

# WaterRisk – riziková analýza systémů zásobování pitnou vodou

Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.<sup>1</sup>, Ing. Jan Ručka<sup>1</sup>, MUDr. František Kožíšek, CSc.<sup>2</sup>,  
Doc. Jaroslav Hlaváč, CSc.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Žižkova 17, Brno, tel.: 541 147 721, e-mail: [tuhovcak.l@fce.vutbr.cz](mailto:tuhovcak.l@fce.vutbr.cz)

<sup>2</sup> Státní zdravotní ústav Praha, Šrobárova 48, 10042 Praha 10, tel.: 267 082 302  
[water@szu.cz](mailto:water@szu.cz)

<sup>3</sup> Vodárenská akciová společnost, a.s., Soběšická 820/156, 63801 Brno,  
tel.: 545 532 381, [hlavac@vasgr.cz](mailto:hlavac@vasgr.cz)

## Úvod

Evropská komise a Světová zdravotnické organizace (WHO) zahájily v květnu 2006 společný projekt, jehož účelem je vyhodnocení dosavadních zkušeností se zaváděním rizikové analýzy a rizikového managementu (RA-RM) v oblasti zásobování vodou a návrh, jak tento nový koncept zavést do novely evropské Směrnice Rady 98/83/EC. Přípravou metodiky pro implementaci RA-RM principů do podmínek ČR se zabývá vědecko-výzkumný projekt 2B06039 – Identifikace, kvantifikace a řízení rizik veřejných systémů zásobování pitnou vodou (WaterRisk), jehož řešiteli jsou Vysoké učení technické v Brně, Státní zdravotní ústav v Praze a Vodárenská akciová společnost. WaterRisk je financován Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci Národního programu výzkumu II. a řešen je v období 1.7.2006 – 30.6.2010.

## Projekt WaterRisk – 2B06039

### Cíle projektu

Cílem projektu je návrh a vývoj metodiky pro identifikaci, kvantifikaci a řízení rizik při dodávce pitné vody, jako jedné ze základních složek životního prostředí. Přípravovaná metodika je založena na implementaci teorie analýzy a řízení rizik, přičemž hlavní pozornost je věnována nebezpečím a nežádoucím stavům, které mohou mít vliv na omezení a přerušení dodávek pitné vody a její kvalitu. V rámci řešení projektu je prověřována možnost implementace metody HACCP (Hazard Analysis at Critical Control Points) při výrobě a distribuci pitné vody. Tento přístup, který je již řadu let používán při výrobě potravin, navrhuje Světová zdravotnická organizace i Evropská komise zavést též ve vodárenství.

### Dílčí cíle řešení

Řešení projektu je rozděleno do osmi relativně samostatných pracovních modulů (PM) jejichž náplň a řešení je zaměřena na dosažení stanovených jednotlivých dílčích cílů (DC) projektu.

**DC1** *Metodika analýzy rizik jednotlivých základních částí systémů zásobování pitnou vodou od zdroje surové vody po spotřebitele.*

K dosažení tohoto dílčího cíle projektu slouží pracovní moduly:

**PM1** *Analýza rizik zdrojů pitné vody*

**PM2** *Analýza rizik technologických procesů úpravy vody*

**PM3** *Analýza rizik distribučního systému a jeho prvků* (přiváděcí a zásobovací řady, čerpací stanice, vodojemy, vodovodní síť – včetně vlivu na kvalitu vody).

Proces analýzy rizik u všech tří PM zahrnuje definici rozsahu platnosti analýzy (formulování cílů, popis posuzovaného systému), identifikaci nebezpečí, odhad a kvantifikaci pravděpodobnosti výskytu těchto nežádoucích stavů - analýza četností a vyhodnocení následků.

U všech tří pracovních modulů je analýza rizik prováděna jak z hlediska kvantitativního (zajištění dodávky požadovaného množství vody v čase), tak i z hlediska kvalitativního, tj. zajištění vody odběrateli v požadované kvalitě, a z hlediska možného zdravotního dopadu při selhání systému nebo jeho prvků.

**DC2** *Metodika implementace a používání metody analýzy rizik a metody kontrolních kritických bodů (HACCP) při výrobě a distribuci pitné vody*

K dosažení tohoto dílčího cíle projektu slouží pracovní moduly:

**PM4** *Metodika tvorby a implementace plánů zajištění bezpečné dodávky vody (Water Safety Plans) při výrobě a distribuci pitné vody u větších vodárenských systémů*

**PM5** *Metodika tvorby a implementace plánů zajištění bezpečné dodávky vody u malých obcí*

Řešení využívá poznatků získaných při analýze rizik systému, jeho výsledkem bude: metodika pro zavedení systému analýzy a řízení rizika do výroby a distribuce pitné vody (předpoklady, postupy, standardy, dokumentace, opatření, monitoring atd.); návod pro stanovení kritických kontrolních bodů systému a způsoby sledování kvality pitné vody v těchto místech; uživatelská příručka pro správnou provozní a hygienickou praxi při výrobě a distribuci pitné vody a doporučení možných nápravných opatření a inovací technologií pro úpravu a distribuci pitné vody za účelem zajištění (zlepšení) kvality vody.

**DC 3** *Testování navržených metodik na konkrétních vodárenských systémech*

K dosažení tohoto dílčího cíle slouží pracovní moduly:

**PM6** *Ověřování a testování modulů analýzy rizik na konkrétních vybraných vodárenských systémech*

**PM7** *Ověřování metodik implementace plánů pro zajištění bezpečnosti vody v praxi na konkrétních vybraných vodárenských systémech*

Testování a ověřování navržených postupů probíhá jednak na fiktivním vodárenském systému, na kterém je možno simulovat veškeré možné stavy a rizika, ale také na vybraných konkrétních lokalitách vodárenských systémů různé velikosti a rozsahu ve spolupráci s jejich provozovatelem - Vodárenskou akciovou společností a.s. Budou zpracovány případové studie analýzy rizik jak pro jednotlivé části veřejných systémů zásobování pitnou (SZV) vodou (zdroje, úpravny vody, vodovodní síť atd.) tak pro celý systém komplexně.

**DC 4** *Odborná monografie, veřejné webové stránky projektu a prezentace výsledků projektu - řízení, prezentace a kontrola činností projektu*

## **Návaznost na projekty EU**

Řešení projektu je úzce koordinováno se současným stavem poznání ve vyspělých zemích, zejména s řešením mezinárodních projektů COST Action C19 (program COST) a TECHNEAU (6.rámcový program EU), do kterých jsou řešitelé projektu aktivně zapojeni.

**TECHNEAU** (*Technology Enabled Universal Access to Safe Water*) je vědecko výzkumný projekt EU financovaný v rámci FP6, na kterém spolupracuje 9 evropských

univerzit, 12 výzkumných ústavů a 8 koncových uživatelů. Koordinátorem projektu je KIWA (NL) a jeho cílem je vývoj technologií a metod pro zajištění bezpečné dodávky pitné vody. Jedním z osmi modulů TECHNEAU je Work Area 4 – *Risk Assessment & Risk Management*, do kterého jsou zapojeni také členové řešitelského týmu projektu WaterRisk. V rámci WA4 jsou vyvíjeny postupy pro používání metod rizikové analýzy a řízení rizik v podmínkách SZV [6].

**COST Action C19 - Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure** je také projekt EU, jehož cílem je identifikace současných neznalostí a nedostatků při řešení havárií a kritických situací městské infrastruktury (pitná voda, plyn, energetika, doprava) [7]. Jeho českou aplikací je národní program COST (MŠMT ČR), v jehož rámci je řešen projekt OC130 „RADWAS“ – *Riziková analýza a hodnocení rizik vodárenských distribučních systémů* [8], jehož cílem je vypracovat a otestovat postupy odhadu, posouzení, hodnocení a řízení rizika při distribuci pitné vody se zaměřením na technická a technologická nebezpečí hrozící v distribuční části SZV (vodojemy, ČS, sítě).

### Výstupy projektu

Výstupem projektu bude, kromě výše zmíněného, také metodický návod pro provedení analýzy a řízení rizika na jakémkoli SZV. Budou definovány postupy pro správnou provozní a hygienickou praxi a doporučení pro inovativní změny v technologiích pro výrobu a distribuci pitné vody. Cílem je vyšší zajištění kvality a bezpečnosti pitné vody. Jedním z výstupů projektu je také jeho veřejná webová stránka WaterRisk.cz, kde se připravuje spuštění webové aplikace pro on-line provádění analýzy rizik SZV interaktivní formou.

### Práce provedené v roce 2006

Řešení projektu bylo oficiálně zahájeno 1.7.2006. Za uplynulých 6 měsíců probíhaly práce na projektu podle předpokladů. Věcné řešení bylo rozděleno do čtyř dílčích cílů DC1 - DC4, z nichž každý má svého koordinátora, který činnosti vedoucí k naplnění DC zajišťuje. Byly zahájeny činnosti na všech čtyřech DC, započaty byly přípravné práce, rešerše literatury a tvorba webové prezentace. Podstatně se rozběhly práce na tvorbě metodiky pro analýzu rizik SZV.

### Terminologie analýzy rizik systémů zásobování pitnou vodou

Protože riziková analýza je v podmínkách ČR v oblasti zásobování pitnou vodou poměrně neznámá, bylo nutné pro řešenou problematiku ustanovit jednotnou českou terminologii. Dosud byla pomocí různých českých technických norem nebo legislativních předpisů „kodifikována“ jen část termínů. Řada termínů byla dosud to češtiny překládána různými autory různě a proto je pro budoucí práci nezbytné sjednocení používaných pojmů. Dosud bylo vybráno několik desítek klíčových pojmů a sestaven přehled anglických originálů a používaných českých ekvivalentů. Pro příklad vybíráme ze slovníku názvosloví následující termíny:

**Nežádoucí stav** je stav, kdy objekt (systém, prvek systému, produkt) ztratí svou požadovanou vlastnost nebo schopnost plnit požadovanou funkci při zadaných podmínkách. Nežádoucí stav je doprovázen vznikem nežádoucích následků

**Nebezpečí** (Hazard) potenciální zdroj a příčina nežádoucího stavu posuzovaného systému nebo objektu.

**Riziko (R)** (Risk) je kombinace pravděpodobnosti vzniku (četnosti) konkrétního nežádoucího stavu a jeho následků. Riziko má vždy alespoň dvě složky: četnost nebo pravděpodobnost, se kterou se nežádoucí stav vyskytuje, a následky nežádoucího stavu.

Pro potřeby kvantifikace a ohodnocení rizika vyjadřujeme riziko R jako součin pravděpodobnosti (četnosti) „P“ vzniku nežádoucího stavu a předpokládaných následků „C“, tedy

$$R=P \times C.$$

**Riziková analýza (RA), analýza rizik** (Risk Analysis) je systematické použití dostupných informací k identifikaci nebezpečí a k odhadu rizika pro jednotlivce nebo obyvatelstvo, majetek nebo životní prostředí. Analýza rizik zahrnuje definici cílů analýzy a rozsahu platnosti, identifikaci nebezpečí a odhadování rizika. Je to strukturovaný proces, který identifikuje jak pravděpodobnost, tak rozsah nepříznivých následků pocházejících z dané činnosti, zařízení nebo systému.

### **Struktura systému zásobování vodou**

Určitá dekompozice celého SZV na menší technologické celky je pro provedení analýzy rizik nezbytná. Byla proto vypracována databáze prvků, které mohou být součástí obecného vodárenského systému. Databáze rozlišuje jednotlivé části SZV (zdroj, úprava, distribuce, přípojka) a každému prvku přiřazuje jeho unikátní identifikační kód. Tato databáze slouží především pro inventarizaci systému a bude součástí zmíněné webové aplikace.

### **Identifikace nebezpečí, katalog nežádoucích stavů**

**Popis systému zásobování vodou** – prvním krokem v procesu hodnocení systému zásobování vodou je jeho ucelený a podrobný popis. Tento popis by měl pokrývat celý systém od zdroje až k místu plnění dodávky, včetně všech zdrojů vody, procesů úpravy atd.

**Identifikace nebezpečí** – následný krok rizikové analýzy. Umožňuje získání informací o posuzovaném systému v širších souvislostech a vytipování rizikových faktorů. Zde se neodhaduje riziko, pouze se konstatuje která nebezpečí jsou relevantní.

**Katalog nežádoucích stavů** – konkrétní seznam nežádoucích stavů či poruch jednotlivých prvků systému s vazbou na identifikovaná nebezpečí a rizikové faktory, které tyto nežádoucí stavy mohou způsobit. Na této úrovni se odhaduje riziko – riziko nežádoucího stavu a na základě vytvořené metodiky se stanoví pravděpodobnost a následky.

Záleží jen na uživateli metodiky, jak podrobnou analýzu systému provede a na kterou jeho část se případně zaměří, v závislosti na datech která má k dispozici. Oba výše zmíněné katalogy se stanou součástí databázového systému webové aplikace.

### **Struktura rizik systému zásobování vodou**

Pro provedení analýzy a řízení rizik je celý SZV rozdělen do čtyř samostatných technologických částí (*zdroj, úprava vody, distribuce, přípojky*), které jsou analyzovány odděleně (s uvážením vzájemné interakce).

Všechna nebezpečí, která se mohou podílet na vzniku nežádoucího stavu dělíme podle jejich původu do třech základních kategorií: *přírodní nebezpečí, společenská nebezpečí a technická a technologická nebezpečí*.

Celkové následky vyjadřujeme jako kombinaci čtyřech dílčích složek následků, které byly voleny s ohledem na povahu následků, které se očekávají při obvyklém

způsobu provozování vodárenských systémů v podmínkách ČR. Jsou to následky *zdravotní, ekonomické, sociálně ekonomické a enviromentální*.

V souvislosti s analýzou rizik SZV se často používají termíny: *kvalitativní riziko* – termín zahrnující rizika spojená s nevyhovující kvalitou vody, kde dominantní jsou zdravotní a ekonomické následky – a *kvantitativní riziko* čili riziko nedodání vody v požadovaném množství nebo tlaku, kde významné jsou především sociálně ekonomické a ekonomické následky.

Detailněji se strukturou rizik v textu nezabýváme, protože byla autory publikována již několikrát a předpokládáme, že je odborné veřejnosti dostatečně známa.

### **Rizika lidského faktoru**

Vzhledem k tomu, že jedním z nejdůležitějších rizikových faktorů ve vodárenství je lidský faktor, byla v rámci projektu zpracována příručka „Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství“, kterou v prosinci 2006 vydalo Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR (SOVAK ČR). V příručce, která bude přístupná i na webových stránkách projektu WaterRisk.cz, jsou vedle jiných důležitých informací souborně zpracovány zásady provozní hygieny a hygienicky nezávadné obsluhy vodárenských zařízení a zásady předcházení vzniku a šíření nemocí, na kterých se může pitná voda podílet.

### **Výběr lokality pro testování**

Pracovníci Vodárenské akciové společnosti, a.s. provedli výběr lokalit vhodných pro testování vyvíjené metodiky. Vybrány byly ukazatele a v několika případech konkrétní protokoly dokládající vhodnost výběru. Základním hlediskem byl rozsah vodovodní sítě a ukazatel jakosti pitné vody.

Na základě hodnocení vodovodních systémů pomocí technických ukazatelů (%VNF z VVR, JÚVNFú, ILI) byly pro testování a pro přípravnou fázi vyvíjené metodiky vybrány 4 lokality tohoto charakteru:

1. Okresní město a jeho městské části
2. Skupinový vodovod který obsahuje 7 vodovodů vesnického charakteru
3. Skupinový vodovod pro dvě obce
4. Malý systém pro dvě obce

Pro testování malého SZV je navržen vodovod na lokalitě č. 4 (systém na pomezí malého/velkého SZV – počáteční pohled) nebo skupinový vodovod v lokalitě č. 3.

Pro testování velkého SZV je navržen skupinový vodovod v lokalitě č. 2 a vodovod okresního města (rozsáhlý vodovodní systém), ten bude připraven na počátku roku 2008, kdy proběhne revize, kalibrace hydraulického modelu a doplnění GISu daty po dokončeném projektu ISPA.

Dále byl pro testování vybrán další místní vodovod, který je zásoben z podzemního zdroje a skupinový vodovod, který se vyznačuje úpravou podzemní vody „in situ“ přímo na zdroji a rozvětveným spotřebištem.

V současné době probíhá příprava potřebných dat z uvedených lokalit. Podrobnosti a závěry z testování budou publikovány později na konferencích a v odborném tisku.

## **Závěr**

Implementace teorie a metod analýzy a řízení rizik se začíná uplatňovat ve stále širším spektru lidských činností. V oblasti vodního hospodářství je již tato metoda běžně používána při sestavování tzv. „rizikových map“ území při potencionálních záplavách

různého rozsahu. V oblasti zásobování pitnou vodou se první myšlenka aplikace systému HACCP objevila v roce 1994 (Havelaar), od druhé poloviny 90. let byl tento přístup postupně uzákoněn v několika zemích. Od roku 2000 se množí případy dobrovolného zavádění tohoto systému velkými vodárenskými společnostmi (podobně jako certifikace podle ISO 9001). Od roku 2004 je systém analýzy rizik (pod názvem „Water Safety Plans“ čili „Plány pro zajištění bezpečnosti vody“) oficiální strategií Světové zdravotnické organizace, když se stal součástí aktualizovaného vydání Doporučení pro kvalitu pitné vody. V horizontu několika let se předpokládá její uzákonění a povinné používání při výrobě a distribuci pitné vody v rámci EU. Vstříc tomuto evropskému trendu zvyšování bezpečnosti a kvality dodávky pitné vody vychází kromě evropských projektů TECHNEAU a COST C19 také český vědecko-výzkumný projekt WaterRisk, který je zaměřen na vývoj metodiky implementace analýzy rizik u veřejného zásobování pitnou vodou.

## Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory grantového vědecko-výzkumného projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky s názvem „Identifikace, kvantifikace a řízení rizik veřejných systémů zásobování pitnou vodou“ reg. č.: 2B06039 a projektu „Riziková analýza a hodnocení rizik vodárenských distribučních systémů“ reg. č.: OC130.

## Literatura

- [1] ČSN IEC 300, *Management spolehlivosti- Analýza rizika technologických systémů*, Praha, Český normalizační institut, 1996
- [2] ČSN IEC 812, *Metoda analýzy spolehlivosti systému – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)*
- [3] Vatn, J.: *Risk management within water supply, electricity and transport; proceedings from seminar Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure*, Trondheim, 2004
- [4] World Health Organization, *Guidelines for drinking-water quality 3rd edition*, WHO Geneva, 2004
- [5] [www.WaterRisk.cz](http://www.WaterRisk.cz) – oficiální webové stránky vědecko-výzkumného projektu MŠMT ČR „Identifikace, kvantifikace a řízení rizik veřejných systémů zásobování pitnou vodou“ reg. č.: 2B06039, VUT v Brně, 2006
- [6] [www.techneau.org](http://www.techneau.org) – oficiální webové stránky projektu TECHNEAU
- [7] [www.costc19.eu](http://www.costc19.eu) – oficiální webové stránky projektu COST C19
- [8] [www.radwas.cz](http://www.radwas.cz) – oficiální webové stránky vědecko-výzkumného projektu MŠMT ČR „Riziková analýza a hodnocení rizik vodárenských distribučních systémů“ reg. č.: OC130, VUT v Brně, 2006
- [9] Tuhovčák, L., Ručka, J.: *Risk Analysis of Water Distribution Systems*, NATO Advanced Research Workshop “Security of Water Supply Systems: from Source Tap”, Murter, Chorvatsko, 5/2005