy	strukturální ohrožení	8	3	24	monitoring
		dopravní nehoda	strukturální ohrožení	6	2	12	regulace dopravy
		teroristický útok	kontaminace, destrukce	10	4	40	kamerový systém
		hospodářská činnost	 	0	0	0	
		havárie s únikem NL	kontaminace	2	3	6	havarijní plánování
		poruchy, opotřebování	nekvalitní údržba, kontaminace vody	15	3	45	pravidelná kontrola
		výpadek el. proudu	nemožnost čeprání	9	2	18	záložní systém

Tabulka č. 10 uvádí míru rizika jednotlivých MU ohrožujících akumulční nádrže a vodojemy. Pomocí vzorce $R = PI * D$ bylo zjištěno, že pro akumulční nádrže a vodojemy představují největší rizika teroristické útoky a povodně, sluneční záření a nedostatečná údržba nádrží. Mezi hlavní zranitelnosti vodojemů a akumulčních nádrží patří samotná kontaminace akumulované vody ať už z úmyslného či neúmyslného zavinění. Mezi ostatní zranitelnosti patří strukturální ohrožení či destrukce objektu.

5.2.1.5 Analýza rizik vodovodních řadů

Tabulka č. 11 - analýza rizik vodovodních řadů (zdroj vlastní)

aktivum	hodnota	hrozba (T)	zranitelnost (V)	pravděpodobnost incidentu (PI)	dopad (D)	riziko [®]	opatření
vodovodní řady	3	povodně	kontaminace, poškození	10	2	20	odolný materiál
		extrémní sucho	 	0	0	0	
		sesuvy půdy	strukturální ohrožení	12	4	48	územní plánování
		dopravní nehoda	strukturální ohrožení	9	3	27	dopravní omezení
		teroristický útok	kontaminace, destrukce	8	4	32	kamerový systém
		hospodářská činnost	 	0	0	0	
		havárie s únikem NL	kontaminace	2	3	6	havarijná plánování
		poruchy, opotřebování	nemožnost čerpání	25	5	125	pravidelná kontrola
		výpadek el. proudu	nemožnost čerpání	12	4	48	náhradní generátor

Tabulka č. 11 uvádí míru rizika jednotlivých MU ohrožujících vodovodní řady. Pomocí vzorce $R = PI * D$ bylo zjištěno, že pro vodovodní řady představují největší riziko poruchy často zapříčiněné opotřebováním materiálu. Mezi další zranitelnosti patří strukturální poškození vlivem sesuvů. U výtlačných vodovodních řadů může způsobit problém výpadek elektrického proudu, který zapříčiní nemožnost čerpání.

5.2.1.6 Analýza rizik vodovodních přípojek

Tabulka č. 12 - analýza rizik vodovodních přípojek (zdroj vlastní)

aktivum	hodnota	hrozba (T)	zranitelnost (V)	pravděpodobnost incidentu (PI)	dopad (D)	riziko [®]	opatření
vodovodní přípojky	2	povodně	kontaminace	5	2	10	územní plánování
		extrémní sucho	 	0	0	0	
		sesuvy půdy	strukturální ohrožení	4	1	4	monitoring
		dopravní nehoda	strukturální ohrožení	6	2	12	regulace dopravy
		teroristický útok	poškození	2	1	2	zabezpečení
		hospodářská činnost	 	0	0	0	
		havárie s únikem NL	 	0	0	0	
		poruchy, opotřebování	nemožnost čeprání	25	3	75	pravidelná kontrola
		výpadek el. proudu	 	0	0	0	

Vodovodní přípojka již není ve vlastnictví provozovatele vodovodní sítě, ale zřizuje ji na své náklady odběratel. Přesto provozovatelé ručí za kvalitu doručované vody od zdroje až po vytékající kohoutek. Vzhledem ke svému umístění nejsou vodovodní přípojky tolik náchylné na ohrožení zvenčí. Jejich zranitelnost spočívá spíše v nekvalitní instalaci či nevhodném výběru materiálu. Tabulka č. 12 uvádí míru rizika jednotlivých MU ohrožujících vodovodní přípojky. Pomocí vzorce $R = PI * D$ bylo zjištěno, že pro vodovodní přípojky představují z prezentovaných MU největší rizika poruchy a opotřebování materiálu, což může zapříčinit případnou kontaminaci distribuované PV.

6 Diskuze

Je důležité si uvědomit, že kromě vnitřních rizik vyplývajících z běžného provozu, jako jsou špatná hydraulická účinnost, nefunkční čistící zařízení či různé vady v systémech, ohrožuje systém dodávky PV obyvatelstvu také celá škála mimořádných událostí ať už přírodního nebo antropogenního charakteru. V analytické části této práce bylo identifikováno 9 nejzávažnějších mimořádných událostí, které mají svým průběhem potenciál ohrozit dodávky pitné vody obyvatelstvu. Na základě analýzy rizik bylo posléze stanoveno 5 z nich, které představují největší riziko pro zásobování pitnou vodou. Řadíme mezi ně povodně, extrémní sucho, hospodářskou činnost, poruchy a teroristický útok. V diskuzi budeme probírat těchto 5 mimořádných událostí a zaměříme se na návrhy opatření vedoucí k eliminaci či snížení těchto rizik.

Jako jedna z nejzávažnějších hrozeb nám po aplikování analýzy rizik vyšla hrozba **povodně**. Výsledná míra rizika pro určité úseky vodárenských systémů byla spočtena na 125, což znamená, že tato mimořádná událost spadá pod vysoká rizika. *Tento závěr se shoduje s výsledky Ivany Hubíkové, která ve své bakalářské práci s názvem „Analýza rizik v zásobování obyvatelstva pitnou vodou regionu Hodonín“ popisuje pomocí SWOT analýzy povodně jako největší hrozbu pro analyzované vodárenské objekty.* [38] Vzhledem k historickým událostem, kdy velké povodně v letech 1997, 2002 a 2013 zasáhly vodárenskou infrastrukturu a vyřadily tak z provozu desítky vodních zdrojů, je to opodstatněné tvrzení. *To, že povodně představují jedno ze základních přírodních rizik pro vodárenské systémy, popisuje ve své publikaci i Doc. Kročová.* [25]

Jedním z nejvýznamnějších prvků sloužících ke snížení povodňových rizik je právě kvalitně zpracovaná analýza rizik. Pomocí celkového rozboru provozovateli podává zprávu o možných kritických bodech dané vodovodní sítě. Na jejím základě poté může provozovatel provést určitá opatření pro zvládnutí zjištěných problémů. V kapitole Výsledky můžeme z jednotlivých tabulek zjistit, že povodně jsou vysokým rizikem pro vodní zdroje, které mohou svým působením kontaminovat a vyřadit je tak z provozu. Kromě vodních zdrojů ohrožují také úpravný vod. *Tyto výsledky se shodují s diplomovou prací Ing. Milana Axmana z roku 2010 na téma „Snížení rizika vyřazení veřejných vodovodů z provozu při vzniku mimořádné události“* [39], ve které popisuje povodně jako MU ohrožující vodní zdroje a úpravný vod.

Riziko povodní nelze zcela eliminovat, ale je možné ho na základě preventivních opatření alespoň částečně snížit. Pro ochranu a snížení rizika povodní u vodních zdrojů je jedním z nejlepších řešení přírodě blízké protipovodňové opatření. Například výstavbu suchých poldrů. Ty by bylo vhodné situovat do míst se zdroji vody, k jímacím zařízením či úpravnám vody. Díky tomu by byla v případě povodní zachycována přebytečná voda a nedocházelo by k ohrožení území s vyjmenovanými aktivy. Jako další ochranné opatření by bylo na místě zvážit výstavbu ochranných valů v blízkosti vodních toků ohrožujících vodárenskou infrastrukturu. Tedy navýšených pásů zeminy chránících objekt či zařízení při přebytku vody korytech. V případě koryt jsou pak důležité kapacitní úpravy a zlepšování schopnosti retence. Tato opatření jsme navrhli, protože současně chrání vodohospodářské objekty či zařízení, a přitom zajišťují lepší ekologický stav okolní krajiny. Tímto směrem by měli být zaměřeny budoucí opatření.

Ochranné prvky v podobě navýšených pásů zeminy a zlepšení retence povodí realizovali v Uherském Hradišti ve Zlínském kraji po velkých povodních v roce 1997 kvůli zmenšení možných dopadů na životy a zdraví občanů, majetku a životního prostředí. Domníváme se, že podobný ochranný prvek by mohl výrazně pomoci zabezpečit vodárenskou infrastrukturu v blízkosti vodních toků.

Další přírodní hrozbou identifikovanou v analýze bylo **extrémní sucho**. Jedná se o opakující se a stále více se objevující jev. Vzhledem k hydrologickým podmínkám ČR, kde jsou zásoby vod závislé především na množství vodních srážek a akumulaci vody v krajině, mají události sucha velice závažné dopady na funkci vodárenské infrastruktury. V současné době se jedná o velice aktuální problém, jelikož nás sužují události sucha několik posledních let, a to se stále větší intenzitou. Převážně začínají v jarních měsících, kdy díky mírným zimám se slabou sněhovou pokrývkou a nedostatkem deště výrazně klesají průtoky řek a potoků a hladiny podzemních vod. Tím také dochází k zhoršení kvality vod, čímž se zvýší nároky na její úpravu.

Události sucha by se tedy daly shrnout do tří problémů. Zaprvé se jedná o polohu ČR. Jsme přirovnáváni ke střeše Evropy a veškerá voda, které dopadá na naše území odtéká pryč. Zadruhé se jedná o celkovou změnu klimatu. Srážky nám padají převážně v teplém období a v přívalových podobách, což má za následek rychlé odpařování vody a její rychlé odtečení z krajiny. Zatřetí se jedná o nevhodné hospodaření s krajinou. Velkou část plochy ČR zabírají zemědělské půdy, které mají mnohem menší retenční schopnost

než například zatravněné porosty. Tyto tři body jsou hlavní důvody extrémního sucha na našem území. *Tyto důvody předkládá taktéž řada odborníků např. (Doc. Zbyněk Hrkal, Prof, Zdeněk Žalud). [40,41]*

Extrémní sucho nám vyšlo v analýze rizik jako druhá nejzávažnější hrozba. Výsledná míra rizika pro povrchové zdroje vody byla spočtena na 125, což znamená, že tato mimořádná událost také spadá pod vysoká rizika. Extrémní sucho představuje vysoké riziko taktéž pro podzemní zdroje vody, pro které byla výsledná míra rizika spočtena na 80. Jejich ohrožení je menší než u povrchových vod, a to hlavně díky jejich umístění. Avšak dopady mohou být mnohem větší. Podzemní zdroje jsou totiž ze zákona primárně určeny na výrobu pitné vody, takže jejich úbytkem mizí i zdroje pitné vody pro obyvatelstvo. Střední míra rizika pak byla stanovena pro úpravny vod a akumulární nádrže. Pro úpravny vod mohou být události sucha problémové, jelikož společně s klesající hladinou vodních zdrojů dochází k většímu látkovému zatížení. V současných provozních podmínkách by pak výsledná úprava vody nemusela dosahovat potřebné jakosti. Akumulační nádrže pak trpí vedlejšími projevy extrémního sucha, jako je sluneční záření a zvýšená teplota. Tyto vedlejší projevy zhoršují kvalitu akumulované vody v nádržích a vodojemech. *Riziko pro akumulární nádrže v podobě UV záření identifikoval ve své publikaci i Doc. Tuhovčák. [42]*

Z výše uvedeného nám tedy vyplývá, že suchem nejohroženějšími prvky vodárenských systému jsou samotné zdroje vod. Převážně je to způsobeno klimatickými změnami a neschopností krajiny zadržet vodu. Proto by bylo vhodné do budoucna realizovat tato opatření.

Jako hlavní opatření proti extrémnímu suchu na našem území se jeví jako nejlepší možnost zvýšit retenční schopnost krajiny. V ČR je bráno jako velice účinné řešení stavba přehrad. Při velkém nedostatku vody jsou přehrady dobrým místem, v kterém by se dala zachytávat dešťová voda. Avšak kromě velice invazivních výstav velkých přehrad existují i šetrnější metody. Na takové opatření by se mělo převážně zaměřit. Např. na přirozenou retenci krajiny, která se dá dosáhnout mnoha ekologicky šetrnějšími metody. Mezi tyto metody můžeme zařadit například výstavby rybníků. Od roku 2016 až do roku 2021 se Ministerstvo zemědělství podílelo společně se Státním pozemkovým úřadem na podpoře retenční schopnosti krajiny pomocí rybníků a investovalo do tohoto opatření částku 1250 mil. Kč [43]. Další velice účinnou metodou jsou záchytné zatravněné

průlehy. Takové průlehy o výšce 12 metrů a hloubce 1 metr jsou schopny zadržet na jeden běžný metr 8000 l vody a zároveň vsakem přes travní porost zlepšovat její jakost [50]. Pomoci mohou taktéž příkopy či biologická opatření jako je zatravnění či zalesnění krajiny. Z východisek vyplývá, že by mělo být vynakládáno více finančních prostředků pro zadržování vody v krajině pomocí ekologicky přívětivých opatření. Realizace takovýchto opatření by mohla do budoucna pomoci se zvládnutím sucha. Jelikož by docházelo k větší akumulaci vody na našem území a tím i k jejímu následnému vsakování do půdy. Mohla by se zvýšit vydatnost povrchových a podzemních zdrojů vod.

Další hrozbou ohrožující vodní zdroje vyšla **hospodářská činnost** v jejich blízkosti. V analýze rizik bylo spočteno, že výsledná míra rizika pro povrchové vody je 65, což znamená, že se jedná o střední riziko. Střední riziko představuje hospodářská činnost také pro podzemní zdroje vody, pro které byla výsledná míra spočtena na 48. Pro ostatní aktiva vodárenského systému představuje hospodářská činnost přijatelné riziko. Tato hrozba se může projevit na vodních zdrojích zvýšeným obsahem dusičnanů, pesticidů či jiných nebezpečných látek používaných v jejich blízkosti.

Pro porovnání tentokrát použijeme diplomovou práci Bc. Anety Novotné z roku 2015 na téma „Analýza a hodnocení rizik veřejného vodovodu“. [44] V této práci autorka použila metodu FMEA, která analyzuje možnosti selhání a jejich dopady na zkoumaný objekt a jejímž účelem je identifikovat jednotlivé hrozby a jejich dopady, čímž zajistí vhodné podklady pro následné zvýšení spolehlivosti kritických oblastí. Jedná se o kvalifikovanější metodu, která vyžaduje využití speciálního softwaru. [45] Autorka zde uvádí, že pro zkoumaný objekt znamená blízká hospodářská činnost jen nízké riziko.

Přestože pro provoz autorkou zkoumaného podniku nepředstavuje blízká hospodářská činnost téměř žádné nebezpečí, pro řadu vodovodních sítí může být příčinou většího rizika. Pesticidy či jiné nebezpečné látky mohou být zaneseny větrem či splaveny deštěm do povrchových vod. Skrz půdu zase mohou prosáknout do podzemních vod. Mgr. Hájková ve své publikaci uvádí, že „V roce 2016 byly odebrány vzorky z vodárenských zdrojů v ČR a že v 72 % byl nalezen alespoň jeden pesticid.“ [46] Odstranění těchto činitelů ze zdrojů vod je pak velice obtížné. Z těchto údajů vyplývá, že hospodářská činnost je pro dodávky pitné vody riziko.

Hlavním ochranným prvkem před kontaminací zemědělskými látkami jsou řádně a přesně vyhlášená ochranná pásma I. a II. stupně, u kterých platí celá řada velmi přísných

omezení. Avšak i přesto se do vod často dostávají závadné látky. Jedním z možných východisek by mohlo být ekologické zemědělství a jeho podpora. V tomto druhu zemědělství se neužívají chemické a další nebezpečné látky, které následně mohou znečišťovat vodu. V současné době probíhá na našem území projekt podporující tuto myšlenku.

Projekt povodí Želivky byl zahájen v roce 2019 a slouží pro snížení znečištění vody pesticidy. Subjekty se v něm zavázaly, že nebudou při své zemědělské činnosti používat určité nebezpečné látky. Za splnění těchto podmínek poté dostanou finanční náhradu. Projekt započal v minulém roce a trvat by měl do roku 2022. Přestože stále nemáme výsledky z tohoto projektu, tak se domníváme, že právě ekologické zemědělství, kde se tyto látky nepoužívají, by mohlo být řešením vedoucím ke snížení znečištění vody.

Jako nejzávažnější antropogenní hrozba ohrožující dodávky PV obyvatelstvu vyšla hrozba **poruch**. Jedná se o neúmyslné mechanické poškození či únavu materiálu. V jednotlivých tabulkách jsme zjistili, že výsledná míra rizika poruch pro vodovodní řady je spočtena na 125. Další aktiva, která poruchy ohrožují, jsou vodovodní přípojky a vodojemy, pro které znamenají poruchy střední riziko. Porucha se může projevit více způsoby. Může se jednat o skryté uniky vod nebo opotřebování materiálu s následnou kontaminací vody či mechanické poškození, které může vyřadit daný úsek.

Vznik poruch na vodovodním řadu ovlivňuje mnoho faktorů. Jeden z hlavních problémů způsobujícím poruchy na vodovodních sítí je jejich celkové stáří. Průměrné stáří vodovodní sítě dosahuje 40 let. Potrubí, které dosahuje hranice své teoretické životnosti, či tuto hranici přesáhlo, vykazuje mnohem větší poruchovost než ostatní části vodovodní sítě. *Že „se zvyšujícím se stářím vodovodního potrubí je důležité počítat i se zvýšenou poruchovostí daného potrubí zjistil ve své práci i Ing. Dvořák.“* [47] Mezi další faktory způsobující poruchy na vodárenské síti řadíme hloubku a způsob uložení potrubí či nevhodně použitý materiál. Vzhledem ke stále se zvyšujícímu počtu poruch na vodovodních řadech a stále nutnosti jejich oprav se jako jediné rozumné řešení jeví jejich optimální obnova, která zajistí provozuschopný stav. *S tímto závěrem přišli ve svých publikacích i autoři Doc. Teichman a Špeta.* [5, 48] Vlastníci VaK pro veřejnou potřebu mají v současné době povinnost vytvářet rezervu finančních prostředků na obnovu a evidovat jejich použití pro účely obnovy. Kromě plánu financování obnovy jednotlivých vlastníků by bylo vhodné zvýšit finanční podporu od státu. Například ve formě dotačního

programu, který by na základě určitých podmínek finančně dopomohl vlastníkům k obnově sítě. Jelikož je v zájmu státu zásobovat obyvatelstvo PV a většina vodovodních řadů je ve vlastnictví měst či obcí, je jen správné finančně podpořit vlastníky Vak pro veřejnou potřebu při její obnově. S narůstajícími poruchami, a tím i finanční náročností jejich oprav, by v budoucnu mohl tento fakt ovlivnit cenu stočného.

Poslední závažnější mimořádnou událostí, která může ohrozit vodárenskou infrastrukturu, je **teroristický útok**. V analýze byla pro úpravny vod a akumulační nádrže spočtena výsledná míra jeho rizika na 40, což znamená střední riziko pro dané aktivum. *Možnost MU na úpravně vod vlivem teroristického útoku uvádí ve své práci také Ing. Lindovský.* [49] Teroristický útok může mít za cíl kontaminaci akumulované vody nebo destrukci vodní nádrže, vodojemu či jiného zařízení.

Šance teroristického útoku na vodárenské systémy je reálná. Skutečně bylo ve světě zaznamenáno mnoho takových útoků. Vodní zdroje pro teroristy představují atraktivní cíl, protože za vodu neexistuje žádná náhrada. Přestože na našem území zatím nedošlo k žádnému takové útoky, pravděpodobnost že by se tak mohlo stát, je větší než v minulosti. Vzhledem k angažování ČR do zahraničních misí, a tím zvyšujícího se povědomí o našem státě, se zvyšuje i možnost spáchání teroristického útoku na našem území. Proto je důležité být na alternativu takového útoku připraven. Kvůli možnosti vniknutí neoprávněné osoby/útočníka do místa s akumulací vody a její následnou kontaminací proběhlo v Praze cvičení „Útok 2016“. Taková cvičení jsou velice důležitá z hlediska připravenosti a koordinace subjektů krizového řízení, složek IZS a provozovatelů vodárenských systémů. Samotné složky podílející se na zvládnutí této mimořádné události si mohou procvičit, jak postupovat v případě teroristického útoku.

Pro snížení rizik teroristického útoku by bylo na místě zvážit opatření pro zabezpečení a detekci. Vstup do ohrožených vodohospodářských objektů by měl být kontrolován. Na místech s akumulací vody by bylo vhodné aplikovat kombinované mechanické a elektrotechnické zabezpečení, které by v případě překonání mechanických zábran spustilo alarmový systém v napadeném objektu a v centrálním dispečinku. V případě teroristického útoku však často takovéto mechanické zábrany útočníka neodradí, proto je důležité okamžitě po neoprávněném vniknutí odstavit objekt z provozu, resp. odstavení všech odtoků vody z objektu do spotřebišť. Poté zajistit vzorky z postižené nádrže a zjistit, zda došlo ke kontaminaci a případně aktivovat NZV.

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zpracování a vyhodnocení analýzy rizik vodárenských systémů pro nejzávažnější hrozby, které mají potenciál ohrozit odběry pitné vody obyvatelstvu i prvkům kritické infrastruktury a navrhnout opatření sloužící k snížení následků těchto hrozeb.

V teoretické části jsme se seznámili se současnými podmínkami provozování vodárenských systémů a byly zde definovány mimořádné události. Závěr této části je zaměřen na krizové plánování ve vodním hospodářství a možnosti zásobování PV za narušení běžného provozu.

V praktické části byly aplikovány konkrétní analýzy. Prostřednictvím těchto analýz byly identifikovány nejzávažnější hrozby, kterými jsou povodně, extrémní sucho, hospodářská činnost, poruchy vodovodní sítě a teroristický útok. Jednotlivé hrozby byly dále blíže zkoumány a rozebrány a následně pro ně byla navržená opatření vedoucí k snížení následků či eliminaci těchto hrozeb.

Domníváme se, že navržená opatření by mohla být přínosem pro samotné zabezpečení jednotlivých prvků vodovodní sítě z hlediska jejich zranitelnosti. A to současně i z hlediska ekologického, kdy byla navržená opatření podporující přirozenou obnovu vody na našem území. Je důležité si uvědomit, že na světě není neomezené množství vody a se současnou změnou klimatu vznikají nové oblasti s nedostatečnými zdroji pitné vody. To může zasáhnout i ČR, proto je žádoucí usilovat o lepší hospodaření s vodou a zlepšovat celkovou retenci krajiny.

V závěru práce bychom chtěli poukázat na celkovou zranitelnost vodárenských systémů. Vzhledem k potřebě jejich umístění, velikosti, stáří a klimatickým podmínkám vzniká v systémech řada rizik, která často mohou vést k úplnému přerušení dodávek PV na zasaženém území. Abychom byli schopni těmto rizikům předcházet, je potřeba provádět pro jednotlivé vodovodní sítě analýzy rizik a na základě těchto analýz navrhovat postupy vedoucí k eliminaci zjištěných rizik.

8 Seznam použitých zkratek

MZ - Ministerstvo zemědělství

VaK - Vodovody a kanalizace

ČR - Česká republika

EU - Evropská unie

KSI - krizová situace

MU - mimořádná událost

IZS - integrovaný záchranný systém

SWOT - strengths, weaknesses, opportunities, threats

NL - nebezpečná látka

NZV - nouzové zásobování vodou

PV - pitná voda

KHS - krajská hygienická stanice

9 Seznam použité literatury

- [1] GRÜNWALD, Alexander. Vodárenství. Praha: Český svaz stavebních inženýrů, 1998. Technická knihovnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 80-902460-7-9.
- [2] KROČOVÁ, Šárka. Provozování distribučních sítí vod. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 2004. ISBN 80-248-0606-1.
- [3] KROČOVÁ, Šárka. Strategie dodávek pitné vody. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-072-2.
- [4] KULT, Arnošt. Tekoucí (povrchová) voda: právně-filosofický pohled na rozdílné způsoby vymezování ochrany vody a vodního prostředí. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2010. ISBN 978-80-87402-07-8.
- [5] TEICHMANN, Marek a František KUDA. Hodnocení a obnova vodárenských sítí. Praha: Professional Publishing, 2018. ISBN 978-80-88260-26-4.
- [6] VOSTRÝ, Miloslav. Aktuální výzvy ve vodárenství: Voda Zlín. Zlín: Moravská vodárenská, a.s., Tovární 41, 779 00 Olomouc, 2019. ISBN 978-80-905716-5-5.
- [7] Vodovody, kanalizace a vodní toky [online]. Praha: Český statistický úřad, 2019 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2018#>
- [8] Informační systém Voda České republiky: průvodce aplikacemi v gesci Ministerstva zemědělství. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2008. ISBN 978-80-7084-667-4.
- [9] Zákon č. 273/2010 Sb., úplné znění zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- [10] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [11] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů
- [12] GEBHARTOVÁ, Jana, Jana CELETKOVÁ a Ivan BENEŠ. ZVYŠOVÁNÍ ODOLNOSTI PRVKŮ KRITICKÉ INFRASTRUKTURY V OBLASTI ZÁSOBOVÁNÍ VODOU. Periodica Academica. Ostrava: Vysoká škola Karla Engliše, 2014, IX(1), 16-22. ISSN 1802-2626.

- [13] Kročová Šárka, ŘÍZENÍ PROCESŮ PŘI ZAJIŠŤOVÁNÍ NOUZOVÝCH DODÁVEK PITNÉ VODY I. 112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva. Praha: MV - generální ředitelství HZS ČR, 2018- XVII(3). ISSN 1213-7057.
- [14] KUBEŠ, Jiří. Provozování a bezpečnost zdrojů, úpraven a rozvodů pitné vody. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013. ISBN 978-80-87472-49-1.
- [15] TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK POJMŮ Z OBLASTI KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ, OCHRANY OBYVATELSTVA, ENVIRONMENTÁLNÍ BEZPEČNOSTI A PLÁNOVÁNÍ OBRANY STÁTU: Ministerstvo vnitra [online]. PRAHA, 2016 [cit. 2017-03-23]. ISBN <http://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-k>
- [16] Zákon č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů
- [17] ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Pavel ŠENOVSKÝ. Ochrana kritické infrastruktury. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-025-8.
- [18] ADAMEC, Vilém. Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-118-7.
- [19] KROČOVÁ, Šárka. Strategie územního plánování v technické infrastruktuře. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-128-6.
- [20] VLNAS, R. Návrh obsahu plánu pro zvládnutí sucha a nedostatku vody v ČR. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2018, roč. 60, č. 5, str. 40–44. ISSN 0322-8916.
- [21] ALEXANDER, David. Natural Disasters. 2. doplněné vydání. New York: Routledge, 2017. ISBN 13:978-1-85728-093-7.
- [22] Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky (2017), [online]. 12.4.2020, 04/2020, [cit. 2020-04-12]. Dostupný z http://eagri.cz/public/web/file/545860/Koncepce_ochrany_pred_nasledky_sucha_pro_uzemi_CR.pdf
- [23] Sesuvy a řízení skal [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/sesuvy_riceni_skal

- [24] KROČOVÁ, Šárka. Analýza rizik vodárenských systémů. In: Krizový management 2013: Sborník příspěvků z konference. Institut ochrany obyvatelstva. Lázně Bohdaneč, 23. – 24. září 2013. Univerzita Pardubice, 2013, s. 38-49. ISBN 978-80-7395-740-7.
- [25] GLEICK, Peter H. Water and terrorism: water policy. California, USA, 2006, 481–503.
- [26] STRATEGIE ČESKÉ REPUBLIKY PRO BOJ PROTI TERORISMU od r. 2013. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2013. [online]. 12.4.2020, 04/2020
- [27] Havárie na území hlavního města Prahy podle znění vodního zákona [online]. Praha: portál životního prostředí, 2014 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/voda/havarie_na_uzemi_hlavniho_mesta_prahy.html
- [28] KUČERA, Tomáš. Poruchy vodovodních řadů. Vodovod.info – vodárenský informační portál [online]. 12.4.2020, 04/2020, [cit. 2020-04-12]. Dostupný z WWW: <http://www.vodovod.info>. ISSN 1804-7157
- [29] TUHOVČÁK, L.; KUČERA, T.; RUČKA, J.; SVOBODA, M., Technický audit vodovodní sítě. In VODA ZLÍN 2005. ZLÍN, sborník IX. Mezinárodní vodohospodářské konference. Zlín: 2005. s. 25-31. ISBN: 80-239-4453-3
- [30] KYNCL, Miroslav a Silvie HEVIÁNKOVÁ. Udržitelné systémy veřejných vodovodů a veřejných kanalizací. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-799-9.
- [31] Metodika zpracování krizových plánů podle § 15 až 16 nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení § 27 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů
- [32] METODICKÝ POKYN Ministerstva zemědělství č. j. 102598/2011-MZE-15000 ze dne 30. 5. 2011 k zajištění jednotného postupu orgánů krajů, hlavního města Prahy, orgánů obcí a městských částí v hlavním městě Praze k zajištění nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou při mimořádných událostech a za krizových stavů Službou nouzového zásobování vodou
- [33] Krizové plánování [online]. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2019 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z:

- <https://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-krizove-planovani-krizove-planovani.aspx>
- [34] SZÚ (2018): Nouzové zásobování pitnou vodou. (metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu). SZÚ. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/nouzvod.pdf>
- [35] SWOT analýza. In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2019, 22.01.2017 [cit. 11.05.2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>
- [36] GÜREL, Emet. SWOT ANALYSIS: A THEORETICAL REVIEW. The Journal of International Social Research. 2017, **10**(51). ISSN 1307-9581.
- [37] STEINER, František. Případová studie analýzy rizik informační bezpečnosti: analýza a matice rizik [online]. [cit. 2020-05-07]. ISSN 1802-5676. Dostupné z: <http://bpm-tema.blogspot.com/2007/11/ppadov-studie-analzy-rizik-informan.html>
- [38] HUBÍKOVÁ, Ivana. *Analýza rizik v zásobování obyvatelstva pitnou vodou regionu Hodonín*. Zlín, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce RNDr. Zdeněk Šafařík, Ph.D.
- [39] AXMAN, Milan. *Snížení rizika vyřazení veřejných vodovodů z provozu při vzniku mimořádné události*. Ostrava, 2010. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. Ing. Šárka Kročová, Ph.D.
- [40] ŽALUD, Zdeněk. Proč je sucho a jak se mu bránit? *Ekolist.cz* [online]. Praha, 28.4.2020 [cit. 2020-05-15]. ISSN 1802-9019. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/zdenekn-zalud-proc-je-sucho-a-jak-se-mu-branit>
- [41] Rozhovor s Hydrogeologem na téma sucho v ČR Zbyňkem Hrkalem 14.5 2020
- [42] TUHOVČÁK, Ladislav, Jan RUČKA a Miroslav SVOBODA. *Analýza rizik vodárenských distribučních systémů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2011.
- [43] *Zadržení vody v krajině* [online]. Praha: státní pozemkový úřad [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://zitkrajinou.cz/dotace/zadrzeni-vody-krajine-nejlepsi-ochrana-pred-suchem-i-povodnemi/>

- [44] NOVOTNÁ, Aneta. *ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK VEŘEJNÉHO VODOVODU*. Zlín, 2015. Diplomová práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Doc. Ing. TOMÁŠ VYMAZAL, Ph.D.
- [45] PAPÍRNÍK, Václav, Jan RUČKA a Ladislav TUHOVČÁK. *Analýza rizik vodojemů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně.
- [46] HÁJKOVÁ, Eva. *Voda, její znečištění a co můžeme dělat* [online]. Praha: Institut funkční medicíny a výživy, 7. 10. 2019 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://ifmv.cz/voda-jeji-znecistení-a-co-muzeme-delat/>
- [47] DVOŘÁK, Pavel. *Vliv stáří a materiálu vodovodního potrubí na počet poruch hlavního řádu*. Brno: Brněnské vodárny a kanalizace.
- [48] ŠPETA, Radim. *PORUCHY NA VODOVODNÍ SÍTI A VLIV MATERIÁLU NA PORUCHOVOST*. Ostrava, 2011. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Hana Škrobánková, Ph.D.
- [49] LINDOVSKÝ, Milan. *Řízení vodárenských systémů při mimořádných podmínkách*. Ostrava, 2015. Disertační práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. Ing. Šárka Kročová, Ph.D.
- [50] KVÍTEK, Tomáš. *Povodně a retence vody v krajině*. *Zemědělec* [online]. Praha, 13.8.2013 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/povodne-retence-vody-krajine/>

10 Seznam použitých tabulek

Tabulka č.1 - identifikace aktiv (zdroj vlastní)	40
Tabulka č.2 - identifikace hrozeb (zdroj vlastní).....	41
Tabulka č. 3 - matice zranitelností (zdroj vlastní).....	42
Tabulka č. 4 - matice rizik (zdroj vlastní).....	43
Tabulka č. 5 - SWOT analýza silných stránek a příležitostí (zdroj vlastní)	45
Tabulka č. 6 – SWOT analýza slabých stránek a hrozeb (zdroj vlastní)	46
Tabulka č. 7 - analýza rizik povrchových zdrojů vod (zdroj vlastní).....	48
Tabulka č. 8 - analýza rizik podzemních zdrojů vod (zdroj vlastní)	49
Tabulka č. 9 - analýza rizik úpraven vod (zdroj vlastní)	50
Tabulka č. 10 - analýza rizik akumulčních nádrží, vodojemů (zdroj vlastní)	51
Tabulka č. 11 - analýza rizik vodovodních řadů (zdroj vlastní).....	52
Tabulka č. 12 - analýza rizik vodovodních přípojek (zdroj vlastní).....	53