

Analýza rizik vodárenských systémů

Risk analysis of waterworks systems

Šárka Kročová

Abstrakt

Negativní dopad mimořádných událostí vyvolaných přírodními nebo antropogenními vlivy na veřejnou a soukromou infrastrukturu měst a obcí se v posledních desetiletích ve srovnání s průběhem velké části 20. století zvyšuje. Zejména se zvyšuje počet přírodních povodňových událostí velkého rozsahu, při kterých je nutno vyhlášovat různé stupně krizového řízení pro zvládnutí situace. Jednou ze základních možností jak snížit nebezpečí nezvládnutí mimořádné události je včasná a profesionální prevence uskutečněná na ekonomicky přijatelném stupni pro každý úsek infrastruktury, který může být mimořádnou událostí ohrožen.

Jak daného cíle dosáhnout na úseku provozování vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu v České republice při vzniku přírodních událostí naznačuje v základním rozsahu následující příspěvek.

Abstract

The adverse effect of extraordinary events induced by natural or anthropogenic factors on public and private infrastructure of towns and villages has increased during the last decades in comparison with the 20th century. Especially, the number of natural floods of large extent has increased. These floods require various levels of crisis management. One of the basic options how to decrease the risk of unsuccessful crisis management is well-timed and professional prevention. The prevention should be realized on the economically acceptable level for each section of the infrastructure which could be threatened by extraordinary event.

This paper deals how to achieve the aim in the field of operation of public water supply systems and sewerage nets in the Czech Republic during the inception of natural events.

Klíčová slova

mimořádná událost, povodeň, vodní zdroj, vodárenský systém, kanalizační systém, vodní ekosystémy, prevence, ekonomika

Key words

extraordinary event, flood, water source, waterworks system, sewerage system, water ecosystems, prevention, economy.

Úvod

Se zvyšujícím se počtem obyvatelstva země, rychlým rozvojem průmyslu, obchodu a nároků na životní prostor a bydlení, začali lidé zejména v Evropě aktivně využívat i části území, které inklinují k vyšším rizikům vzniku mimořádných událostí přírodního charakteru. Využívání těchto území ale nebylo od prvopočátku doprovázeno přiměřenými bezpečnostními prvky, které by mohly snížit rizika působení přírodních událostí a které se na zemi periodicky opakují. Zřejmě hlavní příčinou opomíjení bezpečnostních rizik byla z klimatického hlediska poměrně dlouhá perioda klidu v průběhu téměř celého 19. a 20. století. K současnému zvýšenému nebezpečí dále přispěla celá řada chyb, kterých se společnost dopustila v zastavovacích plánech měst a obcí se současně snižující se schopností infiltračních

přirozených vlastností půdy, změnou jejího povrchu nebo nevhodným zemědělským hospodařením na pozemcích. Doba relativně klimatického klidu zřejmě již minimálně dočasně skončila a společnost se musí připravit na nové podmínky. Ve vodním hospodářství bude zřejmě nutno přepočítat používané pojmy „desetiletá až stoletá voda“ a na dané nové podmínky musí reagovat i bezpečnostní politika státu, státní správy, samosprávy měst a obcí a s dostatečným předstihem i provozovatelé technické infrastruktury. Ne každý provozovatel technické infrastruktury bude mít zvýšený stupeň nebezpečí a provozních rizik při působení přírodních událostí. Zvýšené až vysoké nebezpečí bude vznikat u těch provozovatelů, kteří mají nebo musí mít svá zařízení v záplavových územích a v blízkosti vodních toků. K těmto provozovatelům jednoznačně patří vodárenské společnosti vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu.

Jaká rizika a nebezpečí jim na jejich provozních systémech vznikají, jak je včas preventivně rozeznat a následně přiměřeně v ekonomicky uskutečnitelné rovině eliminovat, naznačuje v základním rozsahu následující text článku.

1. Základní přírodní rizika vodárenských a kanalizačních systémů

Vodárenské a kanalizační systémy ve městech a obcích musí kopírovat zastavovací charakter území. Velmi často musí několikrát křížit vodní toky v intravilánech a extravilánech tak, aby zajistily plynulou dodávku pitné vody všem typům spotřebitelů a současně odvádění jejich odpadních vod. Z uvedených důvodů se distribuční systémy nebo jejich části vyskytují v záplavových územích recipientů a část těchto systémů i v nestabilním půdním prostředí se zvýšenými riziky vzniků mimořádných událostí. K nejzávažnějším technicko - provozním mimořádným událostem může docházet působením přírodních událostí na zdrojích pitných vod a čistírnách odpadních vod. Jedná se zpravidla o následující druhy nebezpečí.

Vodárenské systémy

- kontaminace povrchových nebo podzemních zdrojů pitných vod závadnými nebo nebezpečnými látkami nad limit její upravitelnosti na vodu pitnou,
- poškození liniových vedení vodárenských sítí povodňovými událostmi,
- sesuvy půdy vlivem dešťových srážek.

Kanalizační systémy

- poškození nebo vyřazení z provozu čistíren odpadních vod povodněmi,
- narušení funkce kanalizačních systémů při povodních.

Při vzniku výše uvedených událostí přírodního charakteru nevznikají hmotné škody pouze majitelům a provozovatelům vodárenských a kanalizačních systémů, ale zejména uživatelům vody a vodním ekosystémům. Z technicko - provozního hlediska mají uvedené mimořádné události dle jejich typu následující negativní dopady na veřejnou a soukromou infrastrukturu měst a obcí.

1.1 Kontaminace povrchových nebo podzemních zdrojů vody

Kontaminace povrchových a podzemních vodních zdrojů závadnými, nebezpečnými nebo zvláště nebezpečnými látkami patří vždy k nejproblémovějším a nejnebezpečnějším událostem na úseku výroby pitných vod. Dané riziko se neúměrně zvyšuje při povodňových stavech. Kontaminace vodního zdroje, pokud není k dispozici další ekvivalentní záložní zdroj, vždy

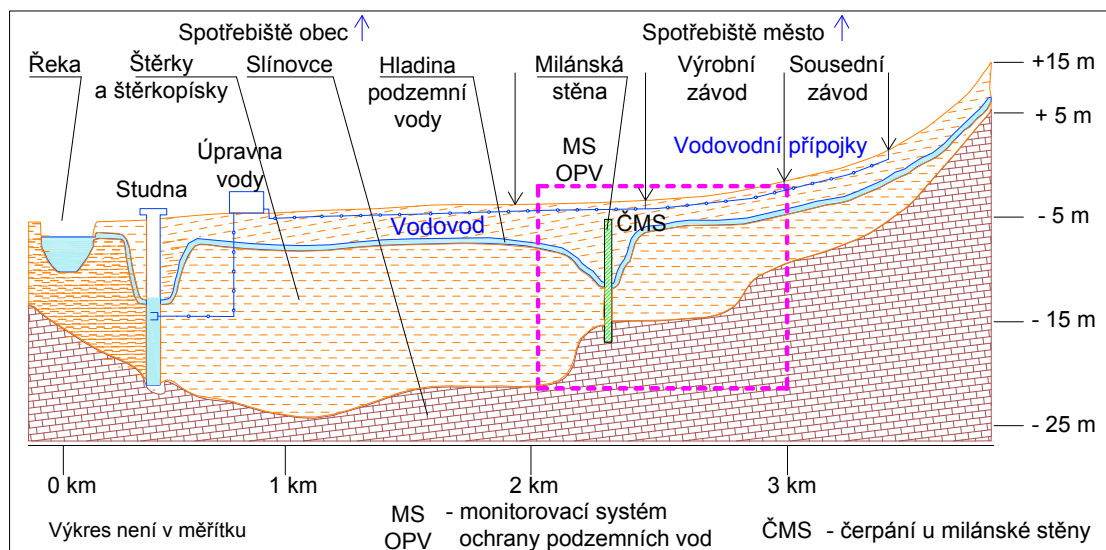
způsobí vyřazení z provozu celého následujícího výrobně - distribučního systému pitných vod pro spotřebiště a zajišťování rozsáhlého nouzového zásobování pitnou vodou.

Rizikové faktory

- dlouhodobá kontaminace podzemního zdroje vody ze starých nevidovaných ekologických zátěží,
- krátkodobá kontaminace povrchových nebo podzemních vod neúmyslným znečištěním vodního zdroje organickými nebo anorganickými látkami,
- kontaminace vodního zdroje povrchových nebo podzemních vod z přírodních příčin, zejména působením povodňových událostí.

Ochranné prvky

- u podzemních vod, dle charakteru rizika, realizace hydraulických bariér nebo výstavba milánských stěn, viz obrázek číslo 1, u deklarovaného zdroje kontaminace,
- u povrchových vod výstavbou vhodného typu odběrového objektu surové vody do místa s nejnižším rizikem výskytu vyšších koncentrací kontaminujících látek přírodního nebo antropogenního charakteru,
- pro oba typy vodních zdrojů dostatečný rozsah vyhlášeného ochranného pásma na základě komplexního hydrogeologického průzkumu území a podrobné znalosti rizik vyskytujících se nejen v ochranném pásmu vodního zdroje, ale v celém povodí nad vodním zdrojem.



Obrázek č. 1: Milánská stěna zajišťující ochranu podzemního vodního zdroje před kontaminací

Zdroj: vlastní zpracování

Uvedená a další rizika a nebezpečí je nutno nejen rozeznat a konstatovat, ale před aplikací ochranných a bezpečnostních prvků v praxi podrobit komplexní analýze rizik pro snížení nebezpečí, že investice do ochrany vodárenských systémů nebo objektů nebudou následně dostatečně účinná.

1.2 Poškození vodárenských distribučních systémů povodňovými událostmi

Výrobně - distribuční systémy vodovodů pro veřejnou potřebu sestávající z úpraven pitných vod, vodovodních sítí, vodojemů, tlakových a redukčních stanic, řídicích a monitorovacích systémů, jsou ve srovnání s vodními zdroji podstatně méně rizikové ke vzniku krizových situací. Stupeň rizika vážného poškození zařízení nebo přerušení plynulých dodávek pitné

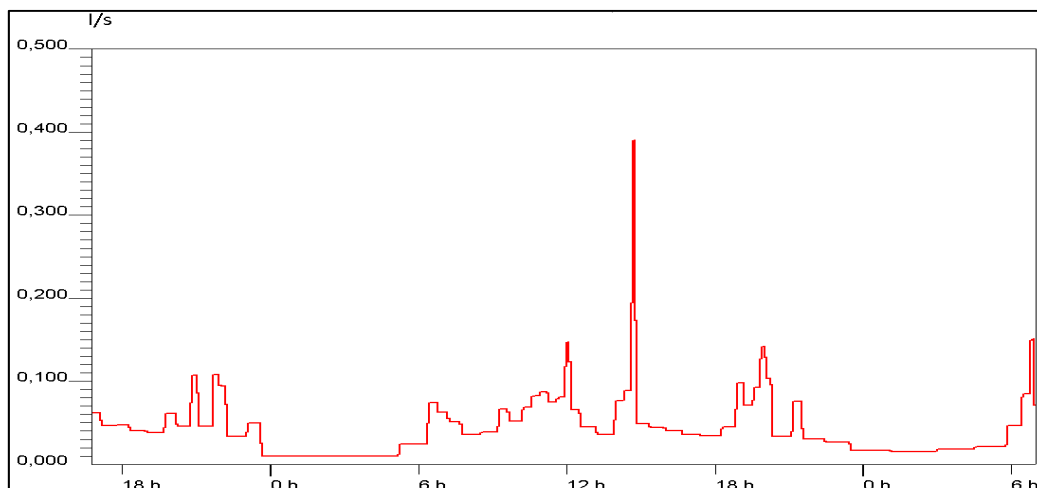
vody různým typům spotřebitelů vlivem přírodních událostí lze definovat v následujících rizikových oblastech.

Rizikové faktory

- nedostatek pitné vody v místním zdroji nebo ve vodárenské soustavě skupinového, případně oblastního vodovodu,
- havárie velkého rozsahu v úpravě pitných vod způsobená přírodními vlivy s časovou výlukou nad akumulace vody ve spotřebištích,
- rozsáhlá kontaminace vodovodní sítě přírodními vlivy při poškození vodovodních zařízení v záplavových územích.

Ochranné prvky

- realizace záložních zdrojů vody ve spotřebišti s vyšším stupněm veřejné a soukromé infrastruktury, případně výstavba akumulací s prvky umožňující mobilní doplňování v krizových situacích,
- podrobná znalost hydraulické účinnosti vodovodní sítě prostřednictvím dynamických monitorovacích systémů,
- možnost aktivního dálkového ovládání a řízení strategických částí vodovodní sítě a bezpečnostních systémů s dálkovým přenosem dat,
- znalost hydraulické účinnosti vodovodní sítě nebo alespoň té části, viz obrázek číslo 2, která zásobuje pitnou vodou strategické subjekty a nouzové služby ve spotřebišti.



Obrázek č. 2: Optimální hydraulická účinnost vodovodní sítě vhodná k potřebám NZV

Zdroj: vlastní zpracování

U výrobně - distribučních systémů pitných vod, zejména velkých spotřebišť s rozsáhlou veřejnou a soukromou infrastrukturou, není řešením klasické zajišťování nouzového zásobování vodou v krizových situacích. Pro tyto subjekty je nutno zajistit vždy redukované, ale stále dodávky vody přímo z vodovodní sítě. Úkol lze splnit v dostatečném rozsahu s bezpečnostními zárukami pouze v souvislosti s hydraulickou znalostí vodovodní sítě pitné vody a konkrétní trasy, určené pro strategické odběratele.

1.3 Sesuvy půdy ve svažitéch oblastech

S postupnou změnou stávajícího klimatu ve střední Evropě, rostoucím počtem a intenzitou dešťových srážek, roste i nebezpečí sesuvů půdy. Z vodárenského hlediska jsou nejvíce

ohroženy úseky vodárenských soustav přivádějící pitnou vodu do celé řady spotřebišť a významných průmyslových aglomerací. Sesuv půdy v místech s technickou infrastrukturou může vyvolat mimořádnou až krizovou situaci v dodávkách vody pro celý region nebo jeho významnou část.

Rizikové faktory

- rozsáhlá destrukce přírodního řadu pitné vody do soustavy spotřebišť,
- poškození nebo destrukce podzemních objektových staveb a systémů zabezpečujících ovládání vodárenského zařízení.

Ochranné prvky

- před výstavbou přírodních řadů podrobná znalost geologické skladby půdního prostředí v rizikových úsecích,
- použití dostatečně účinných vodárenských kompenzačních armatur,
- trvalý dálkový monitoring stability půdního prostředí a dálkové ovládání uzavíracích armatur při vzniku sesuvu půdy.

1.4 Poškození nebo vyřazení čistíren odpadních vod z provozu přírodními vlivy

Kanalizační zařízení, zejména čistírny odpadních vod, jsou mimořádně ohrožovány přírodními vlivy. Jsou vždy dislokovány do nejnižších míst za zastavěnou částí území v těsné blízkosti vodních toků. Mimo přírodních rizik mohou funkci čistíren odpadních vod vážně narušit i některé antropogenní události a vlivy.

Rizikové faktory

- totální zaplavení čistírny odpadních vod povrchovou vodou při povodni,
- zaplavení pouze prvního stupně čistírny odpadních vod,
- poškození funkce druhého stupně nebo jeho vyřazení z provozu,
- vážná destrukce strategické technologie čistírny odpadních vod při povodních, viz obrázek číslo 3.

Ochranné prvky

- zvýšená investiční a technicko - provozní ochrana vždy minimálně druhého stupně čistírny odpadních vod před povodněmi,
- preventivní technicko - provozní ochrana plošně rozsáhlých objektových staveb čistírny odpadních vod před působením tlaků vlivem změny hladiny podzemní vody při povodních,
- analýza všech potenciálních rizik čistírny odpadních vod a následné přijetí preventivních operativních opatření k minimalizaci doby vyřazení čistírny z provozu z přírodních a antropogenních důvodů.



Obrázek č. 3: Destrukce plynojemů čistírny odpadních vod způsobené povodňovou událostí

Zdroj: [1]

U čistění odpadních vod je strategicky důležité ochránit před působením přírodních a antropogenních událostí zejména druhý stupeň čistění odpadních vod. Od jeho ochrany se odvíjí i následné sekundární a terciární škody nejen na čistírně samotné, ale současně na vodních ekosystémech po odeznění povodňových událostí a velmi často i na zdrojích pitných vod.

1.5 Narušení funkce kanalizačních systémů při povodních

Narušení funkce kanalizačních systémů má ve srovnání s čistírnami odpadních vod výrazně nižší negativní následek. Na rozdíl od čistění odpadních vod lze těmto škodám relativně dobře předcházet a jejich rizika minimalizovat. K hlavním přírodním a antropogenním rizikovým faktorům patří zejména následující události.

Rizikové faktory

- poškození kanalizačních výústí a části kanalizačních řadů v blízkosti vodních toků,
- poškození shybek, případně přemostění recipientů,
- poškození technologie a řídicích systémů čerpacích stanic povodňovými událostmi.

Ochranné prvky

- provedení technicko - bezpečnostní analýzy rizik kanalizačního systému s primárním zaměřením na působení přírodních nebezpečí v zátopových oblastech,
- u nejrizikovějších míst kanalizačního systému použití vhodného druhu trubního materiálu s vyšší odolností proti tlakovým, tahovým a smykovým vlivům způsobených mimořádnými přírodními vlivy.

V současné době je velmi slabou stránkou většiny vodárenských a kanalizačních systémů v České republice absence systémového vyhodnocování rizik a nebezpečí. Rizika a nebezpečí, pokud jsou vůbec hodnocena, tak jejich hodnocení je prováděno segmentově, bez analýz širších vztahů, které mohou tyto systémy ohrožovat. Výsledkem při vzniku mimořádné události velkého rozsahu jsou neúměrné ekonomické ztráty nejen na majetku infrastruktury, ale současně u uživatelů vod a zejména na vodních ekosystémech. Přiměřeně, v závislosti na míře rizika a ekonomické náročnosti, lze docílit snížení nebezpečí pomocí volby vhodné metody analýzy rizik.

2. Metody analýzy rizik použitelné ve vodárenství

V současnosti je ve světě vyvinuta pro různé technologické systémy řada metod, pomocí kterých lze identifikovat nebezpečí a odhalovat rizika. Pro vodárenské účely nebo posuzování rizik na kanalizačních systémech, tj. identifikaci značně různorodých rizik a nebezpečí přírodního a antropogenního původu s mimořádně rozsáhlými distribučními systémy, lze v základním rozsahu použít pouze dvě:

- metodu kontrolního seznamu,
- metodu FMECA.

Obě uvedené metody jsou k sobě kompatibilní a lze je vhodně pro analýzy rizik kombinovat. Dané možnosti dostatečně vyhovují potřebám k provedení analýz rizik pro úsek státní správy, samosprávy měst a obcí a současně i provozovatele těchto systémů.

2.1 Metoda kontrolního seznamu

Metoda kontrolního seznamu se potřebám analýzy zranitelnosti a rizik pro oblast zásobování obyvatelstva pitnou vodou a odvádění odpadních vod nejvíce přibližuje. Vychází ze zkoumání a studií dostupných mezinárodních a národních pramenů, které lze aplikovat zejména na zařízení technické infrastruktury. Patří do skupiny expertních metod FTA (Failure Tree Analysis) a ETA (Effect Tree Analysis) zaměřených na hledání příčin možné nebo skutečné události a vývoj předpokládané události. U expertních metod této skupiny je základním předpokladem dosažení úspěšnosti zkušenost, erudice a informovanost expertů. Expert znalý řešené problematiky zásadně ovlivňuje kvantifikaci rizika oběma směry (pozitivním nebo negativním).

Expertní posuzování rizik má v současné době mimořádný význam zejména z důvodů nedostatečné propracovanosti, znalosti a vzájemné provázanosti rizik nejen v České republice, ale i v dalších vyspělých státech EU 28 nebo ostatního světa. V oblasti této problematiky schází dostatek odborných vzorů, postupů, metodik, které by mohly podstatným způsobem snižovat rizika zranitelnosti systému jako celku a jeho strategických částí.

Kontrolní seznamy zranitelnosti je vhodné strukturovat pro vodárenské a kanalizační systémy následujícím způsobem:

- vzájemná závislost výrobních a distribučních systémů,
- funkce a význam stavebních objektů,
- význam a struktura monitorovacích zařízení,
- vnímání nebezpečí a zpracování analýzy rizik.

Při expertním posuzování a práci s výše uvedenými principy se dosáhne časové úspory, protože není nutno podrobně hodnotit všechny rizikové prvky, ale pouze prvky, které mohou zásadním způsobem ovlivnit výrobně - distribuční systém ve standardních nebo krizových podmínkách. Pro výsledné výstupy z analýzy rizik a nebezpečí a zvýšení komfortu uživatele a rychlosti použití je vhodné mít operační systémy v softwarové verzi.

2.2 Metoda FMEA

Metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) je nejrozšířenější metodou expertní analýzy. Umožňuje analýzu vzniku poruch, možných způsobů poruch a jejich následků. Obecný postup metody je standardizován normou ČSN IEC 812. Metoda má dvě fáze:

- verbální fázi,
- numerickou fázi.

Zpravidla se v analýze každého projektu identifikuje několik různých druhů poruch, které mohou ohrozit daný systém. Pro tyto případy se určí pro každý druh poruch jejich hodnota. Při použití metody FMEA je důležité vyhodnotit odděleně závažnost nebezpečí a pravděpodobnost jeho vzniku. Velmi závažná nebezpečí jsou zpravidla málo pravděpodobná. Pro řešení problematiky ve vodárenství je vhodné kombinovat FMEA s metodou FMECA (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis), která se zaměřuje na závažnost a četnost poruch systémů. Hodnocení pravděpodobnosti a následků se provádí pomocí předem zvolených referenčních kategorií. Důležité pro analýzu je správné nastavení jejich jednotných hranic pro celý hodnocený systém.

2.3 Aplikace metod v ekonomických podmínkách provozovatelů

Minimalizovat rizika a nebezpečí, která mohou vznikat na infrastruktuře, je základní povinností všech jejich provozovatelů. Vzhledem k relativně vysoké ekonomické náročnosti uskutečnění provozně - bezpečnostních opatření na vodárenských nebo kanalizačních systémech v praxi, jsou velmi často realizována v několika etapách. Při stanovení etap je nutno vycházet z analýzy rizik na provozované zařízení. Ve vodárenství k těmto aspektům je nutno vždy přičíst současně i vliv na spotřebitele pitné vody, veřejnou a soukromou infrastrukturu jednotlivých měst a obcí. Na kanalizačních systémech je naopak velmi nutné pečlivě analyzovat negativní dopady mimořádné události na vodní ekosystémy. Pro vlastní analýzu rizik je vhodné rozdělit vodárenský systém na dva samostatně řešené okruhy:

- vodní zdroje,
- distribuční systémy pitných vod.

Pro ilustraci je v následujícím textu v redukované podobě naznačena aplikační možnost realizace analýzy na jedné ze strategické části vodárenských a kanalizačních systémů.

3. Diskuse

3.1 Metoda kontrolního seznamu – vodního zdroje

Tato technika identifikuje nebezpečí, která jsou typická pro daný typ vodního zdroje, jeho významu pro spotřebiště a zranitelnosti přírodními nebo antropogenními událostmi.

Má tři samostatné části:

- kontrolní seznamy zranitelnosti vodního zdroje,
- seznam přírodního nebezpečí,
- seznam antropogenního nebezpečí.

Trvalá rovnoměrná kapacitní využitelnost vodního zdroje

Při posuzování rizik a nebezpečí v analýzách je nutno posuzovat minimálně aspekty uvedené v následujícím výběru kontrolních seznamů zranitelnosti vodního zdroje z hlediska kapacitní využitelnosti vodního zdroje. Na vzájemné závislosti je nutné vždy zcela jednoznačně odpovědět ANO/NE, viz tabulka číslo 1.

Tabulka č. 1: Vzorový výběr z kontrolních seznamů zranitelnosti vodního zdroje

VZÁJEMNÉ ZÁVISLOSTI				
	Trvalá rovnoměrná kapacitní využitelnost surové podzemní a povrchové vody	Ano	Ne	Poznámka
1.	Splňuje podzemní vodní zdroj celkovou potřebu množství realizované vody ve spotřebišti?	ano		Reálná využitelnost je 12 l.s ⁻¹ , dlouhodobá kapacita 15 l.s ⁻¹
2.	Má vodní zdroj další kapacitní rezervy pro zvýšené čerpání v mimořádných situacích?	ano		Krátkodobě, cca 3-5 dnů, lze zvýšit čerpání na maximální kapacitu, tj. na 19 l.s ⁻¹
3.	Má vodní zdroj vyhlášené ochranné pásmo v dostatečném rozsahu ve vztahu k jeho provozní nezastupitelnosti?	ano		
4.	Ohrožují vodní zdroj přírodní a antropogenní nebezpečí a rizika?	ano		Riziko kontaminace studny závadnými látkami při povodňových stavech nad úroveň padesátileté vody

Zdroj: vlastní zpracování

Vzorový alternativní způsob hodnocení rizika a nebezpečí nedostatku surové vody ve zdroji je uveden v další části této kapitoly pomocí metody **Metoda FMEA/FMECA** (analýza druhu poruchových stavů a jejich důsledků aplikovaná pro vodárenské potřeby)

Řízení ochrany kvality surové vody

Surová povrchová nebo podzemní voda je považována za vyhovující, pokud splňuje kategorie kvality A1, A2, A3. V daném posuzovaném případě musí podzemní vodní zdroj splňovat kategorii surové vody A1 a index náročnosti úpravy „0“ (bez úpravy vody). Vzorové alternativní posuzování kvality surové vody ve vodních zdrojích je uvedeno v tabulce číslo 2.

Tabulka č. 2: Vzorový výběr z kontrolních seznamů zranitelnosti vodního zdroje

VZÁJEMNÉ ZÁVISLOSTI				
	Řízení ochrany kvality surové podzemní a povrchové vody	Ano	Ne	Poznámka
1.	Je zdroj surové vody ve standardním provozním prostředí ohrožován závadnými nebo nebezpečnými látkami organického nebo anorganického složení?	ano		Ale pouze anorganického složení ze zemědělsky obdělávaného pozemku v ochranném pásmu
2.	Je kvalita surové vody ohrožována ve zvýšené míře přírodními vlivy?		ne	Jen při povodních na úroveň padesátileté vody
3.	Je kvalita surové vody ohrožována antropogenními vlivy a událostmi?	ano		Jen zcela úmyslným činem nebo teroristickým činem
4.	Lze snížit rizika ohrožení kvality vody v místním podzemním zdroji přijetím technicko - provozních opatření?	ano		Realizací prvků pasivní a aktivní ochrany s dálkovými přenosy dat

Zdroj: vlastní zpracování

Nezbytnou součástí metody kontrolního seznamu expertního posuzování rizik a nebezpečí je v každé analýze jejich rozdělení do dvou kategorií, které mohou ohrozit posuzovaný systém z hlediska jeho funkčnosti:

- přírodní nebezpečí,
- antropogenní nebezpečí.

V samostatných tabulkách pro přírodní a antropogenní nebezpečí je nutno analyzovat všechna potenciální nebezpečí, která mohou vodárenské nebo kanalizační systémy ohrozit, případně při větším rozsahu vyřadit z provozu. Na základě předcházející analýzy provede expert další krok, který se zabývá problematikou rizik, které nelze dostatečně postihnout v analýze metody kontrolního seznamu.

3.2 Metoda FMEA

Základním rysem analýzy FMEA je uvažování o každé významnější části vodárenského systému o poruchovém stavu, který by mohl nastat a jaký by mohl mít důsledek. Metoda je obvykle popisná ve formě tabulek nebo pracovního listu. Metodu FMEA je vhodné ve specifických případech rozšířit o metodu FMECA, tj. o analýzu druhů, důsledků a kritičnosti poruchových stavů. Metoda obvykle sestává z následujících jednotlivých, ale na sebe úzce navazujících kroků.

3.2.1 Odhadování rizika

Pro reálné řešení různých druhů událostí je vhodné zvolit přiměřený typ matice. Použitá matice musí zaznamenat všechny podstatné odhadnutelné pozice a alternativní scénáře dle charakteru mimořádné události.

3.2.2 Výpočet rizika

Výpočet rizika pomocí matice vyplývající z kvalitativní analýzy rizika je jedním z nejdůležitějších činností analýzy rizika. Výpočet matice rizik musí kvantifikovat jednotlivé možné scénáře.

3.2.3 Analýza četností

Analýza četností se používá k odhadu pravděpodobnosti výskytu každé nežádoucí události. U výrobně - distribučních systémů pitných vod je nutno samostatně počítat s přírodními událostmi a antropogenními událostmi. Při jejich definování je nutno zohlednit mimo statistických údajů událostí z minulosti minimálně další faktory dle druhu a významu negativního působení na spotřebitele pitné vody nebo vodní ekosystémy.

3.2.4 Analýza následků

Analýza následků vyplývajících z vyřazení vodárenských soustav nebo kanalizačních systémů musí v dostatečné míře postihnout nebezpečí, která mohou v důsledku události vzniknout. Následky je vhodné rozdělit do tří skupin:

- primární,
- sekundární,
- terciární.

V jednotlivých skupinách je nutno nejen zhodnotit vlastní následky, ale současně zvažovat formu prevence a její ekonomicko – technický vztah k minimalizaci škod nebo k jejich úplnému zabránění.

3.2.5 Odhadování nejistot

Analýza nejistot zahrnuje stanovení kolísání a nepřesnosti ve výsledcích výpočtu modelu. Pro výrobně - distribuční systémy vodárenských soustav a městských vodovodů pitných vod lze konstatovat, že nejistoty výstupů při optimální expertní analýze a podrobné znalosti experta problematiky těchto systémů jsou minimální. Nejistoty u vodárenských systémů

s jedním nezastupitelným vodním zdrojem je nutno snížit v analýzách na téměř absolutní minimum.

V základním rozsahu se mohou projevit pouze v následujícím spektru nebezpečí:

- úmyslné poškození technologického nebo technicko - provozního systému,
- nepředvídatelná a rychlá a následně dlouhodobá změna klimatu,
- teroristický čin,
- válečné události.

Pro praktické využití orgány státní správy, samosprávy území, měst, havarijním a krizovém plánování a provozovateli vodárenských systémů, je vhodné mít vypracovaný pro každý posuzovaný provozní systém v listinné podobě a softwarovém provedení model, který je jasný, spolehlivý a lehce ovladatelný. Současná monitorovací technika a vědecké poznání zákonitostí dějů již v dostatečné míře umožňují všem provozovatelům vodárenských systémů, státní správě a samosprávě měst a obcí zvládat i vážné mimořádné události s minimálními sekundárními negativními následky. Vzhledem ke stále se zrychlujícímu technickému vývoji a poznání lze předpokládat, že v průběhu následujících 10 -15 let se bude vývoj ubírat směrem uvedeným v další části článku.

4. Nové trendy a možnosti snižování rizik ve vodárenství v 21. století

Více než 100 let bylo vodárenství a provozování kanalizačních systémů z velké části závislé na fyzické přítomnosti člověka u většiny provozních zařízení. K podstatným změnám dochází teprve se zaváděním monitorovací, řídicí a výpočetní techniky do provozních systémů v závěru 20. století. V jejím důsledku bylo možné snížit početní stavy zaměstnanců o desítky procent. Došlo nejen ke snížení počtu pracovníků, ale současně i ke zvýšení úrovně a bezpečnosti provozování této důležité technické infrastruktury a jejího operativního řízení v mimořádných nebo krizových podmínkách. V následujících letech lze očekávat na úseku provozování vodárenských a kanalizačních systémů pro veřejnou potřebu zejména následující vývoj:

- vytvoření matematických modelů u provozovaných distribučních vodárenských a kanalizačních systémů,
- provedení analýzy rizik na zdrojích vody a dalších strategických provozních zařízeních ke snížení rizika sekundárních škod způsobených přírodními nebo antropogenními událostmi,
- zvýšení hydraulické účinnosti vodovodních sítí, minimálně těch částí, které mají rozhodující vliv na strategickou veřejnou a soukromou infrastrukturu měst a obcí,
- realizace třetího stupně čištění odpadních vod u čistíren odpadních vod, zejména těch, které by mohly ohrožovat méně vodnaté recipienty,
- přesně strukturované a vědecko - technicky odůvodněné rozšiřování výpočetní, řídicí a monitorovací techniky do výrobního procesu,
- na úseku státní správy a samosprávy měst a obcí provedení analýz rizika a vypracování nových krizových plánů a u provozovatelů vodárenských a kanalizačních systémů plánů krizové připravenosti.

Výše uvedená a další opatření a činnosti nejen podstatně zefektivní pořizovací náklady při výstavbě objektových a liniových staveb, ale současně mají předpoklady snížit podstatným způsobem i trvalé provozní náklady u této technické infrastruktury. Při očekávaném vlivu klimatických změn se stanou i jedním z základních předpokladů snížení nezvládnutí potenciálních krizových situací, které mohou nastat a zřejmě minimálně na části území České republiky nastanou.

Literatura

[1] Ondeo Suez, [online], [citováno: 12. 11. 2007], dostupné z: <<http://www.ondeo.cz/>>

[2] Chipley, Michael et al, Risk Management Series Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings, FEMA (Federal Emergency Management Agency), US Department of Homeland Security, Eigenverlag, Dezember 2003, Seite 1- 5

Kontakt:

doc. Ing. Šárka Kročová, Ph.D.

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Lumírova 13/630

700 30 Ostrava - Výškovice

e-mail: sarka.krocova@vsb.cz