



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

**POSOUZENÍ RIZIK VEŘEJNÉHO VODOVODU JAKO
SOUČÁST PROVOZNÍHO ŘÁDU**

RISK ASSESSMENT OF PUBLIC WATER SUPPLY SYSTEM AS PART OF OPERATION PLAN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Břetislav Hájek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV TUHOVČÁK, CSc.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Břetislav Hájek
Název	Posouzení rizik veřejného vodovodu jako součást provozního řádu
Vedoucí práce	doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.

Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] TUHOVČÁK, L. a kol. Analýza rizik veřejných vodovodů. Akademické nakladatelství CERM, Brno 2010, ISBN 978-80-7204-676-6
- [2] TUHOVČÁK, L.; RUČKA, J. Využití teorie hodnocení rizik pro prioritizaci investic a provozních opatření v systémech veřejného zásobování pitnou vodou. In Pitná voda. 1. Bratislava: Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., 2009. s. 29-34. ISBN: 978-80-969974-2- 8.
- [3] Česká republika. Vyhláška 428/2001 Sb.: kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: Sbírka zákonů České republiky. 2001.
- [4] NOVOTNÁ, Aneta. Analýza a hodnocení rizik veřejného vodovodu. Brno, 2015, Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/41073>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Tomáš Vymazal.
- [5] KOŽÍŠEK, František a kol. Metodický návod ke zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou podle zákona o ochraně veřejného zdraví. SZU, Praha 2018

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Novela zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ukládá provozovatelům veřejných vodovodů zahrnout do provozních řádů posouzení rizik. Předmětem diplomové práce bude analýza rizik konkrétního veřejného vodovodu s využitím aplikace WaterRisk. Práce bude zaměřena na testování aplikace WaterRisk a návrh změn aplikace a zejména výstupního protokolu o provedeném posouzení rizik tak, aby se mohl stát součástí provozního řádu posuzovaného vodovodu v návaznosti na požadavky novely vyhlášek 252/2004 Sb. a 428/2001 Sb.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na posouzení rizik veřejného vodovodu s využitím aplikace WaterRisk vytvořenou na Ústavu vodního hospodářství obcí Fakulty stavební VUT v Brně. V práci se zabývám základními principy a metodami posuzování rizik. Dále se práce zaměřuje na testování aplikace WaterRisk a přepracování jejího manuálu. V poslední části se zabývám posouzením rizik konkrétního systému zásobování vodou.

KLÍČOVÁ SLOVA

Posouzení rizik, systém zásobování vodou, provozní řád, pitná voda, riziko, nebezpečí

ABSTRACT

The thesis is focused on the assessment of public water supply risks using the WaterRisk application created at the Institute of Municipal Water management, Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering. The thesis deals with the basic principles and methods of risk assessment. The thesis also focuses on testing the application WaterRisk and revising its manual. In the last part I deal with risk analysis of specific water supply system.

KEYWORDS

Risk assessment, water supply system, operating rules, drinking water, risk, hazard

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Břetislav Hájek *Posouzení rizik veřejného vodovodu jako součást provozního řádu*. Brno, 2020. 87 s., 22 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Posouzení rizik veřejného vodovodu jako součást provozního řádu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 4. 1. 2020

Bc. Břetislav Hájek

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Posouzení rizik veřejného vodovodu jako součást provozního řádu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 4. 1. 2020

Bc. Břetislav Hájek

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Ladislavu Tuhovčákovi, CSc. za odborné vedení a cenné připomínky a rady.

V Brně dne 4. 1. 2020

Bc. Břetislav Hájek

autor práce

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	MANAGEMENT RIZIK.....	9
2.1	Úvod do managementu rizik.....	9
2.1.1	Riziko.....	9
2.1.2	Postup managementu rizik.....	10
2.2	Metody analýzy rizik.....	12
2.2.1	Kvalitativní metody.....	12
2.2.2	Kvantitativní metody.....	12
2.2.3	Kombinované metody.....	12
2.3	Metody analýzy rizik použitelné ve vodárenství.....	13
2.3.1	Failure Modes , Effect and Critical Analysis (FMECA).....	13
2.3.2	Analýza stromu poruchových stavů FTA (Fault tree analysis).....	16
3	SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ.....	20
3.1	Analýza rizik v zahraničí.....	20
3.1.1	WSP (Water Safety Plans).....	20
3.1.2	Nizozemsko.....	24
3.1.3	Afrika.....	33
3.2	Analýza rizik v ČR.....	34
3.2.1	Legislativní požadavky – zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.....	35
3.2.2	Legislativní požadavky – vyhláška č. 252/2004 Sb.	36
3.2.3	Metodický návod ke zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou podle zákona o ochraně veřejného zdraví.....	38

4	WATERRISK	52
4.1	Metodika analýzy rizik	52
4.1.1	Použité metody	52
4.1.2	Vyhodnocení analýzy nebezpečí.....	54
4.1.3	Odhadování rizika.....	54
4.1.4	Kvantifikace rizika.....	57
4.1.5	Analýza nejistot	58
4.2	Práce v softwaru WaterRisk	62
4.2.1	Evidence majetku.....	63
4.2.2	Volba metodiky	63
4.2.3	Deskripce systému	64
4.2.4	Identifikace nebezpečí	64
4.2.5	Analýza rizik.....	64
4.2.6	Nápravná opatření.....	65
4.2.7	Vyhodnocení výsledků	65
4.3	Doporučení a úpravy	66
5	POSOUZENÍ RIZIK KONKRÉTNÍHO SYSTÉMU DODÁVKY PITNÉ VODY ..	67
5.1	Popis systému zásobení pitnou vodou	67
5.1.1	Vodní zdroje	67
5.1.2	Úprava vody.....	68
5.1.3	Distribuční systém	69
5.2	Identifikace nebezpečí	70
5.2.1	Vodní zdroje.....	70
5.2.1	Úprava vody.....	71
5.2.2	Distribuce vody.....	72

5.3	Posouzení rizik	73
5.3.1	Vodní zdroje	73
5.3.2	Úprava vody.....	75
5.3.3	Distribuce vody.....	75
5.3.4	Celkové posouzení rizik.....	78
6	ZÁVĚR	79
7	POUŽITÁ LITERATURA.....	80
	SEZNAM TABULEK	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	84
	SEZNAM PŘÍLOH.....	85
	SUMMARY	86
8	PŘÍLOHA Č. 1 – ÚŽIVATELSKÝ MANUÁL APLIKACE WATERRISK 2.0	87
8.1	Softwarová aplikace pro analýzu rizik SZV	87
8.2	Přehled kroků při práci v aplikaci	90

1 ÚVOD

Posuzování rizik se do oboru vodárenství dostalo díky Světové zdravotnické organizaci (WHO), která vytvořila koncepci plánů pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou tzv. water safety plans (WSP). [3]

V roce 2017 byla s platností k 1. 11. zákonem č. 202/2017 Sb. provedena novela zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, kterou se posouzení rizik dostalo do české legislativy. [10]

Po novele z roku 2018 (vyhláškou č. 70/2018 Sb.) obsahuje vyhláška nový § 3a (Postup vypracování posouzení rizik a hodnocení jeho výsledků), který uvádí, že se posouzení rizik zpracovává jako dokument, který popisuje průběh rizikové analýzy systému zásobování pitnou vodou a navrhuje nápravná a kontrolní opatření k ošetření nepřijatelných rizik. A také konkrétní postup jeho vypracování a hodnocení výsledků. [10]

V mé diplomové práci se budu zabývat metodikou posuzování rizik vytvořenou na Ústavu vodního hospodářství obcí Fakulty stavební VUT v Brně, který zároveň vytvořil webovou aplikaci WaterRisk, která slouží jako nástroj k posuzování rizik.

2 MANAGEMENT RIZIK

2.1 ÚVOD DO MANAGEMENTU RIZIK

2.1.1 Riziko

Slovo riziko vzniklo z italského a datuje se do 17. století. Slovem „risico“ označovali nebezpečí, kterému se bylo nutno vyhnout. Znamenalo to také vystavení se nepříznivým okolnostem. V současnosti se pod tímto pojmem obecně rozumí v negativním slova smyslu nebezpečí vzniku škody, ztráty, hrozby či zničení, případně neúspěch v podnikání. [6]

Dosud žádná všeobecně a kompletně uznávaná definice rizika neexistuje. Definice rizika záleží zejména na oboru, odvětví a problematice, co se pod tímto názvem rozumí. Existují skupiny definic technických, ekonomických, politických a sociálních. Pro potřeby této metodiky se riziko vyjadřuje v souladu s ČSN IEC 300 jako kombinace pravděpodobnosti vzniku nežádoucího stavu a jeho následků. Riziko má vždy alespoň dvě složky: četnost nebo pravděpodobnost P , se kterou se nežádoucí stav vyskytuje, a následky nežádoucího stavu C . Z toho vyplývá obecný vzorec pro vyjádření rizika: [4]

$$\mathbf{R} = \mathbf{P} \times \mathbf{C} \tag{2.1}$$

kde: \mathbf{R} ... vyjadřuje míru rizika

\mathbf{C} ... následky nežádoucího stavu

\mathbf{P} ... je pravděpodobnost výskytu nežádoucího stavu [4]

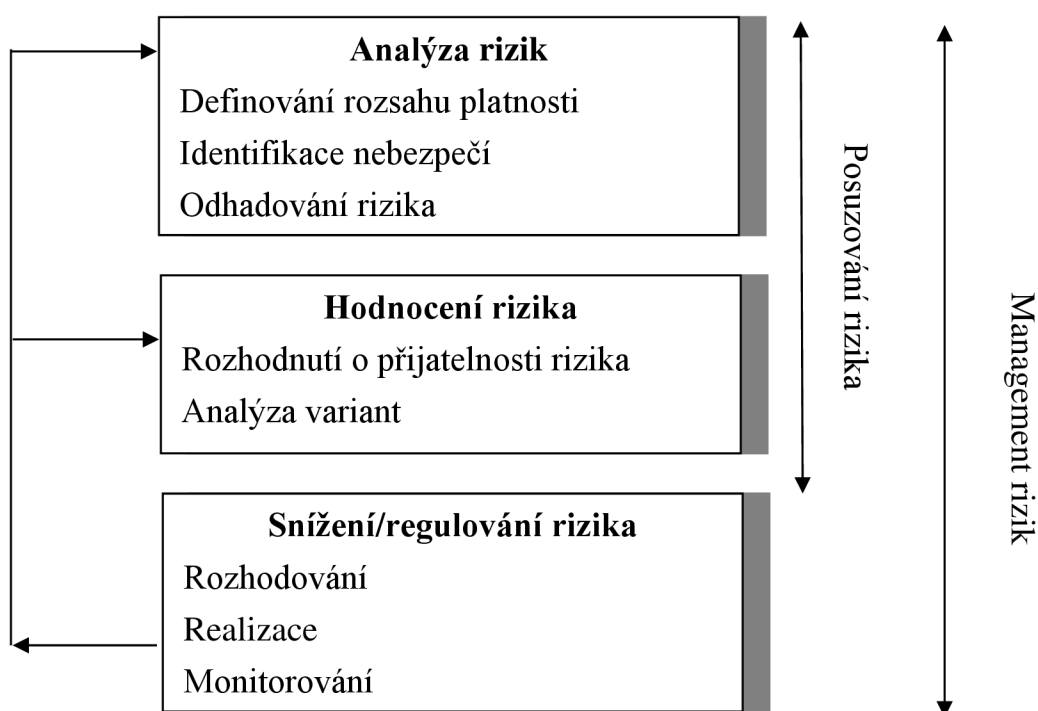
2.1.2 Postup managementu rizik

Prvním krokem při procesu managementu rizik, je analýza rizik. Tento krok zahrnuje obvykle Definování rozsahu platnosti, identifikaci nebezpečí a odhadování rizika. [4]

Druhým krokem je tzv. hodnocení rizika, který se zaměřuje ohodnocení případných následků, zahrnující jejich přijatelnost, případně vyčíslení škod. Těmito dvěma krokům se říká posuzování rizik. [4]

Třetím a posledním krokem, je snížení/regulování rizika. V tomto kroku se vytváří opatření, které buď sníží pravděpodobnost výskytu nežádoucího stavu, nebo sníží následky tohoto stavu. [4]

Cílem řízení rizik je v dostatečném předstihu reagovat na budoucí potenciální nepříznivé situace a omezit jejich dopad. [5]



Obr. 2.1 Posuzování a management rizika (ČSN IEC 300)

Historie řízení rizik se datuje k počátku 50. let dvacátého století, kdy si velké průmyslové společnosti začaly kupovat pojistné krytí podle skutečného vystavení rizika. Jejich cílem bylo dosáhnout slevy na pojištění vytvořením podmínek pro snížení podnikatelských rizik a přijímáním preventivních opatření ve vztahu k poznanému potenciálnímu nebezpečí. Takto se vytvořil nový obor lidské činnosti „rizikové inženýrství“ zaměřené na minimalizaci rizik. Jeho význam v současné době podtrhuje i úsilí normalizačních institucí standardizovat pojmy a činnosti zahrnuté pod pojmem „Management rizik“. Úlohy se ujala technická normalizační komise ISO TC 176 – Quality management and quality assurance, která je také zodpovědná za normy týkající se Managementu jakosti. Tato volba je logická, neboť řada požadavků systémů managementu jakosti směřuje k minimalizaci zvláště technických rizik. [1]

Management rizik je dnes plnoprávná moderní disciplína patřící do oblasti manažerských znalostí a dovedností. Již s ohledem na stále se zpřisňující legislativní podmínky podnikání patří mezi základní nástroje manažerského rozhodování. Praxe ukazuje, že podcenění této disciplíny může vést k vysokým finančním ztrátám a v extrémních případech i k přerušení kontinuity podnikání. [1]

Řízení rizik vodárenských systémů má v zahraničí relativně krátkou historii a v ČR je na samém počátku, kdy jsou využívány zkušenosti, metody a poznatky z jiných odvětví. V zahraničí se uplatňují tzv. Water Safety Plans, dále jen WSP, které vychází z mnoha principů a konceptů z jiných přístupů k řízení rizik, zejména přístupu HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) uplatňovaném v potravinářství. [2, 3]

V ČR se za počátek řízení rizik dá považovat vyhláška z roku 1998 č. 147/1998 o způsobu stanovení kritických bodů v technologii výroby, která zakotvila do českých zákonů přístup HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), v současné době zde platí přímo aplikovaná nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 853/2004 (o hygieně potravin) a 1831/2003. [4]

2.2 METODY ANALÝZY RIZIK

2.2.1 Kvalitativní metody

Tato metoda je založena na vyjádření následků a pravděpodobnosti jejich vzniku bodovým ohodnocením. Pravděpodobnost vzniku je většinou vyjádřena v procentech, tj. v intervalu (0;100) nebo (0;1). Ohodnocení následků se může bodově vyjadřovat například podle kategorie jejich dopadu, lze například použít interval (0;10), kdy kategorie 10 označuje fatální následky a 0 pak žádné. Úroveň těchto hodnot je určována expertním odhadem kvalifikovaných profesionálů. Tato metoda je snadná a rychlá, ale více subjektivní a její úskalí tkví v problémovém finančním ohodnocení následků. [6]

2.2.2 Kvantitativní metody

Tato metoda používá matematický výpočet rizika z frekvence výskytu hrozby a jejího dopadu. Následky kvantifikují pomocí ocenění dopadu dané události (př. tisíc Kč). Riziko je většinou vyjádřeno ve formě roční předpokládané ztráty. Kvantitativní metody jsou více exaktní než metody kvalitativní, spotřebují více času a úsilí, ale poskytují finanční vyjádření rizik, které je pro jejich zvládnutí výhodnější. Při její aplikaci může nastat problém vy smyslu nedostatku klíčových nebo věrohodných dat. [6]

2.2.3 Kombinované metody

Kombinované metody vycházejí z číselných údajů a za pomoci kvalitativního ohodnocení dochází k lepšímu přiblížení se realitě. Údaje užitá v kvalitativních metodách nemusí vždy odrážet pravděpodobnost a dopad, ale mohou být ovlivněna měřítkem stupnice, která je užitá. [6]

2.3 METODY ANALÝZY RIZIK POUŽITELNÉ VE VODÁRENSTVÍ

2.3.1 Failure Modes , Effect and Critical Analysis (FMECA)

Základní pojmy

Objekt (item)	Část nebo součást zařízení, subsystém, funkční jednotka, zařízení nebo systém. Může se též jednat o hardware, software nebo proces.
Porucha (failure)	Ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci.
Poruchový stav (fault)	Stav objektu, kdy není schopen plnit požadovanou funkci.
Důsledek poruchy (failure effect)	Následek způsobu poruchy pro provoz, funkci nebo stav objektu.
Způsob poruchy (failure mode)	Způsob, jakým u objektu dochází k poruše.
Kritičnost poruchy (failure criticality)	Kombinace závažnosti důsledků a četnosti výskytu nebo jiných atributů poruchy jako míra potřeby zaměřit se na ně a zmírnit je
Systém (systém)	Soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků.
Závažnost poruchy (failure severity)	Významnost nebo stupeň důsledků způsobu poruchy na provoz objektu.

Analýza způsobů a důsledků poruch FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) a analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) jsou nejrozšířenějšími metodami expertní analýzy. Umožňují analýzu vzniku poruch a jejich následků. Obecný postup metody je standardizován

normou ČSN IEC 812. Obě metody lze dobře využít pro analýzu rizika systémů zásobování pitnou vodou. Vychází z určité konstrukční úrovně, např. úrovně prvku nebo systému, pro níž jsou k dispozici kritéria poruchy. Vychází z charakteristik poruchy základního prvku a z funkční struktury systému a stanoví vztah mezi poruchami prvku a poruchami systému, selháními funkce, provozními omezeními a degradací provozuschopnosti nebo citlivosti systému. [4, 7]

Metoda FMECA je modifikace metody FMEA, do které je zahrnuto uvážení kritičnosti poruchy. Závažnost následků poruchy se popisuje kritičností, přičemž se stanoví několik tříd nebo úrovní kritičnosti. [4]

Analýza začíná výběrem prvku nejnižší zvolené úrovně, pro kterou je k dispozici dostatek informací. Pro tyto prvky se sestaví tabulka s různými způsoby poruch, které mohou u každého prvku nastat. Prvky jsou posuzovány jednotlivě a po řadě, následek poruchy každého z nich je považován za způsob poruchy při zvažování jejich důsledků na sousední vyšší úrovni. Takto se postupuje po úrovních výše, dokud nejsou identifikovány všechny důsledky poruch až po nejvyšší úroveň nebo po systémy jako celek. [4]

Při této metodě jsou postupně prověřeny všechny součásti systému s uvážením druhů a způsobu jejich poruchových stavů, příčin těchto poruch a jejich následky. Pro každou položku v úrovních se odhadnuta pravděpodobnost a následky z nichž je poté jejich kombinací vypočteno riziko pomocí rizikové matice. Pravděpodobnosti a následky jsou definovány lingvisticky jako malé, střední, vysoké, velmi vysoké. [4]

Zpravidla pro každý systém lze určit několik druhů poruch, které daný systém mohou ohrozit. Pro tyto případy se určí pro každý druh poruch jejich hodnota. Velmi závažné následky jsou většinou málo pravděpodobné. Pro řešení problematiky ve vodárenství je vhodné kombinovat FMEA s metodou FMECA, která se více zaměřuje na závažnost a četnost poruch systémů. Důležité pro tuto analýzu je správné nastavení jednotných hranic pro celý hodnocený systém. [7]

Postup při aplikaci FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

Analýza se zpravidla zahajuje poté, co je kompletně vymezen celý systém, tak aby se dal prezentovat jako funkční blokový diagram, ve kterém mohou být stanoveny technické parametry jednotlivých prvků. Pro správnou analýzu a pochopení systémů je mnohdy nezbytné zajistit součinnost týmu odborníků, kteří se systémem pracují a dobře jej znají a těmi jež budou FMEA aplikovat. [8]

Tento tým by měl zahrnovat technické pracovník, kteří mají dobré zkušenosti a znalosti s jednotlivými objekty a chápou vnitřní vztahy a možné interakce v analyzovaném systému. Jejich znalosti budou klíčové pro identifikaci kritických míst. Pro sběr dat bývají využívány metody brainstormingu, diagramu příčin a následků nebo jiné metody vedoucí k identifikaci možných způsobů vzniku poruch. [8]

Neangažovanost některých klíčových lidí, kteří nemají informace o analyzovaném objektu, může znamenat chybějící zdroj důležitých informací. Další část analýzy je sběr dat, která má za cíl identifikovat co nejvíce možných poruch, jejich způsoby vzniku a jejich následky. [8]

Jedna z metod pro určení kritičnosti je výpočet čísla RPN (*Risk Priority Number*). V tomto případě je riziko definováno ukazatelem závažnosti důsledků a odhadem pravděpodobností jeho výskytu v určeném časovém intervalu. V některých případech nejsou tyto ukazatele k dispozici a číslo RPN bývá nahrazeno číslem R, což je ukazatel potenciálního rizika. [8]

Vztah pro ukazatel potenciálního rizika R se vyjadřuje jako:

$$R = S \times P \quad (2.2)$$

kde: **S** (severity) ... bezrozměrné číslo, jež klasifikuje závažnost důsledků.

P (probability) ... bezrozměrné číslo, jež vyjadřuje pravděpodobnost výskytu poruchy.

Pro výpočet RPN se používá jako parametr tzv. „detekce poruchy“ bezrozměrné číslo D .

$$RPN = S \times D \times O \quad (2.3)$$

kde: S (severity) ... bezrozměrné číslo, jež klasifikuje závažnost důsledků.

O (occurrence) ... je pravděpodobnost výskytu způsobu poruchy v daném čase.

D (detection) ... klasifikace detekce poruchy. Jedná se o odhad pravděpodobnosti detekce poruchy. Vyšší detekční číslo znamená menší pravděpodobnost detekce.

Číslo priority rizika se používá k určení priority při přijímání opatření pro snížení způsobů poruch. Poruchám s vyšším číslem RPN se dává vyšší priorita při přijímání opatření. [8]

2.3.2 Analýza stromu poruchových stavů FTA (Fault tree analysis)

Základní pojmy

Výstup (outcome)	Výstup je výsledek děje - jedná se o následek příčiny. Výstupem může být událost nebo stav.
Vrcholová událost (top event)	Vrcholová událost je výstup kombinací všech vstupních událostí. Je umístěna na vrcholu diagramu událostí. Někdy též „konečná událost (final event)“ nebo „vrcholový výstup (top outcome)“
Hradlo (gate)	Značka používaná k definici vazby mezi výstupní událostí a vstupy. Značka hradla definuje typ logického vztahu mezi vstupními událostmi tak, aby došlo k výstupní události.
Kritický řez (cut set)	Události, které při jejich současném výskytu způsobí vrcholovou událost.

Min. kritický řez (minimal cut set)	Nejmenší množina událostí nutných k výskytu vrcholové události.
Událost (event)	Výskyt podmínky nebo děje.
Základní událost (basic event)	Událost nebo stav, který nelze dále rozvíjet.
Primární událost (primary event)	Událost nacházející se na nejnižší úrovni diagramu.
Mezilehlá událost (intermediate event)	Událost, které není ani vrcholovou, ani primární událostí.
Nerozvíjená událost (undeveloped event)	Událost bez vstupní události.
Jednobod. porucha (single point failure)	Událost způsobující bez ohledu na ostatní události vrcholovou událost.
Společná příčina (common cause)	Příčina výskytu několika událostí příčina výskytu několika jiných událostí.
Opakovaná událost (repeated event)	Událost, která je vstupem pro několik událostí vyšší úrovně.

Analýza stromu poruchových stavů FTA (Fault Tree Analysis) je analytická metoda pro posuzování rizik složitých systémů, založená na analýze vrcholové události, kde identifikujeme možné faktory, které k vrcholové události vedou. [9]

Metoda FTA může být kvalitativní i kvantitativní, a deduktivně se jí identifikují různé způsoby, které vedou ke vzniku specifikované nežádoucí události na vrcholu

stromu poruch (vrcholová událost). Strom poruch je logické schéma, které graficky zobrazuje vzájemné vztahy mezi vrcholovou událostí a jejími příčinami. Poruchové stavy identifikované ve stromu mohou být události, které jsou sdruženy s poruchami zařízení, s lidskými omyly nebo d jinými souvisejícími událostmi, které vedou k nežádoucí události.

Cílem analýzy je nalezení příčin a jejich kombinací vedoucích k vrcholové události a následnému využití těchto informací pro snížení pravděpodobnosti výskyt poruch v analyzovaných systémech. Jednotlivým událostem lze přiřadit pravděpodobnost jejich výskytu a tím identifikovat kritická místa v analyzovaném procesu. Takto lze stanovit, který ze způsobů poruch má největší vliv na pravděpodobnost výskytu poruchy v systému. Lze též posoudit následek výskytu primární události na pravděpodobnost výskytu vrcholové události. [4]

Na rozdíl od metody FMEA, se při analýze metodou FTA postupuje od vrcholové události směrem k základním procesům, kdežto při FMEA analýze postupujeme opačným směrem. [9]

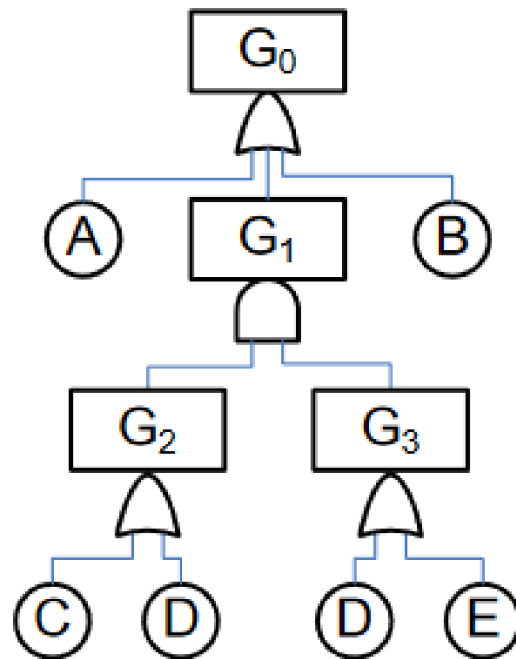
Postup při aplikaci FTA

Prvním krokem při realizaci FTA je vymezení jejího rozsahu, po kterém následuje seznámení se se systémem. Zde je nutná detailní znalost jeho jednotlivých částí, díky které se hledají možné způsoby poruch. Je též důležité se seznámit s vazbami a souvislostmi mezi jednotlivými bloky systému, kde může docházet k poruchám, které je nutné identifikovat a zaznamenat do stromu poruch.

Následuje definice vrcholové události, která bude nežádoucí stav, pro který budeme hledat možné způsoby poruch. Analýza probíhá od vrcholové události, přes mezilehlé události až po primární události, které znamenají prvotní příčinu poruchy.

Pro vytvoření stromu poruch používáme definované značky. Hlavní skupiny značek tvoří „události“ a „hradla“. Značky hradel nám definují vztahy mezi událostmi.

Výsledkem kvantitativní analýzy pomocí stromu poruch může být výpočet pravděpodobnosti s jakou se vrcholová událost vyskytne během specifikovaného časového intervalu. Příklad jednoduchého stromu poruch ilustruje následující obrázek. [9]



Obr. 2.2 FTA strom poruch [9]

3 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

3.1 ANALÝZA RIZIK V ZAHRANIČÍ

3.1.1 WSP (Water Safety Plans)

V zahraničí se pro vodárenské účely osvědčily tzv. water safety plans, dále jen WSP. Jedná se o nejúčinnější prostředek pro zajištění bezpečnosti dodávek pitné vody, při kterém je využíváno komplexního přístupu k posuzování a řízení rizik, který zahrnuje všechny kroky v zásobování vodou od jímání až po spotřebitele. Přístup WSP byl vyvinut s cílem organizovat a systematizovat dlouhou historii manažerských postupů uplatňovaných na pitnou vodu a zajistit použitelnost těchto postupů pro řízení kvality pitné vody. Vychází z mnoha zásad a konceptů z jiných přístupů k řízení rizik, zejména z přístupu HACCP, který se používá v potravinářství. [3]

Některé prvky WSP budou často implementovány jako součást obvyklé praxe dodavatele pitné vody nebo jako součást ověřené dobré praxe bez konsolidace do komplexní WSP. To může zahrnovat systémy zajišťování kvality (např. ISO 9001:2000). Stávající správné řídicí postupy poskytují vhodnou platformu pro integraci principů WSP. Stávající postupy však nemusí zahrnovat identifikaci nebezpečí přizpůsobenou systému a posouzení rizik jako výchozí bod pro správu systému. [3]

WSP se mohou lišit složitostí, podle situace. V mnoha případech budou velmi jednoduché a zaměří se na klíčová rizika zjištěná pro konkrétní systém. WSP jsou výkonným nástrojem pro dodavatele pitné vody pro bezpečné řízení dodávek. Pomáhají také doзору ze strany úřadů veřejného zdraví. [3]

WSP by měly být přednostně vyvinuty pro jednotlivé systémy pitné vody. U malých systémů to však nemusí být realistické a připravují se buď WSP s určenou technologií nebo modelové WSP s průvodci pro jejich vývoj. U menších systémů bude WSP pravděpodobně vypracován statutárním orgánem nebo akreditovanou organizací třetí strany. V těchto nastaveních mohou být také vyžadovány pokyny pro skladování,

manipulaci a používání vody v domácnosti. Plány zabývající se pitnou vodou by měly být spojeny s programem hygienického vzdělávání a poradenstvím pro domácnosti při zajišťování bezpečnosti vody. [3]

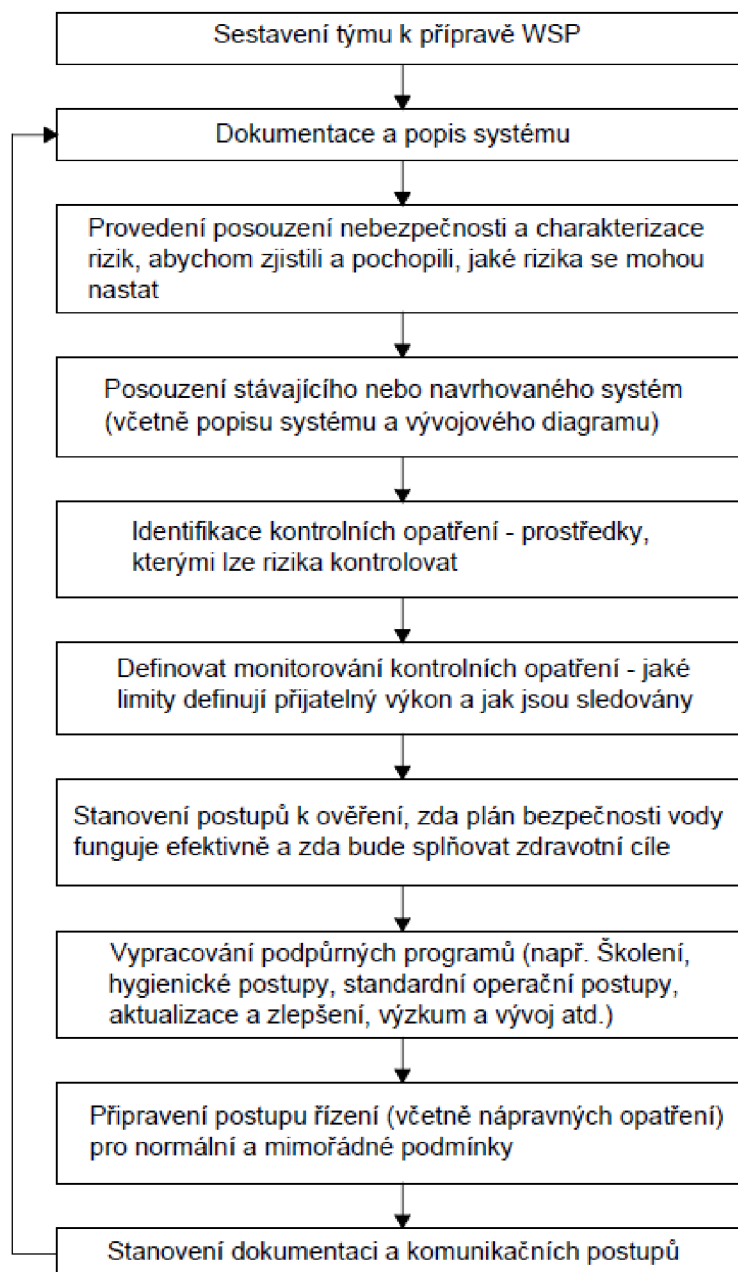
WSP má tři klíčové komponenty, které se řídí cíli zaměřenými na zdraví a jsou sledovány prostřednictvím dohledu nad pitnou vodou. Jsou jimi:

1. *posouzení systému* s cílem určit, zda dodavatelský řetězec pitné vody (do okamžiku spotřeby) jako celek může dodávat vodu v kvalitě, která splňuje zdravotní cíle. To také zahrnuje posouzení návrhových kritérií nových systémů.
2. identifikace kontrolních opatření v systému pitné vody, která bude kolektivně kontrolovat identifikovaná rizika a zajistí splnění zdravotních cílů. Pro každé zjištěné kontrolní opatření by měly být definovány vhodné prostředky pro *provozní monitorování*, které zajistí, že jakákoli odchylka od požadovaného výkonu bude včas a rychle zjištěna.
3. *plány řízení* popisující činnosti, které mají být podniknuty za běžných provozních podmínek nebo incidentů, a dokumentující hodnocení systému (včetně modernizace a zlepšení), plány monitorování a komunikace a podpůrné programy. [3]

Primárním cílem WSP při zajišťování správného zásobování pitnou vodou je minimalizace kontaminace zdrojových vod, snížení nebo odstranění kontaminace pomocí procesů čištění a zabránění kontaminaci během skladování, distribuce a manipulace s pitnou vodou. Tyto cíle jsou stejně použitelné pro velké zásobovací systémy, malé komunální zdroje nebo domácí systémy, jsou dosaženy prostřednictvím:

- rozvoje porozumění specifickému systému a jeho schopnosti dodávat vodu, která splňuje zdravotní cíle.
- identifikace potenciálních zdrojů kontaminace a způsob jejich kontroly.
- validace kontrolních opatření používaných k řízení rizik.
- implementace systému pro sledování kontrolních opatření ve vodním systému.

- včasná nápravná opatření k zajištění stálého přísunu bezpečné vody.
- provedení ověření kvality pitné vody, aby bylo zajištěno, že WSP je správně implementován a dosahuje výkonu požadovaného ke splnění příslušných národních, regionálních a místních standardů nebo cílů kvality vody. [3]



Obr. 3.1 Přehled klíčových kroků při vytváření WSP [3]

Aby se daly WSP považovat za spolehlivé pro kontrolu nebezpečí a nebezpečných událostí, pro které byla stanovena, musí být podložena přesnými a spolehlivými technickými informacemi. Tento proces získávání důkazů o tom, že jsou WSP účinné, se nazývá validace. Tyto informace lze získat od příslušných průmyslových subjektů, ze srovnávání s většími orgány (za účelem optimalizace sdílení zdrojů), z vědecké a technické literatury nebo z odborného úsudku. Předpoklady a specifikace výrobce pro každý kus zařízení a každou bariéru musí být validovány pro každý systém, aby se zajistilo, že zařízení nebo bariéra je v tomto systému účinná. Důležitá je validace specifická pro systém, jako jsou proměnné ve vodě. [3]

Validace obvykle zahrnuje rozsáhlejší a intenzivnější monitorování než běžné provozní monitorování, aby se určilo, zda systémové jednotky fungují tak, jak se předpokládá při hodnocení systému. Tento proces často vede ke zlepšení provozního výkonu prostřednictvím identifikace nejučinnějších provozních režimů. Další výhody procesu validace mohou zahrnovat identifikaci vhodnějších parametrů provozního monitorování. [3]

Ověření kvality pitné vody je ukazatelem celkového výkonu systému pitné vody a konečné kvality pitné vody dodávané spotřebitelům. To zahrnuje monitorování kvality pitné vody a hodnocení spokojenosti spotřebitelů. [3]

Pokud je za dodávku pitné vody odpovědný určitý subjekt, měla by jeho odpovědnost zahrnovat přípravu a provádění WSP. Tento plán by měl být obvykle přezkoumán a dohodnut s orgánem odpovědným za ochranu veřejného zdraví, aby se zajistilo, že bude dodávat vodu v kvalitě odpovídající cílům na základě zdraví. [3]

Pokud neexistuje žádný formální poskytovatel služeb, měl by příslušný vnitrostátní nebo regionální orgán působit jako zdroj informací a pokynů o řízení dodávek pitné vody. To bude zahrnovat stanovení požadavků na provozní monitorování a řízení. Přístupy k ověřování za těchto okolností budou záviset na kapacitě místních orgánů a komunit a měly by být definovány ve vnitrostátní legislativě. [3]

3.1.2 Nizozemsko

V posledním desetiletí byly WSP úspěšně implementovány v zemích s vysokými i nízkými příjmy. V současné době jsou WSP implementovány v různé míře přibližně v 93 zemích po celém světě, 30 % zemí se nachází v rané fázi implementace; 46 zemí uvádí, že mají nástroje, zákony a regulace, které propagují nebo vyžadují WSP, a v dalších 23 zemích jsou tyto nástroje ve fázi přípravy. Jednou z těchto zemí je Nizozemsko. [12]

V Nizozemsku je pitná voda vyráběna z povrchových vod (38%) a podzemních vod (62%). V Nizozemsku produkuje pitnou vodu pouze několik stovek malých soukromých dodavatelů, kteří zásobují zejména kempy a rekreačních parků. Ostatní obyvatelstvo zásobuje deset největších veřejných společností, z nichž každá obsluhuje mezi 435 000 a 5,7 milionu lidí. Výroba a distribuce pitné vody společnostmi je v Nizozemsku regulována podle nizozemského zákona o pitné vodě. Na vodárenské společnosti dohlíží Lidský inspektorát životního prostředí a dopravy Ministerstva infrastruktury a vodního hospodářství, přičemž ministr má konečnou odpovědnost za zajištění bezpečné pitné vody. [12]

Ačkoli v Nizozemsku neexistuje žádný konkrétní právní předpis, který by uváděl konkrétní formulaci WSP, ta jsou předpisy založeny na stejných zásadách rizikové analýzy. Zaručení nepřetržité dodávky pitné vody v požadované kvalitě bylo vždy prioritou pro národní politiku a nizozemské společnosti zabývající se pitnou vodou. V roce 2001, předtím, než WHO a IWA spustily WSP, byly první de facto WSP zahájeny společnostmi zabývajícími se pitnou vodou v Nizozemsku, kde byl vyvinut softwarový program MarRiskA, jako nástroj pro usnadnění této implementace rizikové analýzy v jednotném formátu. Řada společností spolupracovala na vývoji nástrojů na mezinárodní úrovni, jako je například databáze rizik TECHNEAU. Do roku 2010 různé společnosti zabývající se pitnou vodou dokončily přibližně sedmnáct WSP uplatňujících zásady přístupu WHO. V roce 2013 nizozemské vodárenské společnosti projednaly potřebu jednotně implementovat WSP jako rámec pro rizikovou analýzu a management. V té

době to bylo považováno za další břemeno nad rámec stávajících požadavků a postupů v oblasti řízení rizik bez dalšího přínosu, protože se předpokládalo, že většina kroků ve WSP již existuje. Tuto studii provedl Národní institut pro veřejné zdraví a životní prostředí a Watercycle Research Institute, jménem ministerstva infrastruktury a vodního hospodářství. [12]

V Nizozemsku legislativa výslovně nezmiňuje WSP, ale předepisuje rizikovou analýzu a management v legislativě. Na základě přezkumu politiky byly identifikovány následující přístupy:

- Kvantitativní analýza mikrobiálních rizik (QMRA)
- Soubory na ochranu pitné vody
- Analýza poruchových rizik (DRA) jako součást plánů zásobování pitnou vodou
- Kontrola prevence legionel v instalacích pitné vody
- Kodex hygienické praxe pro zásobování pitnou vodou
- Monitorovací program kvality pitné vody - založené na riziku [12]

QMRA (Kvantitativní analýza mikrobiálních látek)

Nizozemský zákon o pitné vodě stanoví, že viry indexových patogenů, by neměly překročit riziko jedné infekce na 10 000 jedinců ročně. Pro prokázání mikrobiální bezpečnosti pitné vody musí nizozemské společnosti vyrábějící pitnou vodu provést alespoň jednou za čtyři roky QMRA pro tyto takzvané indexové patogeny. Od roku 2005 nizozemské společnosti vyrábějící pitnou vodu prováděly QMRA, jak je popsáno v nizozemském inspekčním pokynu 5318 pro všechny závody na výrobu povrchové vody. QMRA zahrnuje popis systému, jakož i identifikaci možných mikrobiálních rizik a nebezpečných událostí a požadavek na monitorování od zdroje po zpracování vody. Společnosti používající povrchovou vodu k výrobě pitné vody odhadují riziko infekce pomocí výpočetního nástroje. Odhadovaná rizika jsou vyhodnocena a diskutována v úzké spolupráci mezi společnostmi zabývajícími se pitnou vodou. [12]

Soubory na ochranu pitné vody

Jak je popsáno v politických instrukcích o pitné vodě, příslušné orgány a společnosti vyrábějící pitnou vodu se dohodly na společném zřízení souborů na ochranu pitné vody pro vstupní zóny. Soubory na ochranu pitné vody obsahují informace o kvalitě zdrojů, zdrojích znečištění a zranitelnosti vodního systému. V souborech na ochranu pitné vody se vyhodnocují rizika týkající se všech možných kontaminantů pitné vody. Na základě hodnocení jsou zapojeny různé zúčastněné strany, aby určily opatření zaměřená na prevenci a řízení rizik. Součástí tohoto přístupu je také sledování kontrolních opatření a pravidelná aktualizace souborů ochrany pitné vody. Soubory na ochranu pitné vody musí být aktualizovány každých šest let. V Nizozemsku jsou soubory na ochranu pitné vody součástí provádění článků 7, 8 a 11 rámcové směrnice o vodě. Ochranné spisy jsou také nástrojem pro spolupráci a výměnu informací mezi společnostmi vyrábějícími pitnou vodu, příslušnými orgány odpovědnými za provádění rámcové směrnice o vodě a dalšími zúčastněnými stranami. Společnosti zabývající se pitnou vodou používají výsledky analýzy pro své monitorovací programy založené na riziku. [12]

Analýza povrchových rizik (DRA)

Podle požadavků vyhlášky o pitné vodě, společnosti vyrábějící pitnou vodu vypracují DRA jako součást plánu dodávky pitné vody. Hodnotí tak rizika ze seznamu hrozeb a nebezpečí, která mohou mít vliv na množství nebo kvalitu vody. Na základě výsledků DRA jsou do plánu zásobování pitnou vodou zahrnuta další kontrolní opatření, aby se minimalizovala rizika pro veřejné zásobování pitnou vodou. Tyto plány zásobování pitnou vodou (včetně hodnocení) musí být revidovány každé čtyři roky a jsou schváleny inspektorátem životního prostředí a dopravy. [12]

Kontrola prevence legionel v instalacích pitné vody

Kontrola prevence legionel je povinná pro instalace pitné vody v budovách používaných lidmi s vyšším rizikem infekce legionelly, jako jsou nemocnice, domovy důchodců, hotely a bazény. Vlastník budovy odpovídá za posouzení rizik podle

nizozemských předpisů (mikrobiální nebezpečí), které by měla provádět certifikovaná osoba nebo organizace. Dále je vyžadován plán řízení, který popisuje regulační opatření, jako je proplachování, regulace teploty a monitorovací program. [12]

Společnost zabývající se pitnou vodou dodávající vodu kontroluje, zda vlastník budovy splnil svou odpovědnost podle prevence legionel. Nesoulad při sledování legionel musí být oznámen inspektorátu životního prostředí a dopravy. Pokud je po prohlídce pitnou vodou nezbytné zlepšení, musí vlastník provést plán zlepšení. [12]

Plnění WSP

Všechny společnosti zabývající se pitnou vodou sestavily týmy, které se zaměřují na rizikovou analýzu (**krok 1 WSP**), ale někdy se do různých činností zapojili různí lidé nebo týmy, jakož i do všech zákonem požadovaných přístupů. Týmy byly většinou interní, široké a multidisciplinární skladby a příležitostně byly týmům nápomocny externí odborníci. Dvě společnosti zabývající se pitnou vodou měly jeden zastřešující tým odpovědný za rizikovou analýzu, zatímco dalších osm vodárenských společností mělo zapojených týmů několik. [12]

Všech deset společností mělo úplný a aktuální popis systému pitné vody (**krok 2 WSP**). Popis systému od zdroje ke spotřebiteli také zahrnoval pracovní postupy a procedury a byl digitálně dostupný u všech společností. Bylo použito více než 20 různých softwarů pro popis systému pro různé komponenty (zdroj-úprava-distribuce). Příkladem těchto softwarů jsou geografické informační systémy, návrhový software a síťové informační systémy. Kvůli použití různých softwarů pro popisy vodovodních systémů od zdroje po distribuci nebyly tyto systémy automaticky propojeny. Pouze tři společnosti propojily všechny popisy systému od zdroje po spotřebitele (včetně procesů a postupů). [12]

Všechny společnosti si byly vždy vědomy možných rizik pro zásobování pitnou vodou a vynaložily velké úsilí na jejich snížení. Kromě všech šesti zákonných požadavků měly nizozemské společnosti vyrábějící pitnou vodu odvětví nebo činnosti

specifické pro danou společnost za účelem identifikace nebezpečí a nebezpečných událostí a provedení posouzení rizik (**krok 3 WSP**). Příklady používané v některých společnostech zabývajících se pitnou vodou jsou:

- Interní audity, které se zaměřují na nesrovnalosti, incidenty nebo možné riziko a následná opatření.
 - Inspekce a technické prověření.
 - Analýza trendů pro identifikaci budoucích rizik.
 - Analýzy rizik pro správu aktiv, jako je analýza efektů a kritických situací v režimu selhání.
 - WSP přístup k identifikaci nebezpečí a nebezpečných událostí od zdroje po distribuci.
 - Analýzy rizik pro jejich monitorování a screening neregulovaných látek.
- [12]

Společnosti poskytující pitnou vodu zavedly mnoho různých kontrolních opatření ke snížení potenciálních rizik (**krok 4 WSP**). Kontrolní opatření byla předepsána zákonnými požadavky na rizikovou analýzu, ale také dalšími právními předpisy, poradenskými směrnici nebo postupy řízení specifickými pro společnost. [12]

Pro zajištění účinného fungování kontrolních opatření vyhodnotily nizozemské společnosti vyrábějící pitnou vodu účinnosti kontrolních opatření. Pro toto hodnocení jsou nejvhodnější terénní údaje od konkrétní společnosti, aby se vyhodnotila účinnost kontrolních opatření, následovaná pilotními daty generovanými konkrétní společností. [12]

Společnosti spolupracují ve výzkumu na ověření kontrolních opatření. Příkladem takového společného výzkumu je redukce patogenů pomalou pískovou filtrací, infiltrací půdy nebo UV dezinfekcí a rozpadem mikropolutantů pomocí pokročilé oxidace peroxidem UV. [12]

Pokud jde o právní požadavky na posuzování rizik, všechny společnosti také na základě těchto posouzení rizik pro připravily plány na zlepšení identifikovaných rizik (**krok 5 WSP**). [12]

Kromě analýzy povrchových rizik (DRA) předepisují všechny zákonné požadavky mikrobiální a fyzikálně-chemické parametry, které mají být sledovány pro různé účely, jako je monitorování kvality vody, monitorování provozu a ověřování. Pro provozní monitorování (**krok 6 WSP**) právní předpis stanovuje parametry, které mají být testovány pro monitorování regulačních opatření. Příkladem je měření pH, zákal, průtok, dávkování chemikálií a tlak, které se měří online u většiny vodárenských společností. Kromě měření jsou pravidelně prováděny také vizuální inspekce jak pro infrastrukturu, tak pro postupy. [12]

Všechny společnosti měly další monitorování kvality vody u zdroje, čištění a distribuce (nadstandardní měření), jako jsou další vzorky, biomonitoring a screening neznámých a nestandardizovaných vznikajících látek. Všech deset společností oznámilo postupy pro abnormality v procesu kontroly a měření kvality vody. V některých společnostech se dokončení postupů pro abnormality lišilo, ale všechny fungovaly nepřetržitě. Ve všech společnostech se prokázalo, že postupy nápravných opatření působí na anomálie. [12]

Účinnost WSP byla ověřena pomocí tří různých metod: sledování souladu, audit rizikové analýzy a průzkumy spokojenosti zákazníků (**krok 7 WSP**). [12]

Zákon o pitné vodě vyžaduje, aby společnosti vyrábějící pitnou vodu měly certifikované systémy řízení kvality. Zapojení managementu je důležité pro vytvoření rámce pro implementaci rizikové analýzy adresováním finančních a jiných zdrojů. Kromě toho hraje vedení důležitou roli při vývoji postupů a komunikace při identifikaci potenciálních rizik a zlepšování v organizaci (**krok 8 WSP**). V rámci systému řízení kvality mají všechny společnosti standardní pracovní postupy. Legislativa dále předepisuje testování vody v akreditovaných laboratořích, které by měly mít standardní

provozní postupy. Kodex hygienické praxe pro zásobování pitnou vodou předepisuje postupy pro řízení kvality a rizik. Nizozemský zákon o pitné vodě obsahuje právní požadavky týkající se nepřetržitého zásobování pitnou vodou za normálních, nenarušených a narušených okolností. Tyto požadavky se většinou zaměřují na množství vody a zahrnují prvky jako reakce na mimořádné situace, zabezpečení vodovodního systému a zásobování pitnou vodou během selhání vodovodního systému. Všechny vodárenské společnosti zavedly bezpečnostní a pohotovostní plány. [12]

Všechny společnosti provedly řadu podpůrných činností, aby zvýšily povědomí o nebezpečích pitné vody a rizicích kontaminace (**krok 9 WSP**). Ve dvou zákonem požadovaných přístupech byl výslovně uveden kodex hygienické praxe pro zásobování pitnou vodou a soubory pro ochranu pitné vody, podpůrné činnosti. [12]

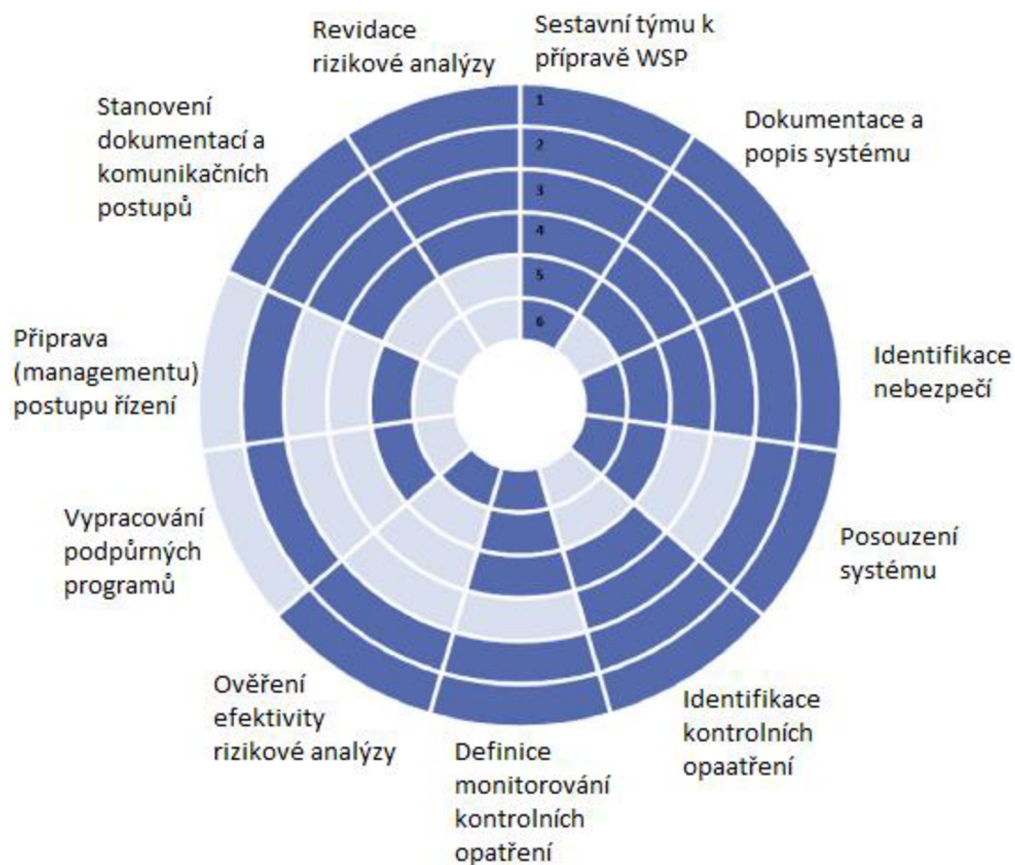
Byly provedeny periodické kontroly, aby byl popis systému aktuální, (**krok 10 WSP**). Platnost popisu systému pro distribuční síť byla v případě potřeby zkontrolována a opravena jako součást každodenních činností tak, aby změny nebo pozorování v terénu mohly být zahrnuty přímo do popisu. Rovněž byly prováděny pravidelné revize zákonem požadovaných přístupů rizikové analýzy, včetně plánů a zlepšení. [12]

Od devadesátých let vypracovaly společnosti pokyny pro kontinuální zásobování pitnou vodou a zásobování vodou během mimořádných událostí a katastrof (**krok WSP 11**). Jak je uvedeno v kroku 8 WSP, všechny společnosti zavedly plány bezpečnosti a pohotovostní plány. Incidenty by měly být oznámeny inspektorátu životního prostředí a dopravy a poté by měla být riziková analýza revidována a měly by být poskytnuty informace o tom, jak zabránit opakování těchto incidentů. [12]

Šest výše zmíněných přístupů k rizikové analýze porývají různé kroky uvedeného postupu ve WSP. Ve všech přístupech (1-6) probíhá sestavení týmu a identifikace nebezpečí. Popis systému byl proveden v 5 přístupech. Nejlepší pokrytí WSP má přístup QMRA, která pokrývá 10 kroků a Soubory na ochranu pitné vody s kompletním pokrytím WSP. [12]

Schematický přehled kroků WSP pokrytých (tmavě modrá) nebo nepokrytých (světle modrá) šesti přístupů rizikové analýzy reprezentovanými kruhy:

1. Kvantitativní analýza mikrobiálních rizik (QMRA)
2. Soubory na ochranu pitné vody
3. Analýza poruchových rizik (DRA) jako součást plánů zásobování pitnou vodou
4. Kontrola prevence legionel v instalacích pitné vody
5. Kodex hygienické praxe pro zásobování pitnou vodou
6. Monitorovací program kvality pitné vody - založené na riziku [12]



Obr. 3.2 Pokrytí kroků WSP různými přístupy [12]

Šest přístupů obsahuje pokročilé a podrobné metody posuzování rizik, vyvinuté za účelem získání více informací o konkrétních nebezpečích nebo konkrétních částech systému zásobování vodou. Přestože všech 11 kroků WSP bylo těmito šesti přístupy pokryty, žádný z těchto přístupů nebyl samostatně schopen:

- a. identifikovat mikrobiologická, chemická i fyzikální nebezpečí
- b. pokrytí celého dodavatelského řetězce pitné vody a;
- c. být aplikovatelný na všechny typy systémů dodávek pitné vody [12]

To ukázalo, že k zajištění úplných informací o všech nebezpečích a nebezpečných událostech od zdroje po distribuci bylo zapotřebí více přístupů rizikové analýzy kombinací konkrétních a podrobných informací shromážděných jednotlivými přístupy. Použitím více přístupů čelilo následujícím výzvam:

- d. sdílení znalostí mezi různými přístupy kvůli zapojení různých týmů
- e. kombinování informací kvůli více používaným systémům pro sběr dat v různých přístupech rizikové analýzy
- f. stanovení priorit kvůli použití různých metodik pro porovnání a hodnocení rizik [12]

Zajištění bezpečné pitné vody vyžaduje aktivní a preventivní přístup. Zatímco WHO doporučuje WSP jako přístup rizikové analýzy, nizozemské společnosti používají více přístupů, včetně různých právně požadovaných metod. Šest zmíněných přístupů je velmi specifických a podrobných a zaměřuje se na různé části dodávky vody. Dlouhá tradice preventivního řízení rizik v Nizozemsku, založená na technickém a teoretickém porozumění, výzkumu a zkušenostech, vedla k dobré kombinaci přístupů rizikových analýz, ještě před vývojem rámce WSP. Šest zákonem požadovaných přístupů poskytuje pokročilé a podrobné informace o konkrétních nebezpečích a nebezpečných událostech v každé části dodavatelského řetězce. Proto je třeba výsledky kombinovat, aby poskytovaly informace o všech nebezpečích a nebezpečných událostech od zdroje po

distribuci. Přestože je riziková analýza v nizozemském sektoru pitné vody jednotná, mezi jednotlivými společnostmi existují malé rozdíly. [12]

3.1.3 Afrika

Mezi africkými zeměmi je průkopníkem v implementaci Plánů bezpečnosti vody (WSP) Uganda. První WSP pochází již z roku 2002 a měla za cíl posoudit stav WSP v Ugandě se zaměřením na zkušenosti národního provozovatele (National Water and Sewerage Corporation). Tato studie ukázala, že hlavními překážkami při implementaci WSP je nedostatečně vyškolený tým a chybné vnímání a neschopnost hodnotit účinnost WSP. Příznivé faktory byly zodpovědnost za veřejné zdraví a dobré vztahy se zákazníky. [13]

Zavádění WSP v Africe probíhá více než 10 let. V žádné z těchto zemí není možné plně využít výhod přístupu WSP, protože byly provedeny pouze dvě známé studie o účinnosti WSP v Jihoafrické Republice a v Konžské demokratické republice. [13]

V Jihoafrické Republice se využila metoda HACCP pro hodnocení rizik z místa dodání do domácností do domácností v malých venkovských vodních systémech v provincii Limpopo. Studie ukázala, že přerušovaná dodávka služeb, přístup k nebezpečné vodě a špatná hygiena v domácnostech vedly ke spotřebě kontaminované vody a doporučila použít přístup HACCP k identifikaci nebezpečí a kritických kontrolních bodů, aby se snížila rizika a dosáhlo se zlepšení bezpečnosti. [13]

Studie v Kongu byla součástí výzkumného projektu čtyř zemí prováděného v Indii, Kongu, Fidži a Vanuatu s cílem zjistit a sdílet zkušenosti získané při provádění WSP v komunitou spravovaných systémech zásobování vodou. Studie odhalila, že implementace WSP nevedla ke zlepšení mikrobiologické kvality vody, ale došlo k lepšímu porozumění rizikům, bezpečnosti a zabezpečení vody a vývoji plánů na zlepšení. [13]

V současné době ugandské Ministerstvo životního prostředí (Ministry of Water and Environment) vytváří „národní rámec pro řízení a regulaci kvality pitné vody“, který bude obsahovat pokyny pro bezpečnost a zabezpečení vody. [13]

Studie také hodnotila současný stav systému zásobování vodou ve 20 městech na základě praktického průvodce WHO. Bylo použito kvalitativní skóre, přičemž maximální možné skóre bylo 120 bodů, které indikuje kompletní shodu s klíčovými kroky WSP (viz. Obrázek 3.1 Přehled klíčových kroků při vytváření WSP). [13]

System zásobování vodou byl hodnocen jako „vynikající“, pokud se jeho celkové skóre pohybovalo od 115 do 120 bodů, „velmi dobré“ pro 103 až 114 bodů, „dobré“ pro 91 až 102 bodů, „průměrné“ pro 79 až 90 bodů, „Podprůměrný“ za 61 až 78 bodů a „potřebná prioritní pozornost“ za méně než 61 bodů. [13]

Pouze tři systémy dosáhly průměrného skóre, čtyři podprůměrného a zbylé systémy vyžadovaly prioritní pozornost. [13]

3.2 ANALÝZA RIZIK V ČR

V České republice byl v roce 2018 vydán Státním zdravotním ústavem Metodický návod ke zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou podle zákona o ochraně veřejného zdraví. Tato metodika se řídí hygienickými požadavky, která definuje pitnou vodu „vyhovující kvality“ jako vodu pro spotřebitele zdravotně bezpečnou a po sensorické stránce (co do chuti, pachu, barvy či zákalu) přijatelnou. Vychází tak ze zformulovaného cíle moderního vodárenství Mezinárodní asociace pro vodu (IWA), která říká, že: „*Cílem je dobrá nezávadná pitná voda, která se těší důvěře spotřebitelů. Voda, kterou lze nejen bez obav pít, ale u níž spotřebitel zároveň oceňuje její estetickou kvalitu.*“ [10]

V české legislativě se „risk assessment“ neboli „posouzení rizik“ objevuje od roku 2017. Správnější by však bylo používat termín „posouzení a řízení rizik“, protože

legislativa vyžaduje kromě identifikace možných nebezpečí také aplikaci příslušných opatření k jejich eliminaci. Tato legislativa vychází ze směrnice EU (směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě ve znění směrnice Komise (EU) 2015/1787). [10]

3.2.1 Legislativní požadavky – zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví

Zákonem č. 202/2017 Sb. byla s platností od 1. 11. 2017 provedena novela zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Díky této změně se dostalo posouzení rizik do české legislativy jako povinný nástroj pro provozovatele vodovodů a dalšího zásobování pitnou vodou pro veřejnou potřebu. Posouzení rizik je úzce spojeno s provozním řádem, protože ovlivňuje jeho obsah. Proto se objevuje v novém § 3c citovaného zákona jako součást provozního řádu (resp. bude se jednat o přílohu k provoznímu řádu). [10]

§ 3c odst. Uvádí, že:

Osoby uvedené v § 3 odst. 2 jsou povinny vypracovat provozní řád, který obsahuje

- a) údaje o zdroji a místu odběru vzorků surové vody,
- b) základní údaje o technologii úpravy vody, používaných chemických látkách a chemických směsích,
- c) údaje o opatřeních nutných pro omezení nepřijatelných rizik v celém systému zásobování,
- d) předpokládaný počet zásobovaných osob,
- e) monitorovací program,
- f) **posouzení rizik**, nejde-li o osoby uvedené v § 3 odst. 2 písm. b) a dále o osoby uvedené v § 3 odst. 2 písm. c) a d), pokud dodávají pitnou vodu do objektů se sezónním provozem, a
- g) způsob vedení záznamů o kontrole funkce systému zásobování a o provádění údržby.

§ 3c, odst. 5 pak upřesňuje, co posouzení rizik obsahuje

- a) popis systému zásobování vodou,

b) popis zjištěných nebezpečí a odhad jejich závažnosti a

c) stanovení nápravných nebo kontrolních opatření k odstranění nebo zmírnění nepřijatelných rizik v celém systému zásobování.

Postup vypracování posouzení rizik a hodnocení výsledků tohoto postupu stanoví prováděcí právní předpis, kterým je vyhláška č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Podle § 3c odstavce 6 a 7 osoby uvedené v § 3 odst. 2 jsou povinny předložit návrh provozního řádu podle odstavce 1 ke schválení příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví. Průběžně jej přezkoumávat a aktualizovat a vždy při změně podmínek provozu předkládat návrh změn ke schválení příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví. Pokud nedochází ke změně provozního řádu, jsou povinny předkládat provozní řád podle odstavce 1 ke schválení příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví nejméně jednou za 5 let. [10]

3.2.2 Legislativní požadavky – vyhláška č. 252/2004 Sb.

Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Po novele z roku 2018 (vyhláškou č. 70/2018 Sb.) obsahuje vyhláška nový § 3a (Postup vypracování posouzení rizik a hodnocení jeho výsledků), který uvádí: Posouzení rizik se zpracovává jako dokument, který popisuje průběh rizikové analýzy systému zásobování pitnou vodou a navrhuje nápravná a kontrolní opatření k ošetření nepřijatelných rizik; konkrétní postup jeho vypracování a hodnocení výsledků tohoto postupu stanoví příloha č. 7 k této vyhlášce. [10]

Příloha č. 7 nám určuje sérii kroků, podle který se posouzení rizik vypracuje (viz tab. 3.1). Pro charakterizaci rizik se mohou použít tabulky 3.2. až 3.4., popřípadě jiná srovnatelná metodika, která vhodným způsobem posoudí následky a pravděpodobnost výskytu zjištěných nebezpečí, rozdělí je podle míry rizika a určí nepřijatelná rizika. [10]

Příloha č. 7 také stanovuje že:

- Za nepřijatelná se považují rizika vysoká a střední; v případě velkých vodárenských systémů a velkého počtu identifikovaných rizik se za nepřijatelná považují pouze ta střední rizika, která by měla velké následky. Uvedený postup se použije pro vypracování, přezkoumání i aktualizaci posouzení rizik.
- Posouzení rizik se zpracovává pro každou zásobovanou oblast samostatně. Jestliže je zásobovaná oblast součástí skupinového vodovodu, zpracuje se posouzení rizik pro celý skupinový vodovod, pokud má jednoho provozovatele. V případě více provozovatelů skupinového vodovodu se posouzení rizik vypracovávají takovým způsobem, aby na sebe posouzení rizik jednotlivých částí systému obsahově i časově navazovala, nevyklučují-li to objektivní okolnosti. [10]

Tab. 3.1 Obsah a struktura posouzení rizik [10]

Krok	Název	Obsah	Výstup
1	Ustavení osoby či pracovního týmu	Jmenování osoby či ustavení pracovního týmu odpovědného za zpracování posouzení rizik a jeho zavedení do praxe.	Hlavní odpovědná osoba, která zpracování provedla, a seznam členů pracovního týmu, pokud zpracování provádělo více osob.
2	Popis systému zásobování vodou	Inventura systému po stránce technické, organizační i personální.	Aktuální popis systému zásobování vodou (zdroj, úprava, distribuce, odběratelé, organizace provozovatele - odpovědnost za jednotlivé úseky systému, způsob dokumentace činností).
3	Identifikace nebezpečí	Vyhledání všech relevantních existujících nebo hrozících nebezpečí [§ 2 písm. m)] v posuzovaném systému zásobování; popis stávajících kontrolních opatření [§ 2 písm. n)] a jejich propojení s určenými nebezpečími.	Seznam identifikovaných nebezpečí a jejich příčin, rozdělených podle jednotlivých částí systému zásobování a doplněných o již použitá relevantní kontrolní opatření. Návrh dodatečného šetření v případě nejasných nebezpečí.

4	Charakterizace rizika	Odhad pravděpodobnosti vzniku nebezpečí podle tabulky 2 a následků zjištěných nebezpečí podle tabulky 3, určení nepřijatelných rizik a s nimi souvisejících kritických bodů v systému zásobování.	Seznam identifikovaných nebezpečí s určením jejich závažnosti, který obsahuje: a) hodnocení pravděpodobnosti jejich výskytu a jejich následků na jakost nebo množství dodávané vody, b) míru rizika každého nebezpečí vyplývající z uvedeného hodnocení, c) označení nepřijatelných rizik (kritických bodů systému).
5	Nápravná a kontrolní opatření	Určení odpovídajících nápravných [§ 2 písm. o)]nebo kontrolních opatření u nepřijatelných rizik nebo dalších rizik, která provozovatel považuje za významná a potřebná k ošetření, a naplano vání jejich provedení či zavedení do praxe.	Seznam nepřijatelných rizik s návrhem na: a) nápravná opatření k jejich odstranění nebo zmírnění (tam, kde je to možné), včetně časového harmonogramu, b) kontrolní opatření (tam, kde riziko nelze odstranit).
6	Provozní monitorování kritických bodů	Zavedení systému provozního monitorování zvolených kontrolních opatření u kritických bodů.	Návody na způsob a četnost kontroly kritických bodů formou kontrolních opatření a jejich začlenění do monitorovacího programu, včetně způsobu dokumentování provedených kontrol.
7	Verifikace	Ověření správnosti posouzení rizik a provozního řádu a jejich účinnosti v praxi.	Popis, jakým způsobem budou hodnoceny správnost a účinnost posouzení rizik a provozního řádu a jejich naplňování v praxi.
8	Přezkoumání účinnosti	Periodické přezkoumání účinnosti posouzení rizik na základě nových zkušeností, výsledků o jakosti vody a havárií.	Datum, kdy bude nejpozději provedeno přezkoumání, a podmínky, za kterých má být přezkoumání provedeno okamžitě.

3.2.3 Metodický návod ke zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou podle zákona o ochraně veřejného zdraví

Krok 1: Ustanovení osoby či pracovního týmu

Za zpracování posouzení rizik a jeho uvedení do praxe musí být někdo odpovědný. Je tedy nutné jmenovat konkrétní osobu, která bude mít tento úkol na starost a bude vybavena příslušnými pravomocemi i potřebnými prostředky. Určená osoba pak bude mít pro tento účel k dispozici pracovní tým. U malých, provozně jednoduchých

vodovodů, studní a individuálních zdrojů, které zásobují jeden objekt je možné zpracování jednou osobou, ale minimálně z hlediska vyloučení provozní slepoty je vhodné, aby se na zpracování podílelo více osob. [10]

U vodárenských systémů provozovaných obcí či jiným neprofesionálním provozovatelem nalézt vhodné, odborně způsobilé osoby, přestože posouzení rizik je logický postup či nástroj, který by měl být uchopitelný každým, kdo si troufá provozovat vodovod nebo jiný systém veřejného zásobování pitnou vodou. V takovém případě je nutné přizvání externího poradce. [10]

Mohou se vyskytnout i případy, že si provozovatel nechá posouzení rizik vypracovat od konzultační firmy. V takovém případě je nutné, aby s firmou, která nezná místní podmínky, úzce spolupracoval a důkladně seznámil s fungováním systému a jeho slabými místy. Sám provozovatel se pak musí s posouzením seznámit, zeptat se na všechny nejasnosti a pochopit, jak se výstupy promítnou do běžného provozu vodovodu. [10]

V případě složitějších a větších systémů zásobování vodou by měl posouzení rizik zpracovat tým, který by měl disponovat multidisciplinárními znalostmi zahrnujícími problematiku znečištění prostředí v ochranných pásmech vodních zdrojů, problematiku čerpání surové vody, úpravy vody a její distribuce. Klíčová je přítomnost osob dokonale znajících posuzovaný systém zásobování. [10]

Pokud provozovatel vodovodu není zároveň jeho vlastníkem, tak by měl do řešitelského týmu přizvat i zástupce vlastníka, neboť některá opatření mohou být pouze v kompetenci vlastníka. [10]

Krok 2: Popis systému zásobování vodou

Podrobná znalost celého systému zásobování vodou, je základem pro to abychom poznali kde a jak mohou nastat nežádoucí stavy. Prvním úkolem je tedy vytvoření

aktuálního popisu systému zásobování vody od jeho zdroje až po místo předání odběrateli. Pro přehlednost je vhodné systém rozdělit na tyto prvky:

- Zdroj vody
- Úprava vody
- Distribuce vody
- Odběratele

K tomuto úkolu je vhodné shromáždit podklady jako jsou provozní řád včetně mapových podkladů, hydrogeologické posudky, plány objektů a provozní deník. Jako doplňující užitečné dokumenty lze použít havarijný řád, plán obnovy nebo provozní pokyny pro speciální objekty. Zejména provozní pokyny a havarijný řád mohou poskytovat důležité informace o existencích kontrolních opatření. [10]

Aktuální popis systému by měl obsahovat:

- Přehlednou mapu o geografickém umístění celého systému;
- Schéma zařízení (hydraulický diagram) s vyznačením všech objektů a směru proudění vody v distribuční síti;
- Soupis základních informací o systému zásobování, včetně stručné charakteristiky odběratelů, domácnosti, průmysl, citliví odběratele (např. nemocnice, potravinářské provozy...);
- Popis využívaného zdroje vody;
- Popis ochranných pásem vodního zdroje;
- Seznam a popis všech vodárenských zařízení a délky a druhů materiálů potrubí;
- Popis technologie úpravy vody včetně dezinfekce a výčet všech chemických látek používaných k úpravě;
- Způsob vedení provozních záznamů [10]

Většinu z těchto věcí by měl provozovatel již mít k dispozici, je tedy úkolem týmu ověřit, zda jsou existující dokumenty aktuální, přehledné a dostupné. Pokud jsou

uvedené mapy a plánky součástí provozního řádu, lze se na ně jen odkázat. Podobně jsou-li ostatní dokumenty dostatečně popsány v provozním řádu, není nutné je ve výstupu posouzení rizik znovu celé opakovat, ale stačí tyto informace stručně shrnout. [10]

Součástí popisu systému, by měl být kromě popisu infrastruktury a její funkce také popis organizace provozovatele, jakož i odpovědnosti, případně i kvalifikace zaměstnanců, popis rozdělení povinností, zodpovědností jednotlivých pracovníků a popis organizace při krizovém řízení. [10]

Pro 3. krok je pak v tomto kroku zpracovat přehled havárií za posledních nejméně 5 let a také přehled jakosti dodávané pitné vody za posledních 5 let vycházející z povinných kontrolních rozborů. [10]

Krok 3: Identifikace nebezpečí

V tomto kroku je potřeba identifikovat všechna reálná (existující) i potenciální nebezpečí celého systému zásobování včetně jejich příčin. Dále jejich ověření a vytvoření jejich seznamu podle jednotlivých částí systému (zdroj, úprava, distribuce). K těmto nebezpečím je také sestaven přehled existujících opatření, která se již používají, aby byla známá nebezpečí a s nimi spojená rizika „pod kontrolou“, čili aby se jim předcházelo, popřípadě byla ze systému odstraněna, nebo se jejich přítomnost omezovala na přijatelnou míru. [10]

Pro účel zpracování tohoto kroku je nutné definovat pojem nebezpečí. Pro účely této metodiky definujeme nebezpečí ve shodě s vyhláškou č. 252/2004 Sb. pod pojmem **nebezpečí** jakýkoli biologický, chemický, fyzikální nebo radiologický činitel ve vodě nebo stav vody, který může ohrozit zdraví odběratelů nebo spotřebitelů vody nebo způsobit organoleptické závady vody; nebezpečím se dále rozumí i omezení nebo úplné přerušování dodávky vody odběratelům. **Nebezpečnou událostí** či příčinou nebezpečí pak rozumíme událost, která buď způsobuje vnos nebezpečí do systému zásobování, nebo selhání bariéry určené k odstranění existujícího nebezpečí. Příkladem první události je

např. silný déšť nebo povodeň, která zdroj vody mikrobiologicky znečistí. Příkladem druhé události může být selhání technologie úpravy na odstranění dusičnanů, které způsobí, že vysoká koncentrace dusičnanů v surové vodě bude i v distribuované vodě pitné. [10]

Některé složky nebezpečí mohou být identifikovány pomocí analýzy dat o jakosti vody z povinného sledování distribuované vody. Nejde jen o sledování překračování limitů, ale i o sledování vývoje hodnot jednotlivých ukazatelů v čase, aby se zjistila jejich stabilita, a tudíž zranitelnost nebo existující trend. Vhodné je využít i analýzy poruch a stížností spotřebitelů. [10]

Hlavním nástrojem identifikace nebezpečí je systematická analýza celého systému zásobování vodou, která zahrnuje kontrolu kvality zdroje surové vody a její ochrany, případnou úpravu až po akumulaci a distribuci. Tato analýza musí vycházet ze znalosti všech prvků systému a z ověření jejich aktuálního stavu. [10]

Jedná-li se o rozsáhlejší systém, je vhodné provést identifikaci a popis všech možných nebezpečí v systému zásobování vodou ve skupině či týmu osob, ve které jsou osoby dobře obeznámené s fungováním jednotlivých částí systému. Také je vhodné mít v týmu i externí osoby znalé hodnocení rizik v podobných systémech nebo specializované na některou užší část systému (např. na úpravu vody). Vhodnou pomůckou řešitelskému týmu jsou existující databáze nebezpečí (např. databáze nebezpečí projektu TECHNEAU, kterou lze najít na seznamu webu SZU, nebo v příloze C metodického návodu ke zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou státního zdravotnického ústavu). [10]

Většina nebezpečí budou specifická a nebude se vyskytovat ve všech systémech, ale jen v některých z nich podle místní situace. Několik nebezpečí však souvisejících s distribuční sítí a vodojemy bude společných všem provozovatelům vodovodů. Tato generická rizika lze uvažovat při každém posuzování rizik:

- Vniknutí neznámé osoby do vodojemu.

- Nevhodný materiál distribuční sítě podléhající korozi nebo uvolňující nežádoucí chemické látky nebo podporující růst bakterií.
 - Nevhodný způsob odkalování sítě.
 - Náhlý pokles tlaku v síti v důsledku havárie řadu.
 - Hygienicky nedokonalý způsob opravy řadů a jejich znovuuvedení do provozu po haváriích a rekonstrukcích
 - Absence nebo nefunkčnost zařízení zabraňujícího zpětnému toku v objektech napojených na vodovod, ve kterých existuje riziko propojení s rozvodem nepitné vody nebo domovní studnou. Takové propojení se sice zakázané, ale na základě zkušeností z praxe víme, že je nelze vyloučit.
- [10]

Nebezpečí lze rozdělit do tří skupin. První skupina jsou nebezpečí, u kterých víme a máme potvrzeno, že se v systému již dříve vyskytly. Druhá skupina naopak obsahuje nebezpečí, u kterých si budeme jisti, že k nim dosud nedošlo. Třetí skupinou pak zůstávají hypotetická nebezpečí, která mohou nastat, ale chybí důkazy o tom, zda k nim skutečně dochází nebo ne. V těchto případech, zvláště pokud je jim přiřazeno střední nebo vysoké riziko, je vhodné navrhnout takové šetření, které by prokázalo či vyvrátilo, aby se v další fázi toto riziko zbytečně nepřeceňovalo nebo naopak nepodceňovalo. Pokud je šetření jednoduché, doporučuje se jej provést v rámci stávajícího posouzení rizik. Pokud si vyžaduje delší nebo náročnější sledování, pak by mělo být řádně naplánováno a promítne se, v případě potřeby, až do dalšího přezkoumání posouzení rizik. [10]

Posledním úkolem je inventura existujících kontrolních opatření (bariér). Pojmem kontrolní opatření se rozumí jakákoli činnost, jež předchází nebezpečí, které nelze žádným opatřením zcela vyloučit, nebo která riziko snižuje na přijatelnou úroveň. Kontrolní opatření mohou mít povahu infrastrukturní (např. oplocení zdroje), technickou (např. úprava vody, dezinfekce) či organizační (např. omezení používání

pesticidů v ochranném pásmu). Zároveň je potřeba posoudit jejich účinnost a spolehlivost, což je potřebné pro následující krok hodnocení rizik. [10]

Krok 4: Charakterizace rizika

Charakterizace rizik vychází ze zjištěných nebezpečí a spočívá v odhadu pravděpodobnosti vzniku či výskytu nebezpečí nebo jeho následku a následného určení míry rizika. Účelem tohoto kroku je určení, které nebezpečí představuje nepřijatelné riziko, a je proto potřeba se jím zabývat. [10]

V příloze č.7 vyhlášky č. 252/2004 Sb. Můžeme nalézt pomocné tabulky pro odhad pravděpodobnosti (Tab. 3.2), následků nebezpečí (Tab. 3.3) a stanovení míry rizika (Tab. 3.4). V tomto zákonu je však také uvedeno, že lze použít jinou srovnatelnou metodiku, která vhodným způsobem posoudí následky a pravděpodobnost výskytu zjištěných nebezpečí, rozdělí je podle míry rizika a určí nepřijatelná rizika. Matice rizik (Tab. 3.4.) je vždy subjektivním, arbitrárním rozhodnutím a nemusí mít pouze rozměry (5x4). Některé zahraniční metodiky, například dále zmíněné WSP (water safety plans) používají matici rozšířenou (5x5), jiné metodiky naopak používají matici zúženou (3x3). [10]

Každé nalezené nebezpečí se podrobí dvěma hodnocením:

- a) hodnocení pravděpodobnosti výskytu (viz. Tab. 3.2.), ze které vzejde úroveň pravděpodobnosti A až E,
- b) hodnocení následků (viz. Tab. 3.3.), ze které vzejde úroveň následků 1 až 4.

Pomocí tabulky (Tab. 3.4.) se z obou hodnot určí míra rizika na nízké, střední a vysoké. [10]

Tab. 3.2 Doporučený způsob hodnocení pravděpodobnosti výskytu nebezpečí (tabulka 2 přílohy č. 7 vyhlášky č. 252/2004 Sb.).

Úroveň pravděpodobnosti výskytu	Slovní popis pravděpodobnosti výskytu	Meze hodnotících kritérií podle pravděpodobnosti výskytu
A	Téměř jisté	Jedenkrát denně nebo trvale
B	Pravděpodobné	Jedenkrát týdně nebo několikrát měsíčně
C	Méně pravděpodobné	Jedenkrát měsíčně nebo několikrát ročně
D	Nepřavděpodobné	Jedenkrát ročně a méně
E	Vzácné	Jedenkrát za pět a více let

Tab. 3.3 Doporučený způsob hodnocení následků nebezpečí pro kvalitu vody a její dodávku (tabulka 3 přílohy č. 7 vyhlášky č. 252/2004 Sb.).

Úroveň následků	Slovní popis následků	Meze hodnotících kritérií podle typu následků	
4	Velké	Kvalita vody	<ul style="list-style-type: none"> a) prokazatelně dojde ke zhoršení organoleptických vlastností vody, voda se stane nepřijatelnou pro větší počet spotřebitelů b) dojde k překročení mírnějšího limitu pro nouzové zásobování u chemického ukazatele s nejvyšší mezní hodnotou c) dojde (dochází) k výraznému překročení limitu nebo k opakovanému překračování limitu u mikrobiologického ukazatele s nejvyšší mezní hodnotou d) konzumace vody může způsobit onemocnění nebo úmrtí
		Množství vody	<ul style="list-style-type: none"> a) přerušení dodávky na více než 2 dny – přechod k náhradnímu zásobování pitnou vodou b) přerušení dodávky v důsledku havárie citlivým odběratelům (zejména poskytovatelům zdravotnických služeb, potravinářským podnikům apod.) na dobu delší než 2 hodiny

3	Střední	Kvalita vody	<ul style="list-style-type: none"> a) dojde ke zhoršení organoleptických vlastností vody, které zaregistruje a nepříznivě vnímá větší okruh spotřebitelů b) dojde k překročení limitní hodnoty u chemického ukazatele s nejvyšší mezní hodnotou, ale není překročen limit pro nouzové zásobování c) dojde k překročení limitu pro nouzové zásobování u ukazatele s mezní hodnotou d) dojde (dochází) k občasnému menšímu překročení limitu u mikrobiologického ukazatele s nejvyšší mezní hodnotou
		Množství vody	<ul style="list-style-type: none"> a) přerušení dodávky vody na 12 h až 2 dny - zajištění náhradního zásobování vodou (cisterny), částečné či úplné omezení provozu b) pokles hydrodynamického přetlaku pod 0,15 MPa při zástavbě do dvou nadzemních podlaží, resp. pod 0,25 MPa při zástavbě nad dvě nadzemní podlaží na déle než 2 dny c) vyhlášení omezení zalévání zahrad a napouštění bazénů
2	Malé	Kvalita vody	<ul style="list-style-type: none"> a) dojde ke zhoršení organoleptických vlastností vody, které zaregistruje menší okruh spotřebitelů b) dojde k překročení limitní hodnoty u ukazatele s mezní hodnotou, ale není překročen limit pro nouzové zásobování c) dojde k mírnému zvýšení hodnot chemického ukazatele, ale ještě ne k překročení nejvyšší mezní hodnoty
		Množství vody	<ul style="list-style-type: none"> a) přerušení dodávky vody do 12 hodin
1	Neznámé či žádné	Kvalita vody	<ul style="list-style-type: none"> a) žádný zjištěný vliv nebo zanedbatelné následky nevýznamného zvýšení hodnot ukazatele, ale ne překročení mezní hodnoty; nejsou ovlivněny organoleptické vlastnosti vody
		Množství vody	<ul style="list-style-type: none"> a) občasný pokles tlaku, který však neomezí dodávku vody žádnému spotřebiteli

Tab. 3.4 Způsob stanovení míry rizika při použití doporučených způsobů hodnocení pravděpodobnosti výskytu a následků (tabulka 4 přílohy č. 7 vyhlášky č. 252/2004 Sb.).

Pravděpodobnost (výskytu nebezpečí)	Následky			
	nevýznamné	malé	střední	velké
A (téměř jisté)	1	2	3	3
B (pravděpodobné)	1	2	2	3
C (méně pravděpodobné)	1	2	2	3
D (nepravděpodobné)	1	1	2	2
E (vzácně)	1	1	1	2

Poznámka: 1 – nízké riziko, nevyžadující opatření nebo jen drobné úpravy provozu, lze zvládnout běžnými postupy;

2 – střední riziko, podle situace může znamenat nutné zásadní úpravy provozu, ale také jen pravidelné monitorování stavu;

3 – vysoké riziko, vyžaduje urychlené řešení [10]

Při hodnocení se bere v úvahu existence a spolehlivost stávajících kontrolních opatření vůči možným nebezpečím. Kontrolní opatření je vhodné stručně popsat. U nebezpečí s nízkým rizikem se provede druhé hodnocení pro případ, že by kontrolní opatření nefungovalo. Toto paralelní hodnocení se provádí za účelem zjištění, která z kontrolních opatření jsou co do snížení rizika nejdůležitější a je jim proto třeba věnovat hlavní pozornost. Pokud by se výpadkem kontrolního opatření zvýšilo riziko z nízkého na střední nebo vysoké, pak je nutné toto kontrolní opatření rovněž považovat za kritický bod systému. [10]

Podobně lze modelově odhadnout míru rizika u nebezpečí, kterému chybí nápravné nebo kontrolní opatření jaké riziko bude mít po realizaci navrženého opatření. Toto provozovateli naznačí, které z opatření by vedlo k největšímu snížení rizika, a pomůže mu tak stanovit priority pro plánování nápravných kontrolních opatření. [10]

Výstupem tohoto kroku bude seznam identifikovaných nebezpečí s určením jejich závažnosti, který obsahuje:

- a) hodnocení pravděpodobnosti jejich výskytu a jejich následků na jakost množství dodávané vody,
- b) míru rizika každého nebezpečí vyplývající z uvedeného hodnocení,
- c) označení nepřijatelných rizik (kritických bodů systému). [10]

Krok 5: Náprava a kontrolní opatření

Účelem této etapy je navrhnout a realizovat nápravná opatření, která dají provozovateli systému záruku, že všechna zjištěná nepřijatelná rizika má účinně pod kontrolou. Je také potřeba potvrdit a ověřit spolehlivost existujících opatření, popřípadě je zlepšit nebo navrhnout nové tam, kde dosavadní opatření není dostatečně účinné. [10]

Některá nebezpečí lze zcela odstranit jednorázovým a jednoduchým nápravným opatřením s přijatelnými náklady. Každé takové opatření musí být konkrétní a jasně specifikované, s uvedením zodpovědných osob za jeho splnění a s termínem plnění. Příkladem jednorázového řešení by mohla být instalace mřížky do okna vodojemu, která zabrání vniknutí zvířat nebo hmyzu, zabezpečení vstupu vodojemu nebo třeba oprava oplocení. [10]

Jiná nebezpečí pro své odstranění mohou vyžadovat delší fázi plánování a schvalování se značnými finančními náklady. Příkladem může být vybudování nového zdroje, rekonstrukce vodojemu nebo výměna části vodovodního řádu. Tato opatření, která jsou uskutečnitelná pouze ve střednědobém nebo dlouhodobém horizontu, je nutné uvést do plánu opatření jako body otevřené – realizovatelné v dlouhodobém horizontu. [10]

V případě akutního rizika, ve kterém není možné realizovat potřebné nápravné opatření v rámci krátkodobých kroků, je nutné jako dočasné nebo alternativní opatření naplánovat intenzivní kroky na poli údržby nebo kontroly. Může také nastat kombinace nápravného a kontrolního opatření v případě, že jednorázové opatření nesníží riziko dostatečně a je proto nutné, aby následovalo opatření kontrolní. [10]

Ve zbývajících kritických bodech, ve kterých není možné eliminovat nebezpečí, se takové nebezpečí musí omezit pomocí jiných opatření, která budou mít nejčastěji charakter pravidelné údržby nebo průběžné provozní kontroly. Čím důležitější je určité opatření ke zvládnutí rizika, tím frekventovanější by měly kontroly být. V mnoha případech lze přejít až ke kontinuálnímu měření pomocí on-line techniky. [10]

Cílem tohoto kroku je vytvoření plánu na postupné zlepšování systému a jeho realizaci. Navržená opatření i jejich termíny by měly být realistické a odrážet možnosti provozovatele a vlastníka systému zásobování. Plán jednorázových, krátkodobých nebo dlouhodobých nápravných opatření by měl být jedním ze strategických dokumentů vedoucích pracovníků zajišťujících chod, údržbu a rozvoj systému zásobování. [10]

Krok 6: Provozní monitorování kritických bodů

Kritickým bodem či kritickým kontrolním bodem se označují místa, spojená s nepřijatelnými riziky, která vyžadují konkrétní opatření. [10]

Kontrolní opatření vztahující se ke kritickým bodům se musí stát rutinní součástí běžného provozu a musí být součástí provozního řádu. Ke každému takovému opatření by měl být zpracován písemný návod na jeho provádění, za účelem instrukce zaměstnanců, kteří jej musí mít k dispozici. Návod také slouží jako doklad pro auditní organizaci. [10]

Forma návodu může být relativně jednoduchá a měla by obsahovat:

- Co se sleduje.
- Jakým způsobem se to sleduje.
- V jakém místě se to sleduje.
- Kdo to sleduje.
- Jak často se to sleduje.
- Jedná-li se o odběr vzorku vody, kdo provede následnou analýzu.
- Jsou stanoveny varovné nebo kritické meze sledovaného ukazatele?

- Komu bude nahlášen výsledek sledování v případě překročení varovných a kritických mezí, resp. kdo rozhodne o nutnosti podniknutí dalších kroků.
- Jak bude výsledek sledování dokumentován.

V návodu by měly také být uvedené varovné a kritické limity a jasné nápravné postupy při jejich dosažení, překročení, resp. zjištění odchylky od žádoucího stavu. Odchylkou může být díra v plotě oplocení ochranného pásma, nefunkční armatura, nárůst zákalu vody nebo rozbité okno vodojemu. Ve všech případech musí být uvedeno, komu bude tato událost nahlášena a kdo je zodpovědný za její nápravu. [10]

Návod může, ale nemusí být součástí provozního řádu. Pokud se bude jednat o samostatný dokument, v provozním řádu se na něj odkážeme. [10]

Krok 7: Verifikace

V tomto kroku se ověřuje, jestli je posouzení rizik správně provedeno a zda plní svůj cíl, tj. bezpečná dodávka nezávadné vody. Verifikace se provádí průběžně prostřednictvím tří aktivit:

- a) Sledováním kvality pitné vody podle monitorovacího programu; pitná voda musí splňovat stanovené hygienické požadavky a nemá docházet ke zhoršování její kvality,
- b) vyhodnocováním příčin a počtu stížností odběratelů (sledování spokojenosti spotřebitelů může spočívat v pasivní evidenci stížností nebo také v aktivním průzkumu spokojenosti odběratelů vody),
- c) vyhodnocováním příčin a počtu poruch a havárií.

Pokud poruchy mají rostoucí trend nebo narůstá počet stížností, mělo by dojít k přezkoumání účinnosti posouzení rizik a z něho vyplývajících opatření. [10]

V rámci kvalitní verifikace může provozovatel před odevzdáním provozního řádu krajské hygienické stanici nechat posouzení rizik přezkoumat externím nebo

interním auditem. Audit není povinný, lze jej doporučit zejména, jedná-li se o první zpracování posouzení rizik. [10]

Krok 8: Přezkoumání účinnosti

Z důvodů změn v životním prostředí, novým aktivitám v oblasti povodí, obměně zaměstnanců apod. je nutné se čas od času ujistit, zda je posouzení rizik a z něj vycházející provozní řád schopen plnit svoji funkci. Pokud tomu tak není, je potřeba posouzení rizik aktualizovat. [10]

Bezprostřední podnět k okamžitému přezkoumání by měla být jakákoli významná změna ve využití vodního zdroje, zavedená nová technologie úpravny vody nebo jakákoli vážná havárie. [10]

Pokud nedochází k žádným významným změnám, které by daly podnět k přepracování posouzení rizik, tak je vhodné každoročně posouzení rizik aktualizovat. Toto každoroční přezkoumání nemusí však znamenat změnu v provozním řádu, pokud nejsou zjištěny závažné závady a drobné závady lze odstranit jednorázovým opatřením. Přezkoumání posouzení by měl provádět stejný tým nebo jeho podstatná část a provést krok 2 až 6 resp. ověřit jejich aktuálnost. Aktualizace, resp. aktuální přezkoumání by mělo být zaznamenáno, i když nedošlo k jeho změně. [10]

Lhůta, za jak dlouho má být posouzení rizik podrobena přezkoumání, je daná § 3c zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů: pokud nedochází k zásadní změně podmínek, je provozovatel povinen předkládat provozní řád ke schválení příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví nejméně jednou za 5 let – znamená to, že nejméně jednou za 5 let musí provozovatel přezkoumat, zda je posouzení rizik (a z něho vyplývající opatření) stále platné a funkční nebo zda potřebuje změnu. [10]

4 WATERRISK

Softwarová aplikace WaterRisk byla vytvořena jako podpůrný prostředek pro implementaci metodiky analýzy rizik veřejných vodovodů ve vědeckovýzkumném projektu s názvem Identifikace, kvantifikace a řízení rizik veřejných systémů zásobování pitnou vodou, jehož řešení probíhalo v letech 2006 – 2010. Řešitelem projektu bylo Vysoké učení technické v Brně (Ústav vodního hospodářství obcí) ve spolupráci se Státním zdravotním ústavem a Vodárenskou akciovou společností, a.s.

Tento projekt však nevyvolal odezvu žádného státního orgánu, ale ani cílových potenciálních zákazníků, jimiž jsou provozovatelé vodárenské infrastruktury. Hlavní příčinou této situace byl fakt, že tehdejší legislativa neukládala provozovateli povinnost analýzu rizik provádět. To se však změnilo v roce 2017, kdy byl novelizován zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, který ukládá provozovateli povinnost zpracování posouzení rizik.

V současné době aplikace WaterRisk přešla do verze 2.0. Součástí diplomové práce bylo přepracování a aktualizace uživatelského návodu, který je součástí práce jako příloha č. 1.

4.1 METODIKA ANALÝZY RIZIK

4.1.1 Použité metody

Pro analýzu rizik lze v dnešní době vybrat z velké škály různých metod, které lze použít pro identifikaci nebezpečí na odhadování rizika. Ve WaterRisku se využívá kombinace dvou metod a to FMEA/FMECA s metodou kontrolního seznamu. Metoda FMEA/FMECA je detailně popsána v kapitole 2.3.1. [4]

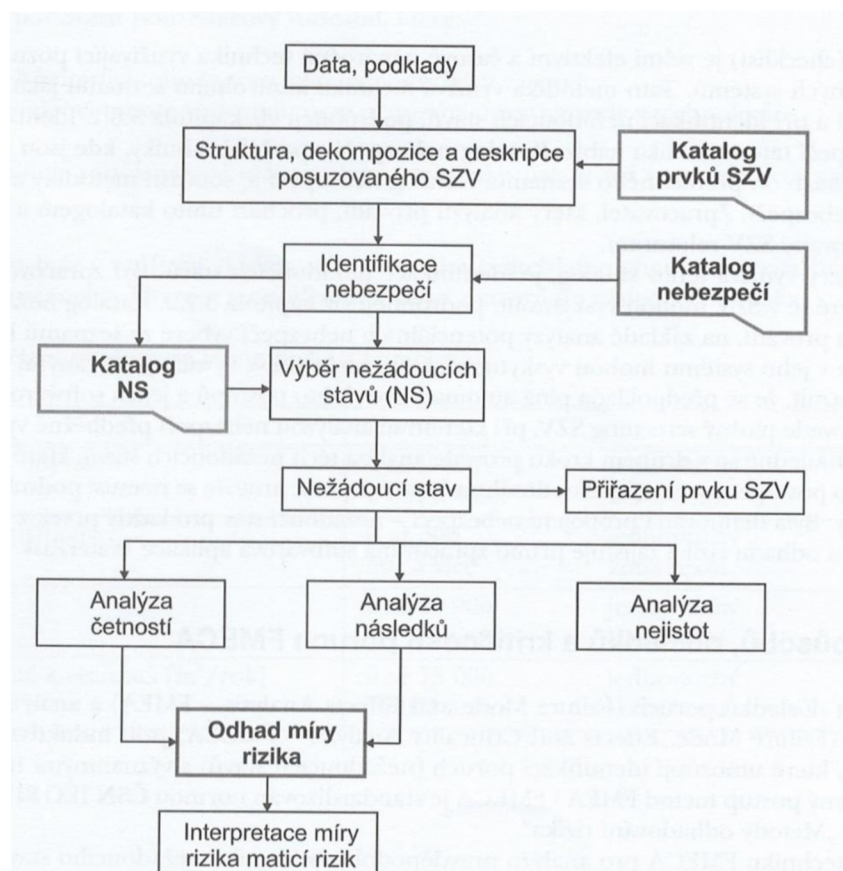
Metoda kontrolního seznamu

WaterRisk tuto metodu tzv. Checklistu využívá při identifikaci nebezpečí, kde je vytvořen katalog nebezpečí v podobě tabulky. Zpracovatel tabulku prochází a vybírá ta nebezpečí, která jsou pro systém relevantní. [4]

Nebezpečí se dělí podle jejich původu do tří skupin na:

- **Přírodní nebezpečí** – způsobená přírodními vlivy
- **Společenská nebezpečí** – způsobená činností člověka
- **Technická a technologická nebezpečí** – způsobená technikou, použitými materiály, atd. [4]

Dále se tato metoda využívá pro identifikaci nežádoucích stavů z jejich katalogu. Podobně jako při identifikaci nebezpečí se z katalogu vybírají pouze ty nežádoucí stavy, které se skutečně mohou vyskytnout, resp. mohou být vyvolány nebezpečími. [4]



Obr. 4.1 Algoritmus postupu analýzy rizik komplexních systémů [4]

4.1.2 Vyhodnocení analýzy nebezpečí

Vybraným nebezpečím z katalogu nežádoucích stavů se stanoví skóre nebezpečí. Nežádoucí stavy jsou hodnoceny pomocí rizikových faktorů na základě pravděpodobnosti jejich vzniku, přičemž každý faktor může mít vazbu na jedno nebo více nebezpečí. Vazba nebezpečí – faktor – nežádoucí stav se stanovuje pro každý faktor a nežádoucí stav individuálně. Na základě těchto vazeb se stanoví, které nežádoucí stavy mají být dále analyzovány. Z katalogu nežádoucích stavů se vyberou pouze takové, které splňují tyto podmínky:

1. Typový prvek systému, pro který ne nežádoucí stav definován, je v daném systému přítomen
2. V části, do které prvek patří jsou přítomna alespoň dvě nebezpečí, která tento nežádoucí stav mohou způsobovat, nebo je přítomno alespoň jedno nebezpečí, které u tohoto nežádoucího stavu váže na faktor typu HOTSPOT. [4]

HOTSPOT – Označení pro mimořádně významný a dominantní rizikový faktor, který svým významem převažuje hodnocení ostatních rizikových faktorů. Je-li rizikový faktor HOTSPOT hodnocen v analýze četností třemi body, pak je automaticky pravděpodobnost vzniku celého nežádoucího stavu hodnocena jako velmi vysoká – P3 bez ohledu na hodnocení ostatních faktorů v daném nežádoucím stavu. [4]

4.1.3 Odhadování rizika

Nežádoucím stavů vybraným předchozí analýzou je třeba odhadnout míru rizika. Tento proces sestává z následujících kroků:

- Analýza četností
- Analýza následků
- Stanovení míry rizika [4]

Analýza četností

Pomocí ní se stanovuje, s jakou pravděpodobností se může nežádoucí stav vyskytnout. Pro analýzu četností se využívá metoda FMEA/FMECA. Pravděpodobnost je vyjadřována pomocí předem definované stupnice od P0 po P3, kde P0 představuje nulovou pravděpodobnost vzniku nežádoucího stavu a P3 vysokou pravděpodobnost. [4]

Pro každý nežádoucí stav jsou definovány rizikové faktory, které mohou pravděpodobnost vzniku ovlivnit. Každý nežádoucí stav v rámci zjednodušení a úspory času může být hodnocen maximálně pěti rizikovými faktory, a to ve stupnici od 0 do 3, nebo nehodnocen. [4]

Tab. 4.1 Analýza četností - stupnice hodnocení rizikových faktorů [4]

<i>Hodnocení rizikového faktoru</i>	<i>Bodové ohodnocení</i>
Žádné závady, všechno vpořádku	0
Nízká závažnost	1
Středně vysoká závažnost	2
Vysoká závažnost	3
Faktor nehodnocen	N

Po ohodnocení rizikových faktorů se vypočte celkové bodové skóre S_C daného nežádoucího stavu podle vztahu:

$$S_C = \sum_{i=1}^n S_i, \text{ pro } i \in (1; n)$$

kde: S_i – bodové hodnocení i-tého rizikového faktoru

n ... počet hlavních hodnocených rizikových faktorů v daném nežádoucím stavu

Dále se stanoví maximální dosažitelný součet bodového skóre S_{CMAX} podle vztahu:

$$S_{CMAX} = 3 \times n$$

Podle poměru S_C / S_{CMAX} se následně zařazení na stupnici pravděpodobnosti vzniku P0 až P3 podle následující tabulky:

Tab. 4.2 Analýza četností - referenční stupnice pravděpodobnosti vzniku nežádoucího stavu [4]

<i>Poměr S_C / S_{CMAX}</i>	Referenční stupnice pravděpodobnosti vzniku
$S_C / S_{CMAX} = 0$	P0 – Nulová pravděpodobnost
$0 < S_C / S_{CMAX} \leq 0,30$	P1 – Nepravděpodobné (< 1x za rok)
$0,30 < S_C / S_{CMAX} \leq 0,60$	P2 – Pravděpodobné (1x za týden až rok)
$0,60 < S_C / S_{CMAX}$	P3 – Jisté (1x týdně a častěji)

Pokud je nežádoucí stav hodnocen kategorií P0 je odhad míry rizika nulový a není dále hodnocen v analýze následků. [4]

Analýza následků

Úkolem analýzy následků je stanovení konkrétních následků nežádoucích stavů a jejich následné rozřazení do hodnotící stupnice. [4]

Celkové následky nežádoucích stavů se vyjadřují jako kombinace čtyř složek následků:

- **Zdravotní následky** – vliv na zdraví spotřebitelů pitné vody
- **Ekonomické následky** – škody vzniklé vodárenské společnosti
- **Sociálně ekonomické následky** – vnímání kvality poskytované služby z pohledu odběratelů vody, případně škody vzniklé dalším subjektům
- **Enviromentální následky** – vliv na životní prostředí. [4]

Všechny následky v použité metodice mají stejnou váhu a význam. To znamená, že například vysoké zdravotní následky jsou považovány za stejně nebezpečné jako následky enviromentální. [4]

Každá složka následků se hodnotí separátně a získá hodnocení podle svého nejhůře hodnoceného kritéria. Žádný typ následků se nehodnotí duplicitně ve více složkách. Celková hodnota nežádoucího stavu se pak určí jako maximum z hodnot všech čtyř složek. [4]

Tab. 4.3 Zařazení následků do referenční hodnotící stupnice [4]

Slovní hodnocení rozsahu následků	Referenční hodnotící stupnice
Vysoké	C3
Středně vysoké	C2
Nízké	C1
Žádné či nevýznamné	C0
Kategorie nehodnocena	N

4.1.4 Kvantifikace rizika

Sloučením analýzy četností a následků se riziko ohodnotí pomocí matice rizik. Riziko se stanoví jako kombinace pravděpodobnosti a následků podle vztahu (2.1.) [4]

Hodnoty pravděpodobnosti P0 a následků C0 nejsou v matici prezentovány, protože riziko takto hodnocených nežádoucích stavů je nulové. Riziko se získá průnikem sloupce a řádku v matici rizik. [4]

Tab. 4.4 Původní podoba matice rizik [4]

Hodnotící stupeň		Následky		
		C1	C2	C3
Pravděpodobnost	P1	K1 – Velmi nízké	K2 – Nízké	K3 – Střední
	P2	K2 – Nízké	K3 – Střední	K4 – Vysoké
	P3	K3 – Střední	K4 – Vysoké	K5 – Velmi vysoké

Nežádoucí stavy v silně orámované oblasti matice rizik vyžadují definici nápravných opatření.

4.1.5 Analýza nejistot

Nejistota je forma neurčitosti, která vyjadřuje nedostatek znalostí, možnost mýlit se, pochybnost o výstupu. Jedná se o určité měřítko kvality výstupu. Za zdroje nejistot lze považovat:

- Nejistota vstupních dat – nedostatek vstupních informací,
- Nejistota správnosti použité metody či postupu,
- Nejistota detekce nežádoucího stavu,
- Nepřesnosti měření,
- Nahodilost přírodních jevů,
- Těžko proveditelné chování člověka ve stresové situaci. [4]

Nejistoty se dělí na subjektivní, jejichž hodnocení tato metodika neupravuje a objektivní, jejichž stanovením se zabývá pouze komplexní metoda. [4]

Objektivní nejistota se zvyšuje z důvodu nedostatku vstupních informací při celém průběhu analýzy, kde se zadávají vstupní informace a je zvolena možnost hodnocení „Nevím“ nebo „Nehodnoceno“. V případě takového hodnocení se nezvyšuje riziko, ale

míra nejistoty analýzy. Nejistota se vyjadřuje v rozsahu 0 až 100 %, ke 0 % představuje úplnou jistotu a 100 % úplnou nejistotu. [4]

Nejistota při identifikaci nebezpečí

Při identifikaci nebezpečí se z katalogu nebezpečí hodnotí, zda může či nemůže nastat, která vnáší 0 % nejistotu. Leze také zvolit možnost „Nevím“, při které je nejistota daného nebezpečí 100 %. [4]

Celková hodnota nejistoty identifikace nebezpečí se označuje N_{IN} a vypočte se:

$$N_{IN} = \frac{m_{IN}}{n_{IN}} \times 100 [\%]$$

kde: m_{IN} ... je počet opovědí „Nevím“

n_{IN} ... celkový počet nebezpečí z katalogu nebezpečí dané části systému

Pro každou část systému (zdroj, úprava vody, distribuce) se hodnotí nejistota separátně. V případě že nejistota přesáhne hodnotu větší než 20 %, nelze identifikaci nebezpečí považovat za spolehlivé a je nutno v následujícím kroku podrobně analyzovat všechny nežádoucí stavy ne pouze ty vybrané. [4]

Nejistoty při analýze četností

Při analýze četností hodnotí uživatel faktory, kterým bodovým ohodnocením od 0 po 3 podle hodnotící stupnice (viz. Tab 4.1), nebo zvolí odpověď „Nehodnoceno“. Neohodnocený faktor má potom 100 % nejistotu a tím zvyšuje celkovou nejistotu pravděpodobnosti vzniku i-tého nežádoucího stavu N_{Pi} . [4]

Pro každý nežádoucí stav se nejistota stanoví samostatně podle vztahu:

$$N_{Pi} = \frac{m_{Pi}}{n_{Pi}} \times 100 [\%]$$

kde: m_{Pi} ... je počet opovědí „Nehodnoceno“

n_{Pi} ... celkový počet hlavních faktorů v daném nežádoucím stavu [4]

Nejistota vstupních dat

Nejistota vstupních dat závisí na spolehlivosti a úplnosti vstupních informací (podkladů), které byly pro analýzu použity. Hodnocení je následovné:

0 % = nulová nejistota, pokud byl podklad pro analýzu použit.

100 % = úplná nejistota, pokud podklad použit nebyl, je nedostupný či zastaralý. [4]

Celková nejistota vstupních dat N_{Di} pro analýzu rizika i -tého nežádoucího stavu se stanoví podle rovnice:

$$N_{Di} = \frac{m_{Di}}{n_{Di}} \times 100 [\%]$$

kde: m ... je počet opovědí nedostupných podkladů

n ... celkový počet požadovaných podkladů. [4]

Výpočet celkové nejistoty analýzy rizika nežádoucího stavu

Pro výpočet celkové nejistoty i -tého nežádoucího stavu N_{NSi} , byly nejistotám na základě konzultací v řešitelském týmu přiřazeny váhy nejistot. Váhy jsou rozděleny tak, aby preferovaly analýzu četností, která je zpracována detailně, a naopak potlačily vliv nedostupnosti některých vstupních podkladů. Váhy jsou přiděleny následovně:

w_{IN} ... váha nejistoty identifikace nebezpečí = 0,33

w_P ... váha nejistoty pravděpodobnosti vzniku nežádoucího stavu = 0,45

w_D ... váha nejistoty vstupních dat = 0,22 [4]

Celková nejistota nežádoucího stavu se pak vypočte podle vztahu:

$$N_{NSi} = [(w_{IN} \cdot N_{IN}) + (w_P \cdot N_P) + (w_D \cdot N_D)] (\%)$$

kde: N_{IN} ... je nejistota při identifikaci nebezpečí

N_P ... je nejistota při analýze četností

N_D ... je nejistota vstupních dat [4]

Výpočet nejistoty analýzy rizika celého systému a jeho částí

Nejistota jednotlivých částí systému (zdroj, úprava vody, distribuce) se stanoví jako nejvyšší hodnota celkové nejistoty i -tého nežádoucího stavu N_{NSi} . Například pro zdroj se použije vztah:

$$N_{ZDROJ} = \max (N_{NSi}) \quad \text{pro } i = (1, n)$$

kde: N_{ZDROJ} ... je souhrnný ukazatel nejistoty analýzy rizik částí vodních zdrojů

N_{NSi} ... je nejistota i -tého nežádoucího vztahu pro část vodních zdrojů

n ... počet nežádoucích stavů pro vodní zdroje [4]

Analogicky se vypočte nejistota pro úpravu vody a distribuci. Souhrnný ukazatel nejistoty N se pak stanoví jako nejvyšší z nejistot jednotlivých částí, tady podle vzorce:

$$N = \max (N_{ZDROJ}, N_{UV}, N_{DISTR.})$$

kde: N_{ZDROJ} ... celkový ukazatel nejistoty analýzy zdrojů vody

N_{UV} ... celkový ukazatel nejistoty analýzy úpravy vody

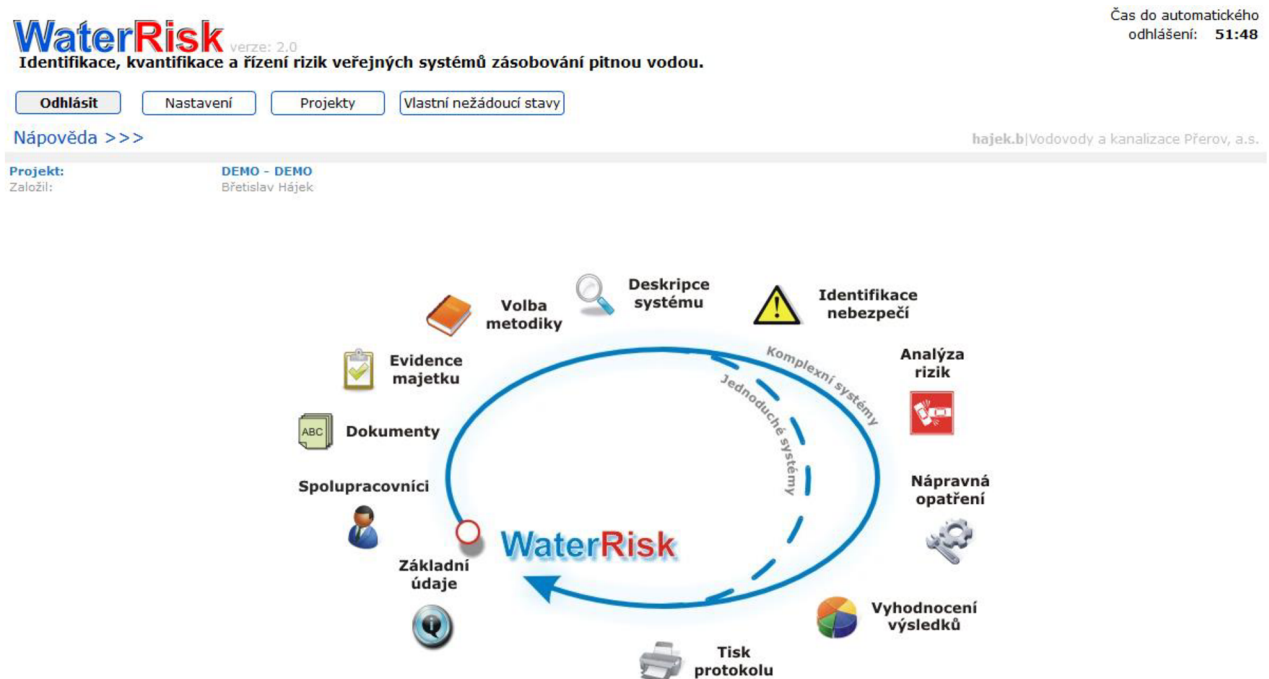
$N_{DISTR.}$... celkový ukazatel nejistoty analýzy distribuce vody [4]

Ukazatel nejistoty slouží jako indikátor kvality zpracování analýzy. Limity hodnot ukazatelů kvality zpracování se stanoví až po vyhodnocení několika let praktického používání této metodiky. Za kvalitně zpracovanou analýzu rizik lze považovat takovou analýzu, která má nejistotu $N < 20 \%$, naopak nedostatečně věrohodně zpracovaná analýza bude mít nejistotu $N > 40 \%$. [4]

4.2 PRÁCE V SOFTWARE WATERRISK

Přístup do aplikace je umožněn prostřednictvím internetového prohlížeče. Do aplikace se pracovník přihlašuje jménem a heslem, které mu udělí administrátor. Na prováděné změny v analýze reaguje software interaktivně, umožňuje průběžné ukládání projektů, jejich editaci a kopírování, dále také generování, prohlížení a tisk analýzy. [4]

V této kapitole uvádím pouze stručný postup práce s aplikací, pro detailní návod je vytvořena aktualizovaná uživatelská příručka WaterRisk 2.0. jako příloha č. 1.



Obr. 4.2 Hlavní menu aplikace WaterRisk [11]

Aplikace WaterRisk při přechodu do verze 2.0. prošla změnami, kromě vizuálních změn se také změnila kritéria, podle kterých se volí mezi komplexní a jednoduchou metodou. Ve starší verzi se bral v potaz počet zásobených obyvatel, počet přípojek, délka sítě, objem vody vyrobené k realizaci a složitost použité technologie úpravy vody. V současné verzi se používají pouze tři kritéria, a to počet zásobených obyvatel, objem vody vyrobené k realizaci a složitost použité technologie úpravy.

Další velkou změnou je snížení počtu kategorií rizik z původních šesti od nulového rizika po Velmi vysoké viz Tabulka 4.4. Původní podoba matice rizik. Oproti současným čtyřem kategoriím, kterými jsou nulové, nízké, střední a vysoké riziko viz Obrázek 4.4 WaterRisk - výsledná matice rizik.

Poslední velká změna nastala v tisku výsledného protokolu, odkud zmizela možnost tisku přehledu spolupracovníků. A část zprávy základní údaje vodovodního systému se přejmenovala na popis vodovodu.

4.2.1 Evidence majetku

Po založení nového projektu je potřeba zadat základní informace o posuzovaném vodovodním systému. Informace se vyplní ve třech záložkách, jimiž jsou vodní zdroje, úprava vody a distribuce vody.

4.2.2 Volba metodiky

Metodiku analýzy rizik volíme dle složitosti systému na komplexní a jednoduchý. V současné době aplikace WaterRisk řeší pouze systémy komplexní, které jsou definovány jako systémy, jež zásobují více než 300 obyvatel, mají více než 9000 m³/rok vody vyrobené k realizaci nebo podle složitosti úpravy vody.



Volba metodiky

Kritérium	Tento SZV	Hranice
Počet zásobovaných obyvatel	0 až 300	Jednoduchý
	301 a více	Komplexní
Objem vody vyrobené k realizaci [m ³ /rok]	0 až 9 000	Jednoduchý
	9 001 a více	Komplexní
Složitost použité technologie úpravy vody		Jednoduchý
		Komplexní

Vyhodnocením kritérií by měl být systém dále analyzován jako

Komplexní

Zvolte metodiku, kterou chcete analyzovat rizika tohoto systému

Obr. 4.3 Volba metodiky podle stanovených podmínek [11]

4.2.3 Deskripce systému

Po volbě metodiky je umožněno provést deskripci systému, která sestává z několika dílčích kroků. V deskripci systému se popíší jednotlivé prvky a objekty systému po krocích v následujícím pořadí:

1. Definice tlakových pásem
2. Popis prvků systému – detailní popis celého vodovodního systému od zdroje až po distribuci.
3. Křížová kontrola úplnosti zadání – kontrola souladu deskripce systému s evidencí majetku.

4.2.4 Identifikace nebezpečí

Poté co nastane soulad deskripce systému s evidencí majetku, se aktivuje panel identifikace rizik. Uživateli se tak zpřístupní stránka s připravenými seznamy nebezpečí, ve které zatrhává u každého nebezpečí, zda v dané části systému hrozí. Volí se možnosti Ano – Ne – Nevím. Pokud uživatel vybere možnost “Nevím” zvyšuje tím míru nejistoty.

U každého nebezpečí se uvádí podmínky jeho vzniku a možné následky. Každá část systému se hodnotí zvlášť a obsahuje různé položky.

4.2.5 Analýza rizik

Po uložení deskripce systému a identifikace nebezpečí, je možné vygenerovat nežádoucí stavy. Je také možné vybrat a/nebo definovat další nové nežádoucí stavy podle vlastní potřeby.

Pro každý objekt systému se vytvoří samostatná tabulka, která obsahuje všechny nežádoucí stavy, které se k tomuto prvku vztahují a mají se hodnotit. Po ohodnocení prvku se jeho celkové hodnocení zobrazí v matici rizik.

Hodnotící stupeň		Následky		
		C1	C2	C3
Pravděpodobnost	P1	riziko 1 - nízké 0 / 0 / 0	riziko 1 - nízké 0 / 0 / 0	riziko 2 - střední 0 / 0 / 0
	P2	riziko 2 - střední 0 / 0 / 0	riziko 2 - střední 1 / 0 / 0	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0
	P3	riziko 2 - střední 0 / 0 / 0	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0

Obr. 4.4 WaterRisk - výsledná matice rizik

Nežádoucí stavy v silně orámované oblasti matice rizik vyžadují dle Vyhlášky 252/2004 Sb. definici nápravných opatření ke snížení rizika.

4.2.6 Nápravná opatření

Pro každý hodnocený nežádoucí stav lze definovat jedno nebo více nápravných opatření k redukci rizika, které generuje. Každé opatření se může vztahovat k jednomu nebo více nežádoucích stavů. K nápravnému opatření se napíše, jak bude provedeno, v čem bude spočívat a jak redukuje riziko. Redukce rizika je možná snížením pravděpodobnosti a/nebo následků nežádoucího stavu.

4.2.7 Vyhodnocení výsledků

Výsledky jsou prezentovány třemi maticemi rizik. V první matici je uveden aktuální stav po realizaci vybraných nápravných opatření včetně tabulky s realizovanými a plánovanými opatřeními. Ve druhé matici je výhledový stav po realizaci všech nápravných opatření. A ve třetí matici je původní stav bez realizace nápravných opatření.

4.3 DOPORUČENÍ A ÚPRAVY

První chyba, se kterou jsem se v aplikaci setkal, byla chyba u úpravy vody v deskripci systému, kdy se při přes správnou shodu deskripce systému s evidencí majetku, objevovala chybová hláška. Tento problém se však opravil během psaní mé práce.

Dále bych v deskripci systému přesunul panel definování tlakových pásem, před všechny ostatní, jelikož se všem částem systému přiřazuje tlakové pásmo. Také bych uvítal přidání tlačítka pro odstranění tlakového pásma. V současné době vytvořené tlakové pásmo nelze odstranit a pracovníkovi nezbude jiná možnost, než je založení nového projektu.

Deskripce systému

Přehled Vodní zdroje Úprava vody Distribuce vody **Tlaková pásma**

Nové tlakové pásmo

Název:

Kód:

Popis:

Napájecí uzel:

Kód	Tlaková pásma	Popis	Napájecí uzel	Změnit
1	TP2			>>>
TP 2	TP 2			>>>
TP1	Lhota u Brna - centrum	Hlavní tlakové pásmo, které pokrývá centrum města	VDJ Na Vyhlídce	>>>

Obr. 4.5 Doporučení a úpravy - deskripce tlakových pásem

Poslední chyba se vyskytuje u vyhodnocení výsledků, kde v matici rizik původního stavu bez realizace nápravných opatření, ukazuje v tabulce pro hodnotu pravděpodobnosti P2 a následků C1 výsledné riziko jako střední, avšak by se mělo jednat o riziko nízké.

5 POSOUZENÍ RIZIK KONKRÉTNÍHO SYSTÉMU DODÁVKY PITNÉ VODY

Praktická část mé diplomové práce byla součástí pilotního projektu posouzení rizik systému zásobování pitnou vodou ve vodárenské společnosti. Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi citlivá data, byl jsem požádán o to abych nezmiňoval žádné konkrétní objekty ani jejich názvy.

Byl jsem součástí pětičlenného řešitelského týmu, ve kterém bylo mým úkolem příprava podkladů pro následné zadání výsledků do aplikace WaterRisk, jednalo se zejména o určování stáří potrubí a výpočty poruchovosti.

5.1 POPIS SYSTÉMU ZÁSOBNÍ PITNOU VODOU

5.1.1 Vodní zdroje

Posuzovaný systém obsahoval celkem čtyři zdroje vody. Dva zdroje podzemní a dva povrchové. Celková využitelná kapacita zdrojů je 323 l/s. První podzemní zdroj je tvořen pěti vrty o hloubce 80-100 metrů, tyto vrty byly převrtány v roce 1992. Druhý podzemní zdroj je jímací studna hloubky 80 metrů o stáří 10 let. Oba povrchové zdroje jsou jezera s kapacitou 150 a 80 l/s.

Vodní zdroje - vlastní		
Podzemní zdroje *	2	počet
Povrchové zdroje *	2	počet
Směšené zdroje podzemní a povrchové vody *	0	počet
Převzatá voda		
Podzemní zdroje *	0	počet
Povrchové zdroje *	0	počet
Směšené zdroje podzemní vody a povrchové vody *	0	počet
Využitelná kapacita zdrojů *	323	l/s
z toho podzemní zdroje *	93	l/s
<input type="button" value="Uložit"/>		

Obr. 5.1 Evidence majetku - vodní zdroje

5.1.2 Úprava vody

Úpravna vody slouží k úpravě surové podzemní a povrchové vody na vodu pitnou. Současný maximální provozní výkon je 240 l/s a projektovaná kapacita 300 l/s. Úprava vody je řešena předúpravou vody podzemní vody aerací a následnou oxidací směsi povrchové a podzemní vody ozonem nebo manganistanem draselným následuje dávkování koagulačního činidla síranu železitého a separace na osm otevřených pískových rychlofiltrech. Před odtokem do akumulace je upravená voda zabezpečena plynným chlórem a následně čerpána do dvoukomorové nádrže na akumulaci upravené vody odkud je vedena do řídicích vodojemů.

Evidence majetku

Vodní zdroje **Úprava vody** Distribuce vody

Úprava vody

Počet úpraven vody * počet

Využitelná kapacita úpraven vody * //s

Použité technologie úpravy vody

Dezinfekce	<input checked="" type="checkbox"/>
Odkyselování filtrací	<input type="checkbox"/>
Provzdušňování	<input checked="" type="checkbox"/>
Sedimentace	<input type="checkbox"/>
Dvoustupňová úprava	<input checked="" type="checkbox"/>
Filtrace přes aktivní uhlí	<input type="checkbox"/>
Koagulační filtrace	<input checked="" type="checkbox"/>
Bilogická filtrace	<input type="checkbox"/>
Odželezňování	<input checked="" type="checkbox"/>
Oxidace	<input checked="" type="checkbox"/>
Odmanganování	<input checked="" type="checkbox"/>
Ozonizace	<input checked="" type="checkbox"/>
Umělá filtrace	<input type="checkbox"/>
Stabilizace	<input type="checkbox"/>
Filtrace	<input checked="" type="checkbox"/>
Denitrifikace	<input type="checkbox"/>
UV záření	<input type="checkbox"/>
Jiné	<input type="text"/>


Obr. 5.2 Evidence majetku - úprava vody

5.1.3 Distribuční systém

Distribuční systém je rozdělen na dvě tlaková pásma. Dolní tlakové pásmo zásobuje jediný vodojem, který zároveň slouží ke snížení tlaku. Zbylých osm vodojemů plní zásobní funkci pro horní tlakové pásmo. Jedná se o jeden věžový vodojem o objemu 200 m³ a šest vodojemů zemních z nichž jsou čtyři jednokomorové s objemy 3x400 m³ a 1x150 m³. Dvoukomorové vodojemů mají objemy 2x5000 2x250 a 2x50 m³.

Další součástí distribučního systému je šest čerpacích stanic ČS a jedna automatická tlaková stanice ATS, která slouží pro zvýšení tlaku v obci. Tři ČS mají vlastní akumulaci o objemu 200 m³, jejichž součástí je i chlorovna se samostatným vstupem. ČS na úpravně vody je osazena třemi kusy čerpadel o výkonu 160 až 220 l/s.

Celková délka vodovodního potrubí posuzovaného systému měla 279,41 km. Jedná se o přiváděcí, zásobní a výtlačné řady a také vodovody v obcích. Materiálové a profilové rozdělení viz. Obr 5.3. Jako „jiné“ je většinou použit materiál azbestocement.

 **Evidence majetku**

Vodní zdroje Úprava vody **Distribuce vody**

Distribuce vody

Vodovodní řady

Celková délka	279410 m
Profil	
do DN100 *	148610 m
od DN101 do DN300 *	98750 m
od DN301 do DN500 *	17990 m
větší než DN500 *	14060 m
Trubní materiál	
celkem	279410 m
kovové *	104240 m
plastové *	141230 m
jiné *	33940 m
Vodovodní přípojky *	8697 počet
Vodoměry *	8703 počet
Čerpací stanice *	7 počet
Samostatná tlaková pásma *	2 počet
Vodojemů *	9 počet
Celkový objem vodojemů *	0 m ³

Obr. 5.3 Evidence majetku - Distribuce vody

5.2 IDENTIFIKACE NEBEZPEČÍ

5.2.1 Vodní zdroje

Pro vodní zdroje bylo vybráno ze seznamu možných 59 přírodních, společenských a technicko a technologických nebezpečí vybráno celkem 34 relevantních nebezpečí. Také zde vznikla první 2% nejistota, kterou zapříčinily 2 chybějící podklady, jimiž jsou výsledky z dříve provedené analýzy a přehled úhrnů srážek a teplot za posledních 5 let. Ostatní potřebné podklady byly k dispozici.

Relevantní nebezpečí jsou:

Tab. 5.1 Relevantní nebezpečí vodních zdrojů

Přírodní nebezpečí:	Společenské nebezpečí:
1.01 Přívalový déšť	2.10 Neplnění závazků a smluv ze strany dodavatelů materiálu a služeb
1.03 Sníh, kroupy, led, námraza	2.13 Sabotáž
1.04 Zásah bleskem, elektrický výboj	2.14 Terorismus, válka, hacking
1.05 Silný vítr	2.15 Vandalismus, krádež, vloupání
1.06 Sucho	2.16 Nevhodné krajinné hospodářství
1.08 Povodeň, zvláštní povodeň	2.19 Lesní hospodářství
1.09 Globální změny klimatu	2.21 Důlní činnost
1.11 Vysoká teplota vzduchu	2.22 Stará ekologická zátěž
1.12 Nízká teplota vzduchu	2.23 Infekční choroby přenositelné vodou
1.16 Podzemní voda	2.25 Stavební práce v blízkosti objektu
1.18 Radioaktivita, radon	2.27 Změna legislativy
1.19 Činnost živočichů	
1.20 Činnost mikroorganismů	
1.23 Znečištění biologickým odpadem	
Technické a technologické nebezpečí:	
3.01 Porucha dodávky elektrické energie	
3.02 Porucha telekomunikačních sítí, IT, porucha telemetrie	
3.03 Porucha zařízení	
3.05 Nevhodné vlastnosti stavebních materiálů	
3.08 Mechanická závada	
3.11 Neprůchodnost potrubí	
3.19 Stárnutí materiálu a změna jeho vlastností	
3.20 Špatný technický stav okolních stavebních objektů a konstrukcí	
3.21 Špatný technický stav objektu, potrubí, armatur	

5.2.1 Úprava vody

Pro úpravu vody bylo vybráno ze seznamu možných 67 nebezpečí vybráno celkem 53 relevantních nebezpečí. Vznikla zde 7% nejistota, kterou zapříčinily stejné 2 chybějící podklady, jako u vodních zdrojů.

Relevantní nebezpečím jsou:

Tab. 5.2 Relevantní nebezpečí úpravy vody

Přírodní nebezpečí:	Společenské nebezpečí:
1.03 Sníh, kroupy, led, námraza	2.10 Neplnění závazků a smluv ze strany dodavatelů materiálu a služeb
1.04 Zásah bleskem, elektrický výboj	2.13 Sabotáž
1.05 Silný vítr	2.14 Terorismus, válka, hacking
1.08 Povodeň, zvláštní povodeň	2.15 Vandalismus, krádež, vloupání
1.10 Sluneční světlo, UV záření	2.23 Infekční choroby přenositelné vodou
1.11 Vysoká teplota vzduchu	2.25 Stavební práce v blízkosti objektu
1.16 Podzemní voda	2.27 Změna legislativy
1.17 Vzdušná kontaminace	
1.19 Činnost živočichů	
1.20 Činnost mikroorganismů	
1.22 Pád stromu	
Technické a technologické nebezpečí:	
3.01 Porucha dodávky elektrické energie	
3.02 Porucha telekomunikačních sítí, IT, porucha telemetrie	
3.03 Porucha zařízení	
3.05 Nevhodné vlastnosti stavebních materiálů	
3.08 Mechanická závada	
3.11 Neprůchodnost potrubí	
3.17 Skrytá stavební vada	
3.19 Stárnutí materiálu a změna jeho vlastností	
3.21 Špatný technický stav objektu, potrubí, armatur	

5.2.2 Distribuce vody

Pro úpravu vody bylo vybráno ze seznamu možných 67 nebezpečí vybráno celkem 53 relevantních nebezpečí. Vznikla zde 3% nejistota, kterou zapříčinilo 7 chybějících podkladů, jimiž jsou výsledky z dříve provedené analýzy, kamerový průzkum, stěry ze stěn akumulčních nádrží, matematický model distribuce, technický stav kanalizace a charakteristika stokové sítě, informace o biofilmech, inkrustech a sedimentech v potrubí a měření vibrací na čerpadlech. Ostatní potřebné podklady byly k dispozici.

Relevantní nebezpečí jsou:

Tab. 5.3 Relevantní nebezpečí distribučního systému

Přírodní nebezpečí	Společenské nebezpečí
1.01 Přívalový déšť	2.02 Způsob provozování
1.03 Sníh, kroupy, led, námraza	2.10 Neplnění závazků a smluv ze strany dodavatelů materiálu a služeb
1.04 Zásah bleskem, elektrický výboj	2.11 Odběratelé
1.05 Silný vítr	2.12 Neodborný fyzický zásah odběratele do SZV
1.06 Sucho	2.13 Sabotáž
1.07 Požár	2.14 Terorismus, válka, hacking
1.08 Povodeň, zvláštní povodeň	2.15 Vandalismus, krádež, vloupání
1.11 Vysoká teplota vzduchu	2.17 Zatížení dopravou
1.12 Nízká teplota vzduchu	2.23 Infekční choroby přenositelné vodou
1.13 Eroze	2.25 Stavební práce v blízkosti objektu
1.14 Zemětřesení, sesuvy půdy, poklesy terénu, sedání	2.26 Provádění oprav na síti
1.15 Problematické horninové prostředí	2.27 Změna legislativy
1.16 Podzemní voda	
1.17 Vzdušná kontaminace	
1.19 Činnost živočichů	
1.20 Činnost mikroorganismů	
1.21 Prorůstající kořeny stromů a keřů	
1.22 Pád stromu	

Technické a technologické nebezpečí	
3.01 Porucha dodávky elektrické energie	3.15 Nevyhovující hydraulická kapacita
3.02 Porucha telekomunikačních sítí, IT, porucha telemetrie	3.16 Nevyhovující směry proudění
3.03 Porucha zařízení	3.17 Skrytá stavební vada
3.09 Propojení systémů	3.18 Bludné proudy, koroze
3.05 Nevhodné vlastnosti stavebních materiálů	3.19 Stárnutí materiálu a změna jeho vlastností
3.06 Nevhodné vlastnosti dopravované vody	3.20 Špatný technický stav okolních stavebních objektů a konstrukcí
3.08 Mechanická závada	3.21 Špatný technický stav objektu, potrubí, armatur
3.13 Nízký provozní tlak	3.22 Křížení či souběh s teplovodními sítěmi
3.10 Zpětné proudění z přípojky do systému	3.23 Křížení či souběh s kanalizací
3.11 Neprůchodnost potrubí	3.24 Nedostatečné krytí potrubí
3.12 Vysoký provozní tlak	3.25 Nevhodné technické parametry zařízení
3.14 Tlakový ráz	

5.3 POSOUZENÍ RIZIK

5.3.1 Vodní zdroje

Pro podzemní zdroje vody, byly vygenerovány nežádoucí stavy, jejichž hodnocení je vidět v tabulce 5.4. pro zdroj prameniště a 5.5. pro zdroj jímací studny. Hodnocení nežádoucích stavů povrchových zdrojů je uvedeno v tabulce 5.6 a 5.7

Tab. 5.4 Posouzení rizik - podzemního vodní zdroj prameniště

Prameniště		Pravděpodobnost	Následky	Riziko
NS_101	Zhoršování kvality surové vody	P1	C1	1
NS_103	Kontaminace surové vody chemickým znečištěním	P3	C1	2
NS_104	Kontaminace surové vody mikrobiologickým znečištěním	P1	C1	1
NS_105	Nedostatečná kapacita, přetížení zdroje	P3	C1	2
NS_111	Porucha ponorného čerpadla	P2	C1	1

Tab. 5.5 Posouzení rizik - podzemní vodní zdroj studna

Jímací studna		Pravděpodobnost	Následky	Riziko
NS_101	Zhoršování kvality surové vody	P1	C1	1
NS_103	Kontaminace surové vody chemickým znečištěním	P1	C1	1
NS_104	Kontaminace surové vody mikrobiologickým znečištěním	P0	C1	0
NS_105	Nedostatečná kapacita, přetížení zdroje	P1	C1	1
NS_111	Porucha ponorného čerpadla	P1	C1	1

Tab. 5.6 Posouzení rizik - vodní zdroj Jezero 1

Jezero 1		Pravděpodobnost	Následky	Riziko
NS_106	Zhoršování kvality surové vody	P2	C1	1
NS_108	Kontaminace surové vody chemickým znečištěním	P3	C1	2
NS_109	Kontaminace surové vody mikrobiologickým znečištěním	P0	C1	0
NS_110	Nedostatečná kapacita, přetížení zdroje	P1	C1	1
NS_113	Přerušení čerpání, nedostatečný výkon nebo pokles výkonu čerpadla	P2	C1	1

Tab. 5.7 Posouzení rizik - vodní zdroj Jezero 2

Jezero 2		Pravděpodobnost	Následky	Riziko
NS_106	Zhoršování kvality surové vody	P2	C1	1
NS_108	Kontaminace surové vody chemickým znečištěním	P3	C1	2
NS_109	Kontaminace surové vody mikrobiologickým znečištěním	P1	C1	1
NS_110	Nedostatečná kapacita, přetížení zdroje	P1	C1	1
NS_113	Přerušení čerpání, nedostatečný výkon nebo pokles výkonu čerpadla	P2	C1	1

Pro vodní zdroje bylo nízkou mírou rizika ohodnoceno 14 nežádoucích stavů a střední mírou rizika 4 nežádoucí stavy.

5.3.2 Úprava vody

Pro úpravnu vody bylo vygenerováno celkem šest nežádoucích stavů, jejichž hodnocení je vidět v tabulce 5.8.

Tab. 5.8 Posouzení rizik - úprava vody

Úpravna vody	Pravděpodobnost	Následky	Riziko
NS_201 Nedostatečný výkon úpravní vody	P2	C1	1
NS_202 Porucha dávkování chemikálií	P2	C1	1
NS_203 Nedostatečná účinnost úpravy v mikrobiologických a biologických ukazatelích	P1	C2	1
NS_204 Nedostatečná účinnost úpravy ve fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelích	P3	C1	2
NS_207 Porucha dávkování dezinfekce	P2	C2	2

Celkem 3 nežádoucí stavy byly vyhodnoceny jako riziko nízké a 2 jako riziko střední.

5.3.3 Distribuce vody

Všechny vodojemy, přerušovací komora i akumulace na úpravně vody řeší stejné nežádoucí stavy, jejich seznam je uveden v následující tabulce, kde je uvedeno hodnocení nejhůře hodnoceného vodojemu v systému:

Tab. 5.9 Posouzení rizik - vodojem

Vodojem	Pravděpodobnost	Následky	Riziko
DNS_307 Porušení / destrukce stavební konstrukce manipulační komory vodojemu	P1	C1	1
NS_301 Porušení / destrukce stavební konstrukce akumulární nádrže vodojemu	P2	C1	1
NS_302 Zhoršení jakosti pitné vody v akumulární nádrži vodojemu	P2	C1	1
NS_303 Akumulace sedimentů na dně akumulární nádrže vodojemu	P2	C1	1
NS_304 Nedostatečná zásoba pitné vody v akumulární nádrži vodojemu	P0	C1	0
NS_305 Porucha dávkování dezinfekce	P0	C1	0
NS_306 Kontaminace pitné vody v akumulární nádrži vodojemu	P3	C1	2

U tohoto vodojemu je uveden jediný nežádoucí stav NS_306 Kontaminace pitné vody v akumulární nádrži vodojemu, který je hodnocený středním rizikem. Ostatní nežádoucí stavy u tohoto i ostatních vodojemů jsou hodnoceny rizikem nízkým.

Šest čerpacích stanic a jedna ATS, jsou zatíženy totožnými nežádoucími stavy, které nepřesahují nízkou hodnotu rizika. Nežádoucí stavy týkající se čerpacích stanic jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 5.10 Posouzení rizik - čerpací stanice

ČS	Pravděpodobnost	Následky	Riziko
NS_308 Porušení / destrukce stavební konstrukce akumulární nádrže a objektu ČS	P2	C1	1
NS_309 Zhoršení kvality pitné vody v akumulární nádrži ČS	P2	C1	1
NS_310 Kontaminace pitné vody v akumulární nádrži ČS	P0	C1	0
NS_311 Akumulace sedimentů na dně akumulární nádrže ČS	P1	C1	1
NS_312 Nedostatečná zásoba pitné vody ve vyrovnávací akumulární nádrži ČS	P0	C1	0
NS_314 Vznik vodního rázu	P2	C1	1
NS_315 Porucha čerpacího agregátu	P1	C1	1
NS_316 Přerušení čerpání, nedostatečný výkon nebo pokles výkonu čerpacího agregátu	P1	C1	1

V popisovaném systému se vyskytuje celkem 42 výtlačných, zásobovacích nebo přiváděcích řadů. Každý z řadů je zatížen dvěma nežádoucími stavy, z nichž jsou všechny hodnoceny nízkou mírou rizika.

Tab. 5.11 Posouzení rizik - přiváděcí řad

Přiváděcí řad DN 250	Pravděpodobnost	Následky	Riziko
NS_317 Porucha řadu s přerušením dodávky vody – individuální analýza	P2	C1	1
NS_318 Nedostatečná hydraulická kapacita	P2	C1	1

Nejsložitějším k hodnocení jsou rozváděcí řady v obcích, u kterých bylo potřeba popsat jedenáct nežádoucích stavů, které jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 5.12 Posouzení rizik - obecní vodovod

Obec T.	Pravděpodobnost	Následky	Riziko
DNS_337 Akumulace jemných sedimentů v potrubí	P2	C1	1
DNS_338 Tvorba biofilmů - plošné vyhodnocení	P2	C1	1
DNS_339 Tvorba inkrustů – plošné vyhodnocení	P2	C1	1
DNS_340 Koroze kovových potrubí - plošné vyhodnocení	P2	C1	1
NS_328 Porucha řádu s přerušením dodávky vody - plošné vyhodnocení	P2	C2	2
NS_330 Překročení mezní hodnoty zákalu v dopravované vodě	P2	C1	1
NS_331 Zhoršování mikrobiologických ukazatelů pitné vody – plošné vyhodnocení	P2	C1	1
NS_332 Zhoršení chuti, pachu nebo teploty dopravované vody	P2	C1	1
NS_336 Nedostatečná hydraulická kapacita sítě	P3	C1	2
NS_343 Tvorba trihalogenmethanů (THM) a jiných vedlejších produktů dezinfekce	P2	C1	1
NS_344 Porucha uzavírací armatury – šoupě – plošné vyhodnocení	P3	C1	2

U rozváděcího řádu v obci jsou celkem tři nežádoucí stavy hodnoceny středním rizikem. Zbylé nežádoucí stavy mají riziko nízké.

5.3.4 Celkové posouzení rizik

Celkově bylo posouzeno 193 nežádoucích stavů. Z výsledné matice rizik vyplývá, že nejhůře hodnocené nežádoucí stavy jsou hodnoceny středním rizikem, tudíž není nutné dle úst. Vyhlášky 252/2004 Sb. definovat nápravná opatření.

Tab. 5.13 Posouzení rizik - celková matice rizik

Hodnotící stupeň		Následky		
		C1	C2	C3
Pravděpodobnost	P1	riziko 1 - nízké 9 / 0 / 112	riziko 1 - nízké 0 / 1 / 0	riziko 2 - střední 0 / 0 / 0
	P2	riziko 1 - nízké 5 / 2 / 54	riziko 2 - střední 0 / 1 / 1	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0
	P3	riziko 2 - střední 4 / 1 / 3	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0

Poznámka:

Riziko 1 – Nízké riziko

Riziko 2 – střední riziko

Riziko 3 – vysoké riziko

X/Y/Z – riziko vodních zdrojů / riziko úpravy vody / riziko distribuce vody

Matice dále odhaluje nejslabší články systému. U zdrojů vody je vysoké riziko způsobeno především častější pronikání povrchové vody do podzemního zdroje, což je způsobeno umístěním v záplavovém území. Dále je u tohoto zdroje problém jeho stáří.

U distribuce vody je největším problémem zhoršený technický stav vodovodu, který je způsoben stářím sítě, což má za příčinu i zvýšenou poruchovost.

6 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá posuzováním rizik systému zásobování pitnou vodou. V první části jsou popsány různé metody a postupy managementu rizik, které se využívají nejen v odvětví vodárenství. Dále jsem se seznámil s metodikou řízení rizik vytvořenou Světovou zdravotnickou organizací a její implementací v Nizozemsku a Africe. Rovněž jsem se seznámil s českým zákonem 258/2000 Sb., který ukládá provozovatelům povinnost vypracovat provozní řád, jehož součástí musí být i posouzení rizik a vyhláškou č. 252/2004 Sb., která uvádí základní postupy při vypracování posouzení.

V další části jsem se seznámil s metodikou a aplikací WaterRisk 2.0, pro kterou jsem přepracoval uživatelský manuál, jež je součástí diplomové práce jako příloha č. 1.

Pomocí aplikace WaterRisk byl analyzován systém zásobování pitnou vodou, který zahrnoval vodní zdroje, jak podzemní, tak i povrchové, úpravnu vody, devět vodojemů, sedm čerpacích stanic a celkem 279,41 km vodovodní sítě různého stáří a materiálu.

Celkově bylo přezkoumáno a ohodnoceno 193 nežádoucích stavů. Žádný z nežádoucích stavů nebyl hodnocen vysokým rizikem, tudíž podle vyhlášky 252/2004 Sb. není nutné navrhovat realizaci nápravných opatření. Střední míra rizika je u všech částí systému zásobování způsobena stárnutím infrastruktury. Pro snížení míry rizika u jímání a úpravy vody by bylo vhodné zintenzivnit monitorování kvality vody. U distribuční části systému bych navrhl výměnu nejstarších částí, zejména tu z azbestocementu.

Aplikaci WaterRisk shledávám jako účinný nástroj pro řízení rizik, která by měla být snadno využita každým, kdo je schopen provozovat systém zásobování vodou. Metodika WaterRisk je vhodná jak pro provozovatele malých a středních vodovodů, tak i pro provozovatele rozsáhlejších systémů, kteří nemají pro posuzování rizik vytvořenu metodiku vlastní.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Metoda FMEA. In: *Krajská hospodářská komora královehradeckého kraje* [online]. [cit. 2019-10-13]. Dostupné z: <http://www.komora-khk.cz/business/documents/?soubor=moduly/5-jakost/12-neustale-zlepsovani/12-2-fmea.pdf>
- [2] Analýza rizik vodárenských distribučních systémů. In: [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, 2015 [cit. 2019-10-13]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6608237-Analyza-rizik-vodarenskych-distribucnich-systemu.html>
- [3] World Health Organization, WHO Guidelines for drinking-water quality 3rd edition, WHO Geneva, 2004, ISBN 92 4 154638 7
- [4] TUHOVČÁK, Ladislav. *WaterRisk: analýza rizik veřejných vodovodů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204-676-8.
- [5] PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Analýza a řízení rizik*. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04841-2.
- [6] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
- [7] Krizový management: sborník příspěvků z konference: Institut ochrany obyvatelstva, Lázně Bohdaneč, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-740-7.
- [8] ČSN EN 60812 (010675) „Techniky analýzy bezporuchovosti systémů - Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)“, ICS 03.120.01; 0,.120.99, Listopad 2007

- [9] ČSN EN 61025 (010676) „Analýza stromu poruchových stavů (FTA)“, ICS 03.120.01; 03.120.30; 21.020, Leden 2007
- [10] KOŽÍŠEK, František, Petr PUMANN a Hana JELIGOVÁ. *Metodický návod ke zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou podle zákona o ochraně veřejného zdraví (Verze 1 – 18. 5. 2018)* [online]. In: . Státní zdravotní ústav: Národní referenční centrum pro pitnou vodu, 2018, s. 42 [cit. 2019-10-28]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/wsp/Methodika_Posouzeni_rizik_verze_1_20180518.pdf
- [11] *WaterRisk: Identifikace, kvantifikace a řízení rizik veřejných systémů zásobování pitnou vodou* [online]. Brno: VUT v Brně, 2006 [cit. 2019-28-11]. Dostupné z: <https://waterrisk.fce.vutbr.cz>
- [12] VAN DEN BERG, H.H.J.L., L. FRIEDERICHS, J.F.M. VERSTEEGH, P.W.H.M SMEETS a A.M. DE RODA HUSMAN. How current risk assessment and risk management methods for drinking water in The Netherlands cover the WHO water safety plan approach. In: *International Journal of Hygiene and Environmental Health* [online]. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands: Elsevier, 2019 [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463919304663>
- [13] Kanyesigye, C.; Marks, S.J.; Nakanjako, J.; Kansiime, F.; Ferrero, G. Status of Water Safety Plan Development and Implementation in Uganda. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 4096.

SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1 Obsah a struktura posouzení rizik [10].....	37
Tab. 3.2 Doporučený způsob hodnocení pravděpodobnosti výskytu nebezpečí (tabulka 2 přílohy č. 7 vyhlášky č. 252/2004 Sb.)	45
Tab. 3.3 Doporučený způsob hodnocení následků nebezpečí pro kvalitu vody a její dodávku (tabulka 3 přílohy č. 7 vyhlášky č. 252/2004 Sb.)	45
Tab. 3.4 Způsob stanovení míry rizika při použití doporučených způsobů hodnocení pravděpodobnosti výskytu a následků (tabulka 4 přílohy č. 7 vyhlášky č. 252/2004 Sb.)	47
Tab. 4.1 Analýza četností - stupnice hodnocení rizikových faktorů [4].....	55
Tab. 4.2 Analýza četností - referenční stupnice pravděpodobnosti vzniku nežádoucího stavu [4]	56
Tab. 4.3 Zařazení následků do referenční hodnotící stupnice [4].....	57
Tab. 4.4 Původní podoba matice rizik [4]	58
Tab. 5.1 Relevantní nebezpečí vodních zdrojů.....	70
Tab. 5.2 Relevantní nebezpečí úpravy vody.....	71
Tab. 5.3 Relevantní nebezpečí distribučního systému.....	72
Tab. 5.4 Posouzení rizik - podzemního vodní zdroj prameniště	73
Tab. 5.5 Posouzení rizik - podzemní vodní zdroj studna	74
Tab. 5.6 Posouzení rizik - vodní zdroj Jezero 1.....	74
Tab. 5.7 Posouzení rizik - vodní zdroj Jezero 2.....	74
Tab. 5.8 Posouzení rizik - úprava vody	75
Tab. 5.9 Posouzení rizik - vodojem	75
Tab. 5.10 Posouzení rizik - čerpací stanice	76
Tab. 5.11 Posouzení rizik - příváděcí řad	76
Tab. 5.12 Posouzení rizik - obecní vodovod	77
Tab. 5.13 Posouzení rizik - celková matice rizik.....	78

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Posuzování a management rizika (ČSN IEC 300)	10
Obr. 2.2 FTA strom poruch [9]	19
Obr. 3.1 Přehled klíčových kroků při vytváření WSP [3]	22
Obr. 3.2 Pokrytí kroků WSP různými přístupy [12]	31
Obr. 4.1 Algoritmus postupu analýzy rizik komplexních systémů [4]	53
Obr. 4.2 Hlavní menu aplikace WaterRisk [11]	62
Obr. 4.3 Volba metodiky podle stanovených podmínek [11]	63
Obr. 4.4 WaterRisk - výsledná matice rizik	65
Obr. 4.5 Doporučení a úpravy - deskripce tlakových pásem	66
Obr. 5.1 Evidence majetku - vodní zdroje	67
Obr. 5.2 Evidence majetku - úprava vody	68
Obr. 5.3 Evidence majetku - Distribuce vody	69
Obr. 8.1 Softwarová aplikace – hlavní menu projektu	89
Obr. 8.2 Softwarová aplikace - založení projektu	92
Obr. 8.3 Softwarová aplikace - editace spolupracovníků	93
Obr. 8.4 Softwarová aplikace - správa dokumentů projektu	94
Obr. 8.5 Softwarová aplikace - evidence majetku	95
Obr. 8.6 Softwarová aplikace - volba metodiky analýzy rizik	97
Obr. 8.7 Softwarová aplikace – kontrola úplnosti zadání v deskripci systému	98
Obr. 8.8 Softwarová aplikace – deskripce systému	99
Obr. 8.9 Softwarová aplikace – identifikace nebezpečí	100
Obr. 8.10 Softwarová aplikace – analýza rizik, přehled výsledků	101
Obr. 8.11 Softwarová aplikace – analýza rizik, vodní zdroje	102
Obr. 8.12 Softwarová aplikace – hodnocení nežádoucího stavu	103
Obr. 8.13 Softwarová aplikace – hodnocení zdravotních následků	103
Obr. 8.14 Softwarová aplikace – hodnocení dat použitých k provedené analýze	104
Obr. 8.15 Softwarová aplikace - vlastní nežádoucí stavy	105
Obr. 8.16 Softwarový program - vytvoření nápravného opatření	106
Obr. 8.17 Softwarový program - editace nápravného opatření	107
Obr. 8.18 Softwarový program - tisk protokolu	109

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ATS	Automatická tlaková stanice
C	následky
ČR	Česká republika
ČS	čerpací stanice
D	(detection) klasifikace detekce poruchy
DRA	Analýza poruchových rizik
FMEA	(Failure Mode and Effects Analysis) analýza způsobů a důsledků poruch
FMECA	(Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch
FTA	(Fault Tree Analysis) analýza stromu poruchových stavů
GIS	geografický informační systém
HACCP	(Hazard Analysis and Critical Control Points) analýza nebezpečí a kritické kontrolní body ve výrobě
IWA	(International Water Association) Mezinárodní vodárenská asociace
MZe	Ministerstvo zemědělství České republiky
NS	nežádoucí stav
O	(occurrence) pravděpodobnost výskytu způsobu poruchy v daném čase
P	pravděpodobnost, četnost
QMRA	(Quantitative Microbiological Risk Assessment) Kvantitativní analýza mikrobiálních rizik
R	riziko
RA	analýza rizik
RPN	(Risk priority number) číslo priority rizika
S	(severity) bezrozměrné číslo, jež klasifikuje závažnost důsledků.
SZV	systém zásobování (pitnou) vodou
ÚV	úpravna vody
WHO	(World Health Organisation) Světová zdravotnická organizace
WSP	(Water Safety Plans) Plány pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou

SEZNAM PŘÍLOH

1. Uživatelský manuál k aplikaci WaterRisk 2.0

SUMMARY

Act No. 258/2000 obliges water operators to carry out risk assessments as part of the operating rules. It is a document describing the process of risk assessment throughout the drinking water supply system, from the raw water source, through the water treatment, the distribution system to the consumer's water tap and the then proposing corrective action for unacceptable risks.

For risk assessment was used the WaterRisk methodology, which was developed at the Institute of Municipal Water management, Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering. Using the WaterRisk application, was analysed an extensive group water supply system, including two surface water sources, two underground water sources, a water treatment, nine reservoirs, seven pumping stations and 279.41 kilometers of pipelines.

No risk was identified in the water supply system that would require corrective action according to Czech legislation. The assessment also shows that the biggest problem of the system is the aging of the infrastructure, which causes more frequent breakdowns on the water mains.

8 PŘÍLOHA Č. 1 – ÚŽIVATELSKÝ MANUÁL APLIKACE WATERRISK 2.0

Jednou z hlavních myšlenek při tvorbě metodiky pro analýzu rizik SZV bylo, aby se všechny vyvinuté postupy mohly bez dalších úprav vložit do softwarové aplikace a analýza rizik se mohla provádět automatizovaně s využitím výpočetní techniky. Proto byl na základě vyvinuté metodiky vytvořen model rizik, což je ve skutečnosti softwarová aplikace, která obsahuje matematický, grafický a slovní popis rizik systému zásobování pitnou vodou a zahrnuje celý systém s jeho prvky, významné vazby s okolím, pravidla, okolnosti a podmínky. Model plně respektuje navrženou strukturu rizik SZV a umožňuje provádění analýzy rizik různých vodárenských systémů a jejich technologických částí nezávisle na sobě tak, že jsou výsledky vzájemně porovnatelné a slučitelné do jednoho modelu.

Hlavním cílem modelu je vytvoření standardizovaného nástroje pro provádění analýzy rizik SZV a zajištění technické podpory pro další rozhodnutí při jejich řízení.

8.1 SOFTWAREVÁ APLIKACE PRO ANALÝZU RIZIK SZV

Jedná se o interaktivní databázový software, který prostřednictvím internetového prohlížeče umožňuje uživatelům provádět analýzu rizik jejich systému zásobování pitnou vodou. Aplikace je přístupná prostřednictvím internetu a grafické uživatelské rozhraní je přizpůsobeno pro MS Explorer 6 a vyšší. Její ovládání je intuitivní a nevyžaduje žádné speciální dovednosti. Uživatelé, kterými mají být primárně techničtí pracovníci provozovatelských společností vodovodů, mají do aplikace přístup až po registraci. Přístup je zabezpečen přihlašovacím jménem a heslem. Registraci nového uživatele provádí ručně administrátor technické podpory se současným telefonickým ověřením totožnosti žadatele. Při provádění analýzy reaguje software interaktivně na prováděné změny, umožní ukládání projektů, jejich editaci a kopírování, dále také generování, prohlížení a tisk výsledků analýzy.

Všechny úkony, které se v aplikaci provádí, přesně korespondují s dílčími kroky analýzy rizik, jak je popisuje kapitola 3. Metodika analýzy rizik SZV. Proto i následující popis aplikace sleduje strukturu vytvořené metodiky.

Provoz softwarové aplikace

Softwarová aplikace je provozována centrálně pouze na jednom severu, který je ve správě Ústavu vodního hospodářství obcí Fakulty stavební VUT v Brně, a uživatelé k ní přistupují přes internet, stejným způsobem jako např. k internetovému bankovníctví. Mimo tento server není aplikace dostupná a není volně distribuována. Existují výhody i nevýhody tohoto řešení. Jedním z argumentů proti je neochota vodárenských společností poskytovat údaje o svém vodárenském systému mimo společnost. Tento problém by bylo možno částečně odstranit umístěním aplikace na serveru nadřízené státní instituce celorepublikového významu, např. na server Ministerstva zemědělství ČR.

Výhody centralizovaného řešení nad touto nevýhodou však jednoznačně převládají a jsou následující:

- Možnost on-line technické podpory a řešení zákaznického problému v reálném čase – v případě nutnosti obdrží administrátor technické podpory od klienta dočasný přístup k jeho datům a společně problém řeší přímo v aplikaci v zákaznickém projektu. Klient sleduje prováděné

změny na svém monitoru v reálném čase, i když mohou být s administrátorem vzdáleni stovky kilometrů.

- Snadná aktualizace softwaru – je zajištěna kontinuální aktualizace softwaru a ulehčen jeho další vývoj, protože software existuje pouze v jediné instalaci na jednom serveru. Není nutno rozepisovat klientům aktualizací CD s novými verzemi. Zákazník se nemusí starat o instalaci aplikace a aktualizací na svých počítačích.
- Možnost sdílení informací s ostatními uživateli – předpokládá se, že během provozu aplikace bude ze strany uživatelů vznesena celá řada zlepšujících návrhů a doplnění, zejména k metodickým listům jednotlivých nežádoucích stavů. Součástí aplikace bude standardní webová diskuse, která bude společná pro všechny registrované uživatele. Uživatelé budou také pravděpodobně definovat své vlastní nežádoucí stavy. Administrátor technické podpory může všechny zlepšení na základě výsledků diskuse zahrnout do standardní metodiky a zpřístupnit je všem ostatním uživatelům.
- Přístup odkudkoli – klient se ke svým datům dostane odkudkoli, není nutno vyčleňovat pro aplikaci ve firmě speciální počítače. Výsledky analýzy lze snadno komukoliv ve společnosti sdílet. Konkrétní osobě lze zřídit přístup pro editaci projektu či pouze k prohlížení výsledků.
- Nižší cena provozu – při centralizovaném provozu aplikace budou výsledné náklady na provoz centra technické podpory nižší. Proto i cena služby bude ve výsledku příznivější.

Bez zajímavosti není ani fakt, že i výrobci jiných softwarových nástrojů pro vodárenské společnosti hledají v současné době cesty, jak změnit současný způsob jednotlivých klientských instalací na výše popsaný centralizovaný systém. Z tohoto a výše popsaných důvodů, byl zvolen centralizovaný provoz aplikace jako optimální.

Uživatelské prostředí

Aplikace je přístupná prostřednictvím internetu a grafické uživatelské rozhraní je přizpůsobeno pro MS Explorer 6 a vyšší. Vytvořená aplikace má tři základní části, kterými jsou:

- Veřejné webové stránky pro neregistrované uživatele, kde se mohou dozvědět základní informace, určení a funkce softwaru, podstatné informace z metodiky analýzy rizik a naleznou zde vstup do registrované části.
- Společná informativní část, kam mají přístup pouze registrovaní uživatelé. Zde jsou dostupné detailní informace o metodice analýzy rizik SZV, ukázky vzorových příkladů analýzy rizik SZV na DEMO projektu a diskuze mezi uživateli na různá témata k softwaru, metodice aj. Tento prostor je společný pro všechny registrované uživatele.
- Soukromá analytická část, kam mají přístup pouze registrovaní uživatelé a to pouze k údajům o svém SZV (SZV = projekt). Zde se provádí analýza rizik projektu. Přístup do této části má jen uživatel, který projekt založil, a osoby, kterým zřídí přístup a definuje práva.

Analýza se zpracovává textovou formou, tabulkami a schématickými piktogramy. Software neumožňuje tvorbu map ani grafických schémat. K tomu je určena funkce exportu výsledků pro GIS systémy, které se k tomu účelu hodí lépe. Aplikace umožňuje vkládání (připojování) fotografií, textových, tabulkových a grafických příloh v podobě dokumentů, které si uživatel může uspořádat a podle potřeby je zobrazit

a pracovat s nimi (pdf, xls, doc, txt, jpg, bmp, atd.). Může se jednat např. o provozní řád, vyjádření orgánů státní správy, fotografie dokumentující nežádoucí stavy, atd. Aplikace je provedena v českém jazyce.

Všechny dílčí kroky analýzy rizik jsou v aplikaci znázorňovány grafickými piktogramy a jsou přehledně řazeny v základním kruhovém menu projektu, kde uživatel prochází postupně jeden úkon analýzy za druhým ve směru šipky. Teprve po ukončení jednoho kroku se umožní vstup do kroku následujícího – tzn. aktivuje se ikona následujícího kroku a změní barvu z původní černobílé na barevnou. Celý proces je tak uživatelsky příjemný a intuitivní. Všechny kroky, které uživatel provádí, jsou doplněny nápovědou.



Obr. 8.1 Softwarová aplikace – hlavní menu projektu

Autorizace, uživatelská práva

Do společné informativní části a soukromé analytické části je přístup možný pouze pro registrované uživatele po zadání přihlašovacího jména a hesla. V následujícím textu se používají tři termíny, jejichž význam je pro další pochopení důležitý. Jsou to pojmy:

- Uživatel, uživatelský účet – konkrétní osoba, která má své přihlašovací jméno a heslo,
- Účet, účet vodárenské společnosti – úroveň organizačně nadřazená uživatelským účtům, která představuje vodárenskou společnost. Podmnožinou „Účtu“ vodárenské společnosti XY jsou všechny „Uživatelské účty“, které do ní patří.
- Projekt – je projekt analýzy rizik konkrétního vodovodního systému.

Účet vodárenské společnosti je v datové organizační struktuře nadřazen uživatelům a projektům a zakládá se pro celou firmu pouze jeden. V rámci jednoho účtu může být definováno několik uživatelů,

kteří mohou zakládat a editovat pouze projekty v rámci vodárenské společnosti. Nemohou přecházet do projektů jiných účtů.

Uživatelská práva

Aplikace rozlišuje několik typů uživatelů. Podle rozsahu jejich práv řadíme sestupně:

- Administrátor technické podpory (Administrátor) – mění nastavení aplikace a má nejvyšší práva,
- Uživatel-zakladatel projektu – každý uživatel má právo zakládat své vlastní projekty v rámci účtu, do kterého patří. Do svých projektů může uživatel-zakladatel vybírat a přidávat další spolupracovníky „uživatele“, kteří jsou registrováni do stejného účtu jako on a těmto osobám následně přidělí v rámci tohoto projektu právo editace nebo pouze čtení a tisk. Jinými slovy ten, kdo projekt založil, rozhodne o tom, kdo další na něm může spolupracovat a jaká práva bude v projektu mít. To vše probíhá v rámci jednoho účtu. Uživatel patří vždy pouze do jednoho účtu a nemůže mezi nimi přecházet.
- Uživatel-čtení a tisk – je osoba, která byla přizvána do projektu, který založil někdo jiný, a má zde pouze omezená práva. Nemůže nic měnit, jen nahlíží a tiskne výsledky analýzy.
- Host – registrovaný uživatel, který patří do speciálního účtu DEMO. Zde se může podívat na prostředí aplikace a jeden ukázkový projekt DEMO. Nemůže zakládat vlastní projekty.

Sdílení dat mezi uživateli

Sdílejí se pouze data v projektech, resp. celé projekty, v rámci jednoho účtu, a to pouze adresně pro konkrétní uživatele a v rozsahu, který byl konkrétním osobám v konkrétním projektu přidělen. O přizvání spolupracovníka do projektu a jeho právech vždy rozhoduje zakládající uživatel projektu. Administrátor má přístup do všech projektů všech účtů za účelem poskytování technické podpory, ale vždy pouze se souhlasem zakladatele projektu a na časově omezenou dobu, tedy pouze do vyřešení předmětu konzultace, kvůli kterému byl administrátor přizván. Je vyloučeno sdílení dat mezi účty.

8.2 PŘEHLED KROKŮ PŘI PRÁCI V APLIKACI

Registrace

Před prvním přihlášením do aplikace prostřednictvím jejích webových stránek je žadatel vyzván k registraci, která je povinná. Požaduje se zadání jména a příjmení žadatele, společnost, v níž je zaměstnán, firemní emailová adresa a kontaktní telefon. Zadání všech požadovaných údajů je povinné. Protože se nepředpokládá masové užívání aplikace tisíci, ale spíše desítkami uživatelů, je každá žádost posuzována individuálně administrátorem technické podpory a kontaktní údaje jsou ověřeny telefonicky. To vše s cílem zvýšit úroveň zabezpečení a zamezit neautorizovaným přístupům. Administrátor žadateli přiřadí přihlašovací údaje a založí pro jeho společnost nový účet, případně jej přidá do účtu jeho společnosti jako dalšího uživatele, pokud již tento existuje. Software v tomto kroku kontroluje jedinečnost nově zadávaného přihlašovacího jména, aby v databázi nebyly dvě totožné. Přihlašovací údaje odešle administrátor aplikace žadateli na uvedený firemní email. Při prvním

přihlášení je každý uživatel vyzván, aby si nastavil vlastní přihlašovací heslo, místo toho, které mu bylo přiděleno administrátorem při registraci.

Přihlášení

Po obdržení přihlašovacích údajů získá uživatel plnohodnotný přístup do aplikace, kde má v rámci účtu vodárenské společnosti, do níž patří, přístup ke svým projektům, které sám založil, ke vzorovému projektu DEMO a také k projektům, ke kterým byl přizván jako spolupracovník jinými pracovníky firmy. Žádná data mezi jednotlivými účty vodárenských společností se nesdílejí ani nijak nezobrazují.

Aplikace je chráněna časovým zámekem. Při nečinnosti delší než 60 minut je uživatel ze systému automaticky odhlášen.

Založení projektu a výběr spolupracovníků

Při prvním úspěšném přihlášení se do menu projekty každému uživateli nakopíruje z databáze softwaru projekt „DEMO“, který slouží jako ukázkový projekt analýzy rizik vodárenského systému a byl vytvořen v rámci tvorby a testování této metodiky. Projekt DEMO lze, stejně jako každý jiný projekt kopírovat, editovat či zcela odstranit.

V úvodu analýzy je nutno nejprve založit nový projekt tlačítkem „Nový projekt“. Toto právo má každý uživatel, v rámci účtu, kam je registrován. Při zakládání projektu je nutno vyplnit všechna pole následujícího formuláře:

- ID projektu – kódové označení, zkratka
- Název projektu
- Název vodovodu – celý název vodovodu, jak se bude zobrazovat na titulní straně tištěného protokolu o provedené analýze
- Počet obyvatel bydlících v oblasti (počet, nepovinné)
- Počet zásobovaných obyvatel (počet)
- Objem vody vyrobené k realizaci (m³/rok)
- Popis projektu
- Kraj a obec

WaterRisk verze: 2.0
Identifikace, kvantifikace a řízení rizik veřejných systémů zásobování pitnou vodou.

[Odhlásit](#) [Nastavení](#) [Projekty](#) [Vlastní nežádoucí stavy](#)

[Nápověda >>>](#)

Založení nového projektu

Nový projekt

Údaje označené * jsou povinné.

Název projektu *	<input type="text"/>	
ID projektu *	<input type="text"/>	
Název vodovodu *	<input type="text"/>	
Popis vodovodu	<input type="text"/>	
Počet obyvatel bydlících v oblasti	<input type="text"/>	počet (nepovinné)
Počet zásobovaných obyvatel	<input type="text"/>	počet
Objem vody vyrobené k realizaci	<input type="text"/>	m ³ /rok
Kraj	<input type="text" value="Kraj Olomoucký"/>	
Obec	<input type="text"/>	
<input type="button" value="Založit projekt"/>		

Vytvořit kopii existujícího projektu

Název projektu	<input type="text"/>
ID projektu	<input type="text"/>
Původní projekt	<input type="text" value="DEMO_DEMO"/>
<input type="button" value="Vytvořit kopii"/>	


[Zpět na seznam projektů](#)

Obr. 8.2 Softwarová aplikace - založení projektu

ID nového projektu musí být jedinečný v rámci celého účtu vodárenské společnosti a nikde jinde se nesmí opakovat. Při shodě kódového značení se projekt nezaloží. Při vyplňování formulářů platí standardní funkce kláves, jako v jakékoliv jiné webové aplikaci. Přejít mezi poli formuláře tabulátorem nebo myší, hodnoty se uloží po stisku klávesy enter nebo tlačítka „Uložit“. Při opuštění stránky bez uložení se informace do databáze neuloží. Nový projekt lze vytvořit také zkopírováním existujícího projektu, viz dále.

Po založení nového projektu má zakladatel možnost si do projektu přidat spolupracovníky, kteří s ním budou na analýze spolupracovat. Vybere je ze seznamu uživatelů, kteří jsou registrováni v účtu jeho vodárenské společnosti a každému z nich zvlášť přidělí pro tento projekt práva. Uživatel „spolupracovník“ má právo editace (může měnit údaje), uživatel s právem „tisk“ může údaje v projektu pouze číst a tisknout. Přidělená práva lze také odebrat či změnit, rovněž spolupracovníky lze z projektu odebrat a zabránit jim v přístupu k projektu. Do projektu nelze přidávat spolupracovníky z jiných vodárenských společností. Všechna nastavení a zadané informace se v aplikaci ukládají, při dalším přihlášení je uživatel má opět k dispozici.


Projekt: D2 - Demo2
Založil: Břetislav Hájek

 **Spolupracovníci**

Nový spolupracovník: ← Seznam uživatelů v účtu registrované společnosti

Práva k projektu: ← Práva k projektu pro přidávaného uživatele

← Tlačítko pro přidání spolupracovníka

Seznam spolupracovníků	Práva	Odstranit
Jan Ručka	Spolupracovník	

← Seznam aktuálních spolupracovníků s možností odebrání přístupu

Obr. 8.3 Softwarová aplikace - editace spolupracovníků

Centrální databáze dokumentů

Funkce „Dokumenty“ v hlavním menu projektu nabízí uživateli možnost ukládat centralizovaně na jednom místě všechny dokumenty, které se k posuzovanému vodovodu vztahují. Tato funkce je užitečná zejména proto, že k provedení analýzy rizik se vyžaduje značné množství různých datových zdrojů a jejich konsolidace a seřídění na jednom místě práci velmi urychlí. Databázi dokumentů lze navíc sdílet s ostatními spolupracovníky v projektu. Ukládat lze soubory typů pdf, doc, xls, txt, csv, jpg, bmp a gif. Uložený dokument lze libovolně přejmenovat, editovat jeho popis nebo jej zaměnit (zaměnit soubor). Při nahrazení souboru je důležité, aby se nově vkládaný soubor jmenoval naprosto stejně jako ten stávající. V názvech ukládaných dokumentů (při vkládání i záměně) se v názvu dokumentu nesmí používat diakritika, mezery a velká písmena. Vložený dokument nelze z databáze odstranit. Při ukládání do centrální databáze aplikace se dokument opatří názvem, kódem a popisem, který je nepovinný. Zde je k dispozici pro všechny ostatní kroky v aplikaci, které se na tuto centrální databázi odvolávají. Např. při analýze rizika konkrétního NS, je možné přímo k hodnocenému faktoru vložit odkaz na fotografii, která hodnocení faktoru dokládá. Předtím je ale nezbytné tuto fotografii nejprve uložit do centrální databáze a v kroku analýzy rizik na ni vložit jen odkaz do databáze – url adresa. Při kopírování projektu se dokumenty nekopírují.

Projekt: D2 - Demo2
Založil: Břetislav Hájek

Správa dokumentů projektu

Pomocí následujícího odstavce můžete vkládat dokumenty dvěma způsoby: Uplodnout soubor do systému, nebo vložení odkazu na externí soubor.

Název dokumentu *	<input type="text"/>
Kód dokumentu *	<input type="text"/>
Volba způsobu	Vložení externího odkazu <input type="checkbox"/> Vyberte, jestli budete vkládat odkaz na dokument, nebo dokument nahrávat.
Odkaz na externí soubor	<input type="text"/>
Soubor	<input type="button" value="Procházet..."/> Soubor nevybrán.
Popis	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>
	<input type="button" value="Uložit"/>

Seznam vložených dokumentů

(vloženo 0.06 z celkových 50 MB)

Kód dokumentu	Název dokumentu	URL adresa	Upravit	Zobrazit	Odstranit
M1	Mapa zájmového území	https://mapy.cz/zakladni?x=16.5919673&y=49.2064087&z=16&source=muni&id=5740	>>>	>>>	✗
O1	Obrazek	dokumenty_projektu/projekt_400_obr.jpg	>>>	>>>	✗

Možnost editace dokumentu

Odkaz pro otevření dokumentu

Obr. 8.4 Softwarová aplikace - správa dokumentů projektu

Evidence majetku

Po založení nového projektu uživatel zadá základní informace o posuzovaném vodovodním systému, které vychází z majetkové evidence vodovodu. Vodárenské společnosti je mají standardně k dispozici, protože je každoročně reportují MZe. Tyto informace jsou v aplikaci přehledně rozděleny do záložek o vodní zdrojích, o úpravě vody a o distribuční části. Všechny tři záložky je nutno vyplnit a samostatně uložit, i když v projektu některá z částí SZV není (např. protože se jedná o systém bez úpravny vody). Správný formát vkládaných hodnot je aplikací automaticky kontrolován před jejich uložením do databáze. Všechny položky formuláře musí být vyplněny a ve všech záložkách uloženy zvlášť, jinak aplikace nepovolí jejich uložení do databáze. Pokud má být některý z požadovaných údajů nulový (např. počet úpravny vody v systému), pak je nezbytné do formuláře vložit nulu – pole nesmí zůstat prázdné.

Evidence majetku

Vodní zdroje Úprava vody Distribuce vody

Vodní zdroje

Vodní zdroje - vlastní

Podzemní zdroje *	<input type="text" value="2"/>	počet
Povrchové zdroje *	<input type="text" value="2"/>	počet
Smišené zdroje podzemní a povrchové vody *	<input type="text" value="0"/>	počet

Převzatá voda

Podzemní zdroje *	<input type="text" value="0"/>	počet
Povrchové zdroje *	<input type="text" value="0"/>	počet
Smišené zdroje podzemní vody a povrchové vody *	<input type="text" value="0"/>	počet

Využitelná kapacita zdrojů *

	<input type="text" value="323"/>	l/s
z toho podzemní zdroje *	<input type="text" value="93"/>	l/s

Obr. 8.5 Softwarová aplikace - evidence majetku

Informace zadané při evidenci majetku se následně používají pro kontrolu úplnosti zadání při křížové kontrole v deskripci systému a také pro vyhodnocení složitosti systému. Rozsah požadovaných informací je zřejmý z následujícího výčtu.

Vodní zdroje

Vodní zdroje – vlastní

Podzemní zdroje (počet)

Povrchové zdroje (počet)

Smišené zdroje podzemní a povrchové vody (počet)

Převzatá voda

Podzemní zdroje (počet)

Povrchové zdroje (počet)

Smišené zdroje podzemní vody a povrchové vody (počet)

Využitelná kapacita zdrojů (l/s)

z toho podzemní zdroje (l/s)

Úprava vody

Počet úpraven vody (počet)

Využitelná kapacita úpraven vody (l/s)

Použité technologie úpravy vody (ano/ne)

Dezinfekce
Odkyselování filtrací
Provzdušňování
Sedimentace
Dvoustupňová úprava
Filtrace přes aktivní uhlí
Koagulační filtrace
Biologická filtrace
Odželezňování
Oxidace
Odmanganování
Ozonace
Umělá filtrace
Stabilizace
Filtrace
Denitrifikace
UV záření
Jiné ... (doplnit popis)

Distribuce vody

Vodovodní řady

Celková délka (m)

Profil

do DN100 (m)

od DN101 do DN300(m)

od DN301 do DN500 (m)

větší než DN500 (m)

Trubní materiál

Kovové (m)

Plastové (m)

Jiné (m)

Vodovodní přípojky (počet)

Vodoměry (počet)

Čerpací stanice (počet)

Samostatná tlaková pásma (počet)

Vodojemy (počet)

Celkový objem vodojemů (m³)

Automaticky se kontroluje součet délek vodovodních řadů v rozdělení podle DN a trubního materiálu. Oba součty musí být shodné, jinak aplikace hodnoty do databáze neuloží.

Posouzení složitosti systému a volba metodiky analýzy rizik

Posouzení složitosti vodovodního systému je proces, při kterém se na základě tří definovaných pravidel vyhodnotí, zda je posuzovaný systém natolik jednoduchý (malý a zároveň technologicky nenáročný), že je možno použít metodiku analýzy rizik pro jednoduché systémy. V případě, že je systém shledán větším či technologicky složitějším než jednoduchý, je touto metodikou považován za komplexní a má být analyzován metodikou analýzy rizik pro komplexní systémy.

Toto vyhodnocení je softwarem prováděno automaticky z údajů, které se zadávají v předchozích krocích. Uživatel je zde informován, jak je jeho systém ohodnocen, a následně zvolí, kterou ze dvou nabízených metodik analýzy rizik použije. Po uložení výběru metodiky je umožněn další krok analýzy, kterým je deskripce systému.



Volba metodiky

<i>Kritérium</i>	<i>Tento SZV</i>	<i>Hranice</i>
Počet zásobovaných obyvatel		0 až 300 Jednoduchý 301 a více Komplexní
Objem vody vyrobené k realizaci [m ³ /rok]		0 až 9 000 Jednoduchý 9 001 a více Komplexní
Složitost použité technologie úpravy vody		Jednoduchý Komplexní

Vyhodnocením kritérií by měl být systém dále analyzován jako

Komplexní

Zvolte metodiku, kterou chcete analyzovat rizika tohoto systému

Komplexní

Obr. 8.6 Softwarová aplikace - volba metodiky analýzy rizik

Deskripce systému

Deskripce systému se uživateli umožní (odblokuje se) až po vybrání metodiky analýzy rizik (jednoduchá/komplexní) a sestává z několika dílčích kroků. V deskripci systému uživatel sestaví z nabízených typových prvků celý svůj vodovodní systém a jednotlivé objekty opatří popisem. Deskripce systému probíhá po krocích v následujícím pořadí:

- Definice tlakových pásem – nejprve se definují jednotlivá tlaková pásma, jejich název, označení, stručný popis (pokud je potřeba) a napájecí uzel pásma.
- Popis prvků systému – zde se detailně popíše celý vodovodní systém od vodního zdroje až po distribuční část. Vodovod se postupně sestaví podle jeho skutečné topologie objekt po objektu výběrem z nabídky typových prvků, které jsou připraveny v databázi softwaru. Ke každému objektu se připojí základní informace jako jsou IČME, název, umístění, rok výstavby, provedené rekonstrukce, příslušné tlakové pásmo či pásma, atd. Vyplňovat tyto popisy není nezbytné. Povinná jsou pouze pole „Název“ a „Typ prvku“. K popisu objektu je možné připojit jeho fotografie, či jiné dokumenty.

- Křížová kontrola úplnosti zadání – při každém stisku tlačítka „Uložit“ provádí software automatickou kontrolu úplnosti zadání. Kontroluje se soulad počtu jednotlivých objektů, které byly zadány v úvodní fázi projektu v listu majetkové evidence s počtem objektů, které byly do systému vloženy při jeho deskripci. Musí se shodovat počty vodojemů, čerpacích stanic, tlakových pásem, podzemních a povrchových vodních zdrojů a úpraven vody. Uživatel je průběžně informován o tom, zda již zadal všechny prvky, případně které a kolik jich ještě chybí. Tato funkce má sloužit pro kontrolu úplnosti zadání zejména u rozsáhlých systémů, které mohou mít několik desítek objektů.

Projekt: D2 - Demo2
Založil: Břetislav Hájek

Deskripce systému

Přehled Vodní zdroje Úprava vody Distribuce vody Tlaková pásma

Přehled Počet prvků zadáných v evidenci majetku Počet prvků vložených v deskripci systému

Prvek	Evidenci majetku	Deskripce systému	
Vodní zdroje celkem:	4	4	
<i>Podzemní:</i>	2	2	
<i>Povrchový:</i>	2	2	
<i>Převzatá voda:</i>	0	0	
Úpravny vody:	2	1	Chybí 1
Distribuce:			
<i>Vodojemy:</i>	7	7	
<i>Čerpací stanice:</i>	5	5	
Samostatná tlaková pásma:	1	2	Chybí -1

Upozornění na chybějící prvek v deskripci systému

Upozornění na přebývající prvek v deskripci systému

Není soulad mezi evidencí majetku a deskripcí systému!

Obr. 8.7 Softwarová aplikace – kontrola úplnosti zadání v deskripci systému

Deskripce systému

Přehled **Vodní zdroje** Úprava vody Distribuce vody Tlaková pásma

Vodní zdroje

+ Tlačítko pro vložení nového prvku

Jímací území - U Potoka (Vrt 1)
Vodárenská nádrž - Pod Babou (Nádrž)

Seznam vložených prvků do deskripce

Prvek	Chybí
Vodní zdroje celkem:	-1
Podzemní:	0
Povrchový:	0
Převzatá voda:	0
Úpravny vody:	0
Distribuce:	
Vodojemy:	0
Čerpací stanice:	0
Samostatná tlaková pásma:	0

Počet chybějících prvků k popsání

Vkládání prvků systému

Typ prvku * ---nezadáno---
Název * ---nezadáno---
Označení/Kód *
IČME *
Popis
Rok výstavby
Tlakové pásmo ---nezadáno---
Umístění/Adresa
Poznámka
Uložit

Výběr typu prvků

Obr. 8.8 Softwarová aplikace – deskripce systému

V deskripci systému se zadávají prvky první a druhé úrovně. Prvek druhé úrovně se přidá rozkliknutím ikony zelené šipky u nadřazeného prvku první úrovně. Kliknutím na prvek v seznamu jej lze odstranit, editovat, přiložit související dokumenty, zvolit podtyp prvku, zvolit zásobované tlakové pásmo či popsat proběhlé nebo plánované rekonstrukce prvku. **Prvky lze odstranit dokud pro ně nejsou vygenerovány nežádoucí stavy.**

Identifikace nebezpečí

Tato funkce se automaticky aktivuje po úplném dokončení a uložení deskripce systému, teprve až aplikace shledá soulad mezi počtem jednotlivých prvků systému zadaných v deskripci systému a v listu majetkové evidence, viz křížová kontrola úplnosti zadání.

Projekt: DEMO - DEMO
Založil: Břetislav Hájek

Zpět na projekt

Identifikace nebezpečí

Nebezpečí: 34 z 59, Nejistota: 34 %

Vodní zdroje
Úprava vody
Distribuce vody

Vodní zdroje

Přírodní nebezpečí

<p>1.01 : Přivalový déšť</p> <p>Popis: Prudká přivalová srážka intenzity >160 l/s/ha Podmínky vzniku: Intenzita deště > 160 l/s/ha; nezastřešená akumulární nádrž pitné vody nebo nezakryté otvory ve stropě Následky: Zhoršení kvality (kontaminace) surové vody; zatopení a/nebo zanesení objektů; zatékání dešťové vody do konstrukcí; mechanické poškození; porušení stavební konstrukce objektů; kontaminace pitné vody v akumulární nádrži</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Není určeno Ano Ne </div> <p style="color: red; font-size: small; margin-top: 5px;">← Volba možnosti výskytu nebezpečí</p>	<p>Související Nežádoucí stavy</p> <p>Počet: 7 NS_101 (Jímací území - U Potoka), NS_101 (VRT1), NS_103 (Jímací území - U Potoka) NS_103 (VRT1), NS_104 (Jímací území - U Potoka), NS_104 (VRT1), NS_109 (Vodárenská nádrž - Pod Babou)</p> <p style="color: red; font-size: small; text-align: center;">↑ Seznam nežádoucích stavů, souvisejících s daným nebezpečím</p>
<p>1.02 : Kyselé deště</p> <p>Popis: Déšť s pH < 5,6 způsobeným oxidy síry či oxidy dusíku Podmínky vzniku: pH deště < 5,6 Následky: Chemická koroze nadzemních konstrukcí; okyselování půdy – koroze potrubi; uvolnění těžkých kovů sorbovaných v půdě</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Není určeno Ano Ne </div>	<p>Související Nežádoucí stavy</p> <p>Počet: 0</p>
<p>1.03 : Sníh, kroupy, led, námraza</p> <p>Popis: Extrémní projevy těchto jevů z hlediska četnosti a intenzity Podmínky vzniku: Odběrný objekt v úrovni kolísání hladiny povrchové vody a nadmožská výška >500 m n.n. Následky: Zamrzání vody; ledové nápěchy; mechanické poškození konstrukcí; zatékání do konstrukcí, namrzání a ucpání nátoky odběrného objektu povrchové vody; porušení stavební konstrukce objektů</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Není určeno Ano Ne </div>	<p>Související Nežádoucí stavy</p> <p>Počet: 1 NS_110 (Vodárenská nádrž - Pod Babou)</p>

Obr. 8.9 Softwarová aplikace – identifikace nebezpečí

Identifikace nebezpečí je stejná pro jednoduché i komplexní systémy. Uživateli se zobrazí stránka s připravenými seznamy nebezpečí, které jsou členěny podle svého původu na přírodní, společenská, technická a technologická. U každého nebezpečí se uvádí podmínky jeho vzniku a možné následky. Každá část systému se hodnotí zvlášť a obsahuje různé položky. Ne všechna nebezpečí jsou uvedena na všech záložkách, např. 3.12_Vysoký provozní tlak je relevantní pouze pro distribuční systém a ve zbývajících dvou záložkách se nezobrazuje. Toto nastavení je výsledkem řešení zpracované metodikou analýzy rizik.

Uživatel seznam postupně prochází a zatrhává u každého nebezpečí, zda v dané části systému hrozí či nehrozí. Fakticky to provádí volbou jedné z nabízených odpovědí Ano – Ne – Není určeno u každé položky. Tento postup je pro jednoduchou i komplexní metodiku totožný. Při prvním vstupu do aplikace jsou všechny odpovědi nastaveny na počáteční defaultní hodnotu „Není určeno“. Odpověď „Není určeno“ zvyšuje ukazatel nejistoty.

Každou ze záložek vodní zdroje – úprava vody – distribuční část je nutno samostatně projít a uložit. Po uložení všech tří záložek se v aktivuje funkce analýza rizika.

Analýza rizik – generování nežádoucích stavů

Generování nežádoucích stavů je automatická funkce, kterou lze provést až po uložení deskripce a po identifikaci nebezpečí. Při prvním vstupu do části analýzy rizik zde uživatel nalezne pouze prázdnou stránku s tlačítkem, které slouží k vygenerování nežádoucích stavů, které se mají dále hodnotit. To se provede na základě deskripce systému a provedené identifikace nebezpečí.

Uživatel také může v aplikaci vybrat a/nebo definovat další nové NS podle vlastní potřeby.

Zde končí společný postup pro jednoduché a komplexní systémy, dále se oba postupy liší a jsou popisovány samostatně.

Analýza rizik - komplexní systém

Riziko: 2
 Certifikát: ✓
 Nejistota: 29 %
 Časová platnost: 11/2020
 Stav: 51 %

Nápravná opatření

Generovat včetně vlastních NS:

Generovat nežádoucí stavy

Matrice rizik

Hodnotící stupeň		Následky		
		C1	C2	C3
Předpokladnost	P1	riziko 1 - nízké 3 / 0 / 5	riziko 1 - nízké 0 / 1 / 0	riziko 2 - střední 0 / 0 / 0
	P2	riziko 2 - střední 0 / 2 / 0	riziko 2 - střední 0 / 1 / 1	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0
	P3	riziko 2 - střední 0 / 1 / 2	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0	riziko 3 - vysoké 0 / 0 / 0

Nežádoucí stavy v silně orámované oblasti matice rizik vyžadují dle ust. Vyhlášky 252/2004 Sb. definici nápravných opatření ke snížení rizika.

Vodní zdroje

Kód	Název prvku	NS_KÓD	Riziko	Certifikát	P	C	N	Časová platnost
Vrty 1 až 5	Prameniště - las	NS_101	1	✓	P1	C1	22 %	11/2020
Vrty 1 až 5	Prameniště - las	NS_103	1	✓	P1	C1	0 %	11/2021
Vrty 1 až 5	Prameniště - las	NS_104	1	✓	P1	C1	0 %	11/2020
jímací studna	Troubky - HV 502 T1							
jezero	Tovačov I - sever							
jezero	Troubecké jezero II - Tovačov	NS_106	0	✓	P1	C0	0 %	11/2021

Obr. 8.10 Softwarová aplikace – analýza rizik, přehled výsledků

Analýza rizik – jednoduché systémy

V současné době aplikace WaterRisk 2.0 neřeší analýzu rizik pro jednoduché systémy.


Analýza rizik – komplexní systémy

Po vygenerování nežádoucích stavů software založí pro každý objekt SZV samostatnou tabulku, která obsahuje všechny nežádoucí stavy, které se k tomuto prvku vztahují a mají se hodnotit. Každý NS představuje v tabulce jeden řádek, který kromě jeho názvu a kódu obsahuje také informaci

o pravděpodobnosti jeho vzniku a následcích, výsledném riziku, ukazatel ne/dodržení předepsaných postupů, ukazatel nejistoty, časovou platnost analýzy a stav zpracování analýzy v rozmezí od 0 do 100%. Tyto informace se také zobrazují v přehledném panelu v pravém horním rohu obrazovky sumárně za jednotlivé části SZV a ve výsledku za celý projekt – vždy podle záložky, která je právě aktuální. Způsob jejich stanovení definuje zpracovaná metodika analýzy rizik.

Projekt: D2 - Demo2
Založil: Břetislav Hájek

Zpět na projekt 

 **Analýza rizik - komplexní systém**

Přehled Vodní zdroje Úprava vody Distribuce vody


Riziko: 2
Certifikát: 
Nejistota: 12 %
Časová platnost: 11/2020
Stav: 34 %

Nápravná opatření

Generovat včetně vlastních NS:

Generovat nežádoucí stavy

Vodní zdroje

Prameniště - les	Pravděpodobnost	Následky	Riziko	Certifikát	Nejistota	Časová platnost	Stav	Vstoupit
NS_101 Zhoršování kvality surové vody	P2	C2	2		12 %	11/2020	100 %	>>>
NS_103 Kontaminace surové vody chemickým znečištěním	N	N	N		N		0 %	>>>
NS_104 Kontaminace surové vody mikrobiologickým znečištěním	N	N	N		N		0 %	>>>
NS_105 Nedostatečná kapacita, přetížení zdroje	N	N	N		N		0 %	>>>
NS_111 Porucha ponorného čerpadla	N	N	N		N		0 %	>>>

Obr. 8.11 Softwarová aplikace – analýza rizik, vodní zdroje

Hodnocení pravděpodobnosti a následků jednotlivých NS probíhá v hodnotícím formuláři, který je dostupný prostřednictvím tlačítka „Vstoupit“ na odpovídajících řádcích tabulky. Uživatel prochází formulář směrem shora dolů a hodnotí postupně hlavní faktory, následky – každou kategorii zvlášť a na konci formuláře zatrhne podkladní dokumenty, které měl pro analýzu k dispozici. Nehodnocení nežádoucího stavu navyšuje míru nejistoty. Nežádoucí stavy je možné hodnotit vlastním hodnocením, to však vede ke ztrátě certifikátu. Každou část formuláře je nutno uložit zvlášť. Aplikace odpovědi vyhodnotí až při stisku posledního tlačítka „Uložit“ na konci formuláře a výsledky uloží do databáze.

NS_101_Zhoršování kvality surové vody

Popis nežádoucího stavu >>>

Pravděpodobnost:	P2
Následky:	C2
Riziko:	2
Certifikát:	✓
Nejistota:	12 %
Časová platnost:	11/2020
Stav:	100 %
Nápravná opatření	

Prvek: Prameniště - les – Analýza četnosti

Typ rizika: kvalitativní

Komentář >>>

F1 Zdravotní bezpečnost výrobků pro styk s pitnou vodou (platnost 5 let)	Bodové skóre	Hodnocení
Nehodnoceno	N	⊙
Žádné závady, všechno v pořádku	0	○
Materiály použité v jímácím zařízení, překročily svoji životnost nebo je na nich patrné velké opotřebení a v důsledku toho, by se do surové vody mohly uvolňovat nežádoucí látky.	1	○
V jímácím zařízení jsou použity materiály, které nebyly testovány v souladu s vyhláškami MZd č. 37/2001 Sb. resp. č. 409/2005 Sb., ale mají starší tzv. závazný posudek (lidově „atest“) HH dle zákona č. 20/1966 Sb., <i>nebo</i> Nelze dohledat dokumenty nebo výrobce k jednotlivým použitým materiálům v jímácím zařízení a jedná se o výrobek či zařízení mladší 10-ti let.	2	○
V jímácích zařízeních byly použity materiály, které nesplnily nebo nejsou v souladu s vyhláškami MZd č. 37/2001 Sb. resp. č. 409/2005 Sb.	3	○
Vlastní hodnocení:	1	○
Poznámka:		

Obr. 8.12 Softwarová aplikace – hodnocení nežádoucího stavu

CZDR zdravotní následky	Hodnocení
V případě dlouhodobého překračování limitů MH a NMH může docházet ke zdravotním komplikacím u spotřebitelů.	
N - Nehodnoceno	⊙
C0 - Žádné či nevýznamné	○
C1 - Nízké Dojde ke zhoršení organoleptických vlastností vody, které zaregistruje menší okruh spotřebitelů, nebo Dojde k překročení limitní hodnoty u ukazatele s MH, ale není překročen limit pro nouzové zásobování, nebo Dojde k mírnému zvýšení hodnot chemického ukazatele s nejvyšší mezní hodnotou (NMH), ale ještě ne k překročení NMH.	○
C2 - Středně vysoké Dojde ke zhoršení organoleptických vlastností vody, které zaregistruje velký okruh spotřebitelů, nebo Dojde k překročení limitní hodnoty u chemického ukazatele s NMH, ale není překročen limit pro nouzové zásobování, nebo Dojde k překročení limitu pro nouzové zásobování u ukazatele s MH, nebo Dojde (dochází) k občasnému menšímu překročení limitu u mikrobiologického ukazatele s NMH.	○
C3 - Vysoké Prokazatelně dojde ke zhoršení organoleptických vlastností vody, voda se stane nepříjatelnou pro větší počet spotřebitelů, nebo Dojde k překročení limitu pro nouzové zásobování u chemického ukazatele s NMH, nebo Dojde (dochází) k výraznému překročení limitu nebo k opakovanému překračování limitu u mikrobiologického ukazatele s NMH, nebo Konzumace vody může způsobit onemocnění nebo úmrtí.	○
Konkrétní následky:	

Obr. 8.13 Softwarová aplikace – hodnocení zdravotních následků

Data použitá k provedené analýze

Kód	Podkladové dokumenty	Ano	Ne
1_04	Manipulační řád, rozhodnutí vodoprávního úřadu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_05	Provozní řád	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
0_01	Vodohospodářská mapa povodí	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_01	Fyzická prohlídka jímacího objektu a okolí (povodí, ochranné pásmo)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_09	Rozbory surové vody za posledních 5 let	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_02	Konzultace s provozním technikem	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_16	Registr znečišťovatelů	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_11	Pohyb hladiny v podzemním zdroji za posledních 10 let	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_08	Přehled úhrnů srážek a teplot za posledních 5 let	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
1_06	Záznamy o provedené údržbě jímacího zařízení	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
1_07	Stavební dokumentace	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Obr. 8.14 Softwarová aplikace – hodnocení dat použitých k provedené analýze

Editace projektu a nežádoucích stavů

Dříve provedenou analýzu rizik lze libovolně editovat, aktualizovat, odstraňovat a kopírovat celé projekty a tvořit scénáře.

Kopírování projektu a vytváření scénářů

Aplikace umožňuje tvořit scénáře pro různé provozní stavy SZV např. simulaci stavu při povodních. Celý princip tvorby scénářů je založen na vytvoření kopie existujícího projektu a opakování analýzy rizik pro jiné podmínky. Existující projekt se uloží a ponechá se v aplikaci jako originální předloha. V menu Projekty – Nový projekt se vytvoří nový projekt – jeho kopie, čímž se do něj zkopírují z předlohy základní údaje, popis, evidence majetku a deskripce systému. Identifikace nebezpečí, spolupracovníci, dokumenty ani provedená analýza rizik se nekopírují. Při vytváření kopie se zadává ID projektu, které musí být jedinečné v celém účtu vodárenské společnosti a nikde jinde se nesmí opakovat. Při shodě kódového značení se kopie nevytvoří. Dále se zadává název projektu, který již nemusí být jedinečný, a vybere se požadovaná předloha tj. některý ze stávajících projektů v účtu, ze kterého se má kopie vytvořit. Nový projekt se dále hodnotí zcela samostatně bez vazby na svou předlohu. Uživatel editací základních údajů může nový projekt libovolně přejmenovat a opatřit popisem, čímž scénář definuje. Následně se provede identifikace nebezpečí, vygenerují se NS a dále již běžný postup. Oba projekty, předloha i kopie, zůstávají po vytvoření kopie oddělené bez vzájemných vazeb.

Editace nežádoucích stavů

Uživatelům není dovolena editace metodických listů analýzy rizik **základních** NS, které byly vytvořeny v rámci vývoje této metodiky. Ti mohou editovat pouze **vlastní** NS, nikdy ne základní. Uživatel má možnost zakládat své vlastní NS, které může tvořit zkopírováním základních NS a dále je libovolně

měnit, nebo může metodiky vlastních NS tvořit od počátku pomocí průvodce, který je k tomu určen – tlačítko „Vlastní NS“. Základní NS nelze editovat záměrně, lze je pouze hodnotit. Tím se zajistí stejné podmínky a jednotnost analýzy pro všechny uživatele. Pokud by chtěl uživatel vyměnit v základním NS např. hlavní a doplňkový faktor, musí nejprve vytvořit kopii celého NS, tím z něj vytvoří vlastní NS a ten pak může editovat. Při vytváření kopie NS se zadává nový kód NS, který musí být jedinečný v celém účtu vodárenské společnosti a nikde jinde se nesmí opakovat. Při shodě kódového značení se kopie nevytvorí.

Vlastní nežádoucí stavy

Vodní zdroje Úprava vody Distribuce vody ← Volba části systému, pro který chci NS vytvořit

Vytvořit a upravit kopii existujícího NS

Nežádoucí stav: NS_101 Zhoršování kvality surové vody ← Zde lze vybrat NS, který chci zkopírovat a následně upravit

Kopírovat

Vytvořit nový nežádoucí stav ← Zde lze vytvořit vlastní NS

Název:

Úroveň: Hlavní nežádoucí stav Pořadové číslo: ← Zvolím zda se jedná o hlavní nebo doplňkový NS a určím pořadové číslo

Prvek: Podzemní vodní zdroj ← Volba prvu systému, ve kterém bude NS uveden

Typ rizika: kvantitativní: kvalitativní:

Popis:

Select Font Size B I U * x

Text Image Link Unlink Table Code Help

Uložit

Seznam existujících vlastních nežádoucích stavů ← Zde lze upravit vytvořené, nebo zkopírované NS

Kód	Název	Podrobnosti	Následky	Literatura
NS_	Vlastní NS1	upravit	Následky	Literatura
NS_101	Zhoršování kvality surové vody	upravit	Následky	Literatura
NS_103	Kontaminace surové vody chemickým znečištěním	upravit	Následky	Literatura
NS_104	Kontaminace surové vody mikrobiologickým znečištěním	upravit	Následky	Literatura

Obr. 8.15 Softwarová aplikace - vlastní nežádoucí stavy

Aktualizace a vývoj analýzy rizik v čase

Po provedení a ukončení analýzy rizik lze vygenerovat protokol, který obsahuje naprosto kompletní informaci o celém projektu. Tento PDF dokument je uzamčený a nelze jej ručně editovat. Jedná se de facto o statickou kopii projektu – časový snímek, který vypovídá o stavu a výsledcích analýzy k určitému datu. Samotný projekt v aplikaci je však dynamický a průběžně se v čase mění. Stejně jako se v reálném provozu mění posuzovaný systém, přibývají nové objekty, dochází k výměnám a rekonstrukcím potrubí, mění se používané postupy atd. Při aktualizaci či editaci dříve provedené analýzy rizik se původní informace v projektu přepisují nově zadávanými hodnotami a původní hodnoty se nearchivují. Aplikace pracuje s projektem dynamicky, při potřebě ukládat předchozí verze analýzy

musí uživatel generovat výstupní protokoly do PDF a ty archivovat – software archivaci dřívějších projektů v editovatelné formě neprovádí.

Aktualizace dříve provedené analýzy se provádí například v situaci, kdy propadla časová platnost některých faktorů. V takovém případě se podle ukazatelů časové platnosti analýzy snadno nalezne nejprve část systému a následně objekt a nežádoucí stav, kde vypršela časová platnost analýzy. Ohodnocení tohoto faktoru se provede znovu a výsledek se uloží. Zbývající kroky provede aplikace zcela automaticky.

Nápravná opatření

Funkce pro tvorbu nápravných opatření je možná pouze v metodice pro komplexní systémy. Pro každý hodnocený NS lze definovat jedno nebo více opatření k redukci rizika, které generuje. Každé opatření se může vztahovat k jednomu nebo více nežádoucím stavům. Definice nového opatření se provádí pomocí průvodce – editační formulář, který je k tomu určen. Zadává se jeho název a nežádoucí stav(y), ke kterým se váže. Dále se uvádí technický popis, v čem opatření spočívá, jak se provede a jaký bude mechanismus jeho působení. Aby se redukovalo riziko, lze snižovat pravděpodobnost a/nebo následky nežádoucího stavu. Dále se uvede výše předpokládané investice resp. roční navýšení provozních nákladů, které opatření vyvolá. Posledním údajem je datum realizace opatření, které se vyplní až po jeho skutečném provedení. Podle této hodnoty software rozlišuje opatření, která jsou zatím jen naplánovaná od těch, která již byla uskutečněna. Tzn. pokud je opatření pouze v plánu, v kolonce datum realizace se uvede „NE“, resp. je tam jako defaultní hodnota vloženo aplikací. Po realizaci opatření se zde uvede datum ve formátu mm/rrrr, který zároveň slouží jako příznak, že opatření již bylo realizováno. Při zadávání NS, ke kterému se opatření váže, se zadává také pravděpodobnost a následky po jeho realizaci, tzn. ihned se simuluje účinnost redukce rizika a v matici rizik v přehledu výsledků se tyto změny dynamicky projevují. Aplikace obsahuje přehledné tabulky, které dělí opatření na realizovaná a nerealizovaná a také podle částí SZV, ke kterým se vztahují. Aplikace je navržena tak, aby dokázala zachytit vývoj provádění opatření v čase. Všechna dříve definovaná opatření lze editovat, opravovat a využíváním příznaku o jejich realizaci má uživatel možnost plánovat investice do jeho SZV na základě výsledků analýzy rizik.

Všechna navržená opatření, realizovaná i nerealizovaná, se propagují dále do přehledu výsledků.

Projekt: DEMO - DEMO
Založil: Břetislav Hájek

Zpět na projekt

Nápravná opatření

Realizovaná nápravná opatření
Počet: Investice: tis. Kč

Nerealizovaná nápravná opatření
Počet: 1 Investice: 100 tis. Kč

Přehled Vodní zdroje Úprava vody **Distribuce vody**

Zde volím pro jakou část systému chci nápravné opatření vytvořit

Distribuce vody

Přidat nové nápravné opatření >>> Zde lze vytvořit nové nápravné opatření

Tlačítkem "Vstoupit" lze editovat nápravné opatření

č.	Kód_Prvek	Opatření	max R (před)	max R (po)	Investice (tis. Kč)	Rok inv.	Provozní náklady (tis Kč/rok)	Vlastník / Provozovatel	Realizováno	Vstoupit
82	VDJ_1_VDJ	Na Vyhliďce Rekonstrukce VDJ	3	1	100	2020	2	Vlastník	NE	>>> X

Obr. 8.16 Softwarový program - vytvoření nápravného opatření

Projekt: DEMO - DEMO
Založil: Břetislav Hájek Zpět na opatření

Nápravná opatření

Prvek: VDJ Na Vyhliídce ← Při vytváření nápravného opatření zvolím napravný prvek

Název:

Popis:

Select Font Size **B** *I* U ✖ ✂ ☰ ☷ ☰ ☷ ☰ ☷ ☰ ☷

🔍 📎 🗑️ 📄 📁 🔄 🏠 🔗 🌐 HTML 🔗

Investice: tis. Kč
Rok investice: RRRR
Provozní náklady: tis. Kč / rok
Vlastník/Provozovatel:
Realizováno: MM/RRRR

Při editaci nápravného opatření volím, jaký nežádoucí stav napravuji

Vazba na nežádoucí stavy

Základní nežádoucí stav: Zde lze nastavit jaká pravděpodobnost výskytu a jaké následky bude NS mít po provedení opatření

Vlastní nežádoucí stav:

Nežádoucí stav	P (před)	C (před)	R (před)	P (po)	C (po)	R (po)	Uložit
NS_304_Nedostatečná zásoba pitné vody v akumulaci nádrži vodovodnímu	P3	C2	3	P <input type="text" value="2"/>	C <input type="text" value="1"/>	1	<input type="button" value="Uložit"/> <input type="button" value="X"/>

Obr. 8.17 Softwarový program - editace nápravného opatření

Vyhodnocení výsledků analýzy rizik

Funkce „Vyhodnocení výsledků“ je dostupná pouze při použití metodiky pro komplexní systémy, protože zahrnuje výsledky analýzy rizik, které jsou navíc doplněny o účinek nápravných opatření. Při použití metodiky pro jednoduché systémy software neumožňuje definovat nápravná opatření a výsledky analýzy rizik se zobrazují v menu „Analýza rizik“ v záložce „Přehled“.

Výsledky se prezentují graficky ve výše uvedené matici rizik, viz Obr.5.8. Hodnoty v buňkách znázorňují počet NS v jednotlivých částech systému ve tvaru vodní zdroje / úprava vody / distribuční část, které získaly hodnocení pravděpodobnosti a následků odpovídající poloze buňky v matici rizik. Pod maticí rizik se z informací v databázi automaticky vytváří přehledná sumarizační tabulka, která uvádí odděleně pro:

- **Realizovaná opatření**
Celkový počet realizovaných nápravných opatření – separátně pro vodní zdroje, úpravu vody a distribuční část
Celkové investiční náklady (tis. Kč)
Zvýšení provozních nákladů (tis. Kč za rok)
- **Plánovaná opatření**
Celkový počet dosud nerealizovaných nápravných opatření – separátně pro vodní zdroje, úpravu vody a distribuční část

Celkové investiční náklady (tis. Kč)

Zvýšení provozních nákladů (tis. Kč za rok)

V přehledu vyhodnocení výsledků jsou matice rizik s počty nežádoucích stavů celkem tři, přičemž každá z nich prezentuje obraz rizika v systému v jiné fázi realizace nápravných opatření následovně:

- Aktuální stav po realizaci vybraných nápravných opatření – rizika nežádoucích stavů jsou v matici rizik uvedena v aktuální hodnotě podle toho, která nápravná opatření na jejich redukcii již byla provedena (tzn. u nápravného opatření byl uveden datum jeho realizace). Údaje v níže uvedené sumarizační tabulce nákladů s tímto stavem korespondují.
- Výhledový stav po realizaci všech nápravných opatření – simulace výhledového cílového stavu, jak bude vypadat obraz rizik (tzn. počet NS v jednotlivých buňkách matice rizik) po provedení všech nápravných opatření. Software zde chápe všechna definovaná opatření jako provedená, i když zatím realizována nebyla. V této matici jsou rizika systému nejnižší.
- Původní stav bez realizace nápravných opatření – zde se archivuje výchozí stav systému, jedná se o původní obraz rizik před tím, než začala být realizována nápravná opatření. V této matici jsou rizika systému nejvyšší.

Prezentace výsledků je sestavena tak, aby uživatel mohl využívat provedené analýzy rizika k plánování investic a provozních opatření do svého SZV a měl od aplikace okamžitou reakci o obrazu rizik v průběhu práce. Tento nástroj je pro podporu rozhodování z pohledu budoucího uživatele aplikace stěžejní.

Tisk protokolů a export výsledků

Funkce pro tisk výsledkových sestav a export dat pro GIS je posledním krokem v kruhovém menu projektu a provádí se až po dokončení celé analýzy rizik. Jejím cílem je primárně archivace okamžitého stavu analýzy, protože ta se v čase průběžně mění a hodnoty v databázi se editací projektu přepisují. Také slouží pro vytvoření standardizovaného formálního výstupu z celé analýzy, který lze odevzdat např. nadřízenému kontrolnímu orgánu jako oficiální protokol o provedené analýze.

V menu „Tisk protokolu“ má uživatel možnost vytisknout kompletní zprávu k projektu, která obsahuje úplný výčet informací o provedené evidenci majetku, deskripci systému, identifikaci nebezpečí, analýze rizik a nápravných opatřeních k datu tisku zprávy. Jedná se o statickou kopii projektu, která obsahuje naprosto všechny informace, které uživatel do databáze vložil, doplněné o výsledky analýz. Protokol je ve formátu PDF, je uzamčen a nelze jej ručně editovat. Uživatel vygenerovaný PDF soubor uloží k sobě do počítače, nebo do databáze softwarové aplikace a dál s ním pracuje již zcela podle běžných zvyklostí.



Obr. 8.18 Softwarový program - tisk protokolu

Vzhledem k tomu, že v případě velkých vodovodních systémů typu Prahy či Brna by kompletní zpráva mohla mít i několik set stran, nabízí software možnost tisknout zprávu po částech po jejich jednotlivých kapitolách následovně:

- Titulní list projektu
- Popis projektu
- Popis vodovodu
- Volba metodiky analýzy rizik
- Evidence majetku
- Deskripce systému
- Identifikace nebezpečí
- Analýza rizik – souhrnné výsledky
- Analýza rizik jednotlivých nežádoucích stavů (pouze komplexní systémy)
- Nápravná opatření (pouze komplexní systémy)

Každá kapitola zprávy začíná vždy přehledovou stránkou, která na 1 stanu formátu A4 sumarizuje informace v ní obsažené. Automaticky se také generuje obsah zprávy s čísly stránek.

Důležitou funkcí je také možnost vygenerovat výsledky analýzy ve formátu csv pro GIS systémy. Údaje jsou vázány na IČME prvku a na řádku jsou u každého prvku dále obsaženy všechny informace, které k němu lze vztáhnout (kód, název, typ, popis, nežádoucí stavy, které u něj byly hodnoceny a výsledky jejich analýzy rizika, atd.). Tento výstupní soubor lze snadno načíst do GIS, kterým provozovatelé obvykle disponují, a výsledky provedené analýzy zobrazovat graficky.

V této části aplikace lze také tisknout přehled výsledků analýzy všech projektů v účtu a metodické listy pro analýzu rizik vlastních nežádoucích stavů, které uživatel vytvořil sám.

Po ukončení práce se uživatel z aplikace odhlásí. Všechny údaje o jeho SZV a výsledcích provedených analýz jsou uloženy v databázi softwarové aplikace na serveru, kde jsou zálohovány a uživatel se k nim může kdykoliv vracet.