

Ing. Marek TEICHMANN, Ph.D.
 doc. Ing. et Ing. František KUDA, CSc.
 Ing. Natálie SZELIGOVÁ
 VSB – TU Ostrava, Fakulta
 stavební, Katedra městského
 inženýrství

Modelování a optimalizace systému zásobování pitnou vodou s využitím facility managementu

Část 2: Analýza stavebně-technického stavu vodovodu v obci Žabeň

Modelling and Optimization of Drinking Water Supply System Using Facility Management

Part 2: Analysis of the Construction and Technical State of the Water Main in the Village of Žabeň

Recenzent
 Ing. Jiří Frýba

Článek je druhou částí případové studie, členěné do tří na sebe navazujících statí. V 1. části „Pasportizace a evidence poruch na vodovodu v obci Žabeň“ [7] byly popsány zájmové objekty a definována slabá místa, resp. poruchy systému pro zásobování pitnou vodou. Druhá část článku se zabývá analýzou poruchových stavů systému, negativně ovlivňujících jeho plynulý provoz, a to analýzou rizik s použitím semikvadratické metody FMEA, která je zde doplněna a zpřesněna metodikou hodnocení technického stavu vodovodních sítí.

Klíčová slova: pitná voda, provoz systémů, vodovodní sítě, metodika FMEA, výčet poruch, stav vodovodu, ztráty vody v síti, stavebně-technický stav – hodnocení, tlak v síti, kvalita vody, krizové plánování

The article is the second part of the case study, divided into three consecutive sections. The first part “Data Recording and Evidence of Faults at the Water Supply in the Village of Žabeň” [7] described the objects of interest and defined the weak points or, more precisely, faults in the drinking water supply system. The second part of the study deals with the analysis of system failures which negatively affect its continuous operation, by analyzing the risks using the semi-quadratic FMEA method, which is supplemented and refined by the methodology of assessment of water mains technical conditions.

Keywords: drinking water, system operation, water supply networks, FMEA methodology, failure list, water main condition, water loss in network, construction and technical state – assessment, water network pressure, water quality, crisis planning

ÚVOD

V České republice v současnosti není zákonem stanovena žádná metodika, jak provádět vyhodnocování technického stavu systémů pro zásobování pitnou vodou. Samotní provozovatelé nebo vlastníci vodovodů si vyhodnocení svých staveb zajišťují buď sami s využitím svých zkušeností, případně přebírají již vyhotovené metodiky, nebo tuto práci zadají jinému subjektu, který vyhodnocení za úplatu zpracuje. Ve vztahu k důležitosti bezporuchového provozu systému zásobování vodou je nutné identifikovaná provozní rizika vodovodních sítí vyhodnotit. Při hodnocení technického stavu vodovodní sítě jsou použity indukční metody, které jsou využívány pro určení možných stavů systémů (zejména těch poruchových). Mezi tyto indukční přístupy patří analýza rizik formou semikvadratické metody FMEA – Failure Mode and Effect Analysis (analýza selhání a jejich dopadů) s využitím metody technických ukazatelů (TU) – tzv. Metodika hodnocení technického stavu vodovodních sítí [42]. Problematika metody FMEA je detailně specifikována v ČSN IEC 812 (010675) Metody analýzy spolehlivosti systému – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA) [1]. Metoda FMEA je obecně metodou analýzy spolehlivosti, jde tedy o strukturovanou analýzu sloužící k odhalení poruch systémů. Z této metody FMEA pak vychází použitá metodika hodnocení technického stavu vodovodních sítí, která obecnou metodu FMEA zpřesňuje. Obecná metoda FMEA klasifikuje jednotlivé poruchy prostřednictvím základního výčtu běžných poruch

daného systému, přičemž je tento výčet poruch seřazen dle jejich významnosti. Při aplikaci obecné metody FMEA je nutné tento výčet nejprve vytvořit a až poté metodu aplikovat na daný systém.

METODIKA HODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU VODOVODNÍCH SÍTÍ

Použitá metodika hodnocení technického stavu systému [2] je kvalitativní analýzou, která identifikuje slabá místa systému, jejich příčiny a důsledky, přičemž stejně jako v případě obecné metody FMEA vyhodnocuje nejen systém jako celek, ale může vyhodnotit také jeho jednotlivé prvky nebo úseky. Sledované objekty jsou zkoumány v jednotlivých rizikových oblastech zájmu – tzv. technické ukazatele (TU), které použitá metodika předem definuje (viz dále).

Pro každý technický ukazatel je definována klasifikační stupnice s kategoriemi K1 až K5, do kterých jsou pak dané objekty zařčovány. Samotná klasifikace je prováděna na základě vyhodnocení vstupních dat zkoumaného systému, která jsou specifická pro každý technický ukazatel TU. Na základě této metodiky lze tedy jednotlivé oblasti zájmu, resp. technické ukazatele vodovodních řadů zařčovat dle jejich technického stavu, efektivity, nebo účinnosti do kategorií K1 – K5, viz tab. 1 [6].

Tab. 1 Kategorie technických ukazatelů (zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 1 Categories of technical indicators (source: own elaboration according to [2])

Kategorie	Stav	Popis
K1	Velmi dobrý	Optimální stav příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele ani v delším časovém období.
K2	Dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžadují se žádná technická opatření v blízké budoucnosti.
K3	Vyhovující	Průměrná hodnota příslušného ukazatele. Nevyžadují se však okamžitá řešení, ale v blízké budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele.
K4	Kritický	Kritické hodnoty příslušného ukazatele. Měla by být realizována, případně plánována opatření k řešení tohoto stavu.
K5	Nevyhovující	Nežádoucí nebo nefunkční stav. Je požadováno dle možností provozovatele okamžité řešení, které povede k dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele.

CELKOVÉ HODNOCENÍ STAVU VODOVODU V OBCI ŽABEŇ

Základním nástrojem pro vyhodnocení systému zásobování pitnou vodou byl pasport vodovodní sítě, který byl vypracován zejména na základě podkladů vlastníka a provozovatele vodovodní sítě v obci. Samotné vyhodnocení bylo provedeno jednak s využitím metodiky hodnocení technického stavu vodovodních sítí [2], která specifikuje obecnou hodnotící metodu FMEA dle ČSN IEC 812 (010675) Metody analýzy spolehlivosti systému – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA) [1], a dále bylo vyhodnoceno financování obnovy vodovodního řadu v obci Žabeň dle přílohy č. 18 „Plán financování obnovy vodovodů nebo kanalizací“, jež je součástí vyhlášky č. 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) [3].

Vodovodní síť v obci byla vyhodnocena dle metodiky hodnocení technického stavu vodovodních sítí, která je založena na obecné metodě FMEA. Podle této metodiky bylo na vodovodních řadech v obci vymezeno a následně zkoumáno pět rizikových oblastí – technických ukazatelů (TU):

- ☐ TU1 – stáří potrubního řadu,
- ☐ TU2 – poruchovost,
- ☐ TU3 – ztráty vody v síti,
- ☐ TU4 – tlakové poměry,
- ☐ TU5 – vliv na kvalitu vody.

V následujícím textu je uvedeno vyhodnocení těchto technických ukazatelů pro vodovodní síť v obci.

TU1 – STÁŘÍ POTRUBNÍHO ŘADU

Technický ukazatel stáří potrubního řadu vyhodnocuje vodovodní síť z pohledu jejího opotřebení, příslušné kategorie K1 až K5 jsou tedy přiřazovány na základě stáří potrubního materiálu vodovodu. Vodovodní sítě jsou velmi často tvořeny rozsáhlými systémy, které většinou nebyly vybudovány naráz, ale postupně, společně s růstem sídel. V případě rozsáhlých vodovodů se zastoupením různorodých materiálů a s různým stářím je vhodné tuto síť rozdělit a řešit ji po jednotlivých úsecích. Toto řešení je však možné jen v případě, že je k dispozici dostatečná datová základna, tedy minimálně stáří jednotlivých úseků potrubí a použitý materiál potrubí. V případě existence takovéto datové základny je vhodné provádět samotné zařazení dle tab. 3, kde je zohledněn použitý potrubní materiál.

V praxi se však lze setkat i s tím, že provozovatel nebo vlastník vodovodní sítě provozuje vodovody, resp. části vodovodů, o kterých nemá žádné nebo jen kusé informace. Stáří takovýchto vodovodů pak lze jen přibližně odhadovat. V takových případech pak samotné zařazení probíhá podle tab. 2, tedy podle průměrného stáří sítě. Podle této tabulky lze zařazovat i sítě, o jejichž stáří evidence existuje, ale v síti je zastoupen větší počet materiálů, což by samotný proces komplikovalo (rozdělení na úseky dle materiálu). Rozsáhlé sítě jsou často tvořeny „jádreem“ z jednotného materiálu potrubí, které bylo dále rozšířeno v pozdější době vlivem urbanizace, přičemž tato rozšíření potrubní sítě byla provedena z materiálů odlišných.

Tab. 2 Klasifikace TU1 dle průměrného stáří potrubního materiálu

(zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 2 Classification TU1 according to the average age of the pipeline material (source: own elaboration according to [2])

Příslušná kategorie	Průměrné stáří potrubního materiálu [roky]
	od – do
K1	0 – 30
K2	30 – 50
K3	50 – 60
K4	60 – 80
K5	80 a více

Vodovodní řad v obci Žabeň byl vybudován převážně mezi lety 1981 a 1984 a v celém rozsahu byl proveden z PVC potrubí. Některé úseky potrubí byly v průběhu užívání vyměněny buď opět za PVC, případně PE nebo PEHD, a to z důvodu výskytu poruch. Nicméně ve vztahu k celkové délce sítě se jedná o velmi zanedbatelnou část vodovodu (cca 8 %), která na vyhodnocení TU1 nemá významný vliv. Vodovodní síť v obci z materiálu PVC se stářím 33 až 36 let spadá do kategorie K2 (pro stáří 20 až 40 let), viz tab. 3.

Tab. 3 Zařazení TU1 – Stáří potrubního materiálu do příslušné kategorie

(zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 3 Classification TU1 – Age of piping material in the relevant category (source: own elaboration according to [2])

Materiál potrubí	Stáří potrubního materiálu [roky]				
	od – do	od – do	od – do	od – do	od – do
Ocel	0 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 50	50 a více
Litina tvárná	0 – 50	50 – 70	70 – 90	90 – 110	110 a více
Litina šedá	0 – 40	40 – 60	60 – 70	90 – 80	90 a více
PVC	0 – 20	20 – 40	40 – 50	50 – 60	60 a více
PE	0 – 30	30 – 50	50 – 60	60 – 70	70 a více
PEHD	0 – 50	50 – 70	70 – 80	90 – 100	100 a více
Ostatní	0 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 50	50 a více
Příslušná kategorie	K1	K2	K3	K4	K5
Stav	velmi dobrý	dobrý	vyhovující	kritický	havarijní
Pozn.	nové, nebo po rekonstrukci	minimum oprav	ojedinělé opravy	časté opravy	okamžitá řešení

Tab. 4 Vyhodnocení TU2 dle množství poruch celkově a na jednotlivých řadech v obci Žabeň (zdroj: autor)

Tab. 4 Assessment of TU2 according to the number of failures in total and on individual water mains in the village of Žabeň (source: author)

TU2 - Poruchovost								
Řad	A	B	C	D	E	F	G	Celkem
Délka řadu	2,2288	1,1284	1,1606	1,1466	0,5922	1,701	1,071	9,0286
pp za 11 let	5	6	4	5	3	12	7	42
pp/rok	0,4545	0,5455	0,3636	0,4545	0,2727	1,0909	0,6364	3,8182
pp/km/rok	0,2039	0,4834	0,3133	0,3964	0,4605	0,6413	0,5942	0,4229
Kategorie	K2	K3	K3	K3	K3	K4	K1	K3

TU2 – poruchovost

Technický ukazatel poruchovosti je jedním z nejvýznamnějších ukazatelů. K jeho nasazení je však nutné disponovat evidencí poruch a havárií na vodovodním řadu v horizontu minimálně jednoho roku. V případě kvalitní evidence a rozsáhlého území je vhodné poruchy a havárie rozdělit do skupin, např. poruchy armatur (šoupátka, hydranty atd.), poruchy potrubního materiálu a spojů, poruchy přípojek, případně další kategorie. Rovněž je možné tyto poruchy v případě rozsáhlých vodovodních řadů rozdělit na poruchy jednotlivých úseků, popř. stanovit skupiny dle velikosti DN potrubí. Každou skupinu těchto poruch pak lze zařadit individuálně a při výpočtu celkového technického stavu jim stanovit odpovídající váhu. Pro základní potřeby a v případě menších a provozně jednodušších vodovodů je však dostačující do výpočtu zahrnout všechny poruchy jednotně. Počet poruch v síti je pro výpočet potřeba přepočítat na hodnotu pp/km/rok, tedy počet poruch a havárií na jednom kilometru řadu za jeden rok; zařazení do příslušné kategorie se provádí dle tab. 5.

Systém zásobování pitnou vodou v obci vykazuje velké množství poruch a havárií (viz 1. část: Pasportizace a evidence poruch na vodovodu v obci Žabeň, [7]). Z důvodu většího počtu poruch a havárií byly jednotlivé vodovodní řady v obci (řady A až G) vyhodnoceny nejen jako celek, ale i jednotlivě z důvodu zjištění, který z řadů je nejporuchovější. V tab. 4 lze sledovat vývoj počtu poruch na jednotlivých řadech. Na vodovodu v obci nastalo v období 2005 až 2015 celkem 42 poruch a havárií. Celková délka vodovodního řadu je 9,0286 km, počet poruch na kilometr řadu za rok je 0,4229 pp/km/rok [5].

Z tab. 4 je patrné, že nejproblematictější úsekem je řad F, který spadá do kategorie K4, naopak z hlediska poruchovosti je na tom nejlépe řad G s kategorií K1. V tab. 5 je provedeno zařazení celého vodovodního řadu v obci Žabeň do příslušné kategorie.

Výsledná kategorie pro TU2 – poruchovost vodovodu v obci Žabeň – je tedy K3.

Tab. 5 Zařazení TU2 – Poruchovost do příslušné kategorie (zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 5 Classification TU2 – Failure rate in the relevant category (source: own elaboration according to [2])

Příslušná kategorie	Poruchovost [pp/km/rok]
	od – do
K1	0 – 0,2
K2	0,2 – 0,3
K3	0,3 – 0,5
K4	0,5 – 0,8
K5	0,8 a více

TU3 – ztráty vody v síti

Technický ukazatel ztrát vody v síti se vypočítává z množství vody nefakturované, které bývá vyjádřeno nejčastěji v procentech, tedy tzv. bilanční vyjádření objemu nefakturované vody za jeden rok v procentech (VNF), případně jako jednotkový únik vody vyjádřený např. v m³/km/rok (JÚ). Při provádění výpočtu z množství VNF je pro zkvalitnění výpočtu vhodné odečíst množství vlastní potřeby vody, která je do VNF započítána (např. voda na proplach potrubí, případně další odběry vody z vodovodu, které jsou prováděny provozovatelem). Z tohoto pohledu se jeví jako vhodnější využívat JÚ, kdy se jedná o čisté ztráty vody v síti, kde je již vlastní potřeba vody provozovatelem odečtena. Pro standardní výpočty je však dostačující mnohdy dosažitelnější údaj, tedy množství vody nefakturované v procentech (VFN). Samotné zařazení do příslušné kategorie K1 až K5 se provádí dle tab. 6.

Údaje o ztrátách vody v síti na území obce Žabeň nebyly poskytnuty vlastníkem ani provozovatelem sítě. Množství ztrát vody, resp. bilanční vyjádření nefakturované vody bylo převzato z plánů rozvoje a vodovodů a kanalizací území krajů (PRVKUK), kde je uvedeno: „Podíl vody nefakturované je trvale vyšší, dosahuje až 31 % z množství vody určené k realizaci.“ [4].

Tab. 6 Zařazení TU3 – Ztráty vody v síti do příslušné kategorie (zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 6 Classification TU3 – Water losses in the network in the relevant category (source: own elaboration according to [2])

Příslušná kategorie	VNF [%]	JUVNF [m³/km/rok]
	od – do	od – do
K1	0 – 10	0 – 3 000
K2	10 – 12	3 000 – 4 500
K3	12 – 16	4 500 – 6 000
K4	16 – 25	6 000 – 8 000
K5	25 a více	8 000 a více

Vzhledem k těmto enormním ztrátám byl celý vodovodní řad zařazen do kategorie K5. Tato kategorie představuje havarijní – nevyhovující stav, který vyžaduje okamžitá řešení.

TU4 – tlakové poměry

Technický ukazatel tlakových poměrů se vypočítává zejména z maximálního hydrostatického tlaku ve vodovodní síti. V jistých případech může mít tlak neblahý vliv na funkčnost sítě, zejména pak v případě její netěsnosti, kdy s narůstajícím tlakem rostou i ztráty vody v síti. Z hlediska běžných výpočtů je postačující hydrostatický tlak ve vodovodní síti, avšak

pro zpřesnění výpočtu je možné brát v úvahu také tlak hydrodynamický, který je však nutné podrobně měřit. Zatřídění dle hydrodynamického tlaku se provádí dle tab. 7, přičemž hodnoty, dle kterých se zatřídí do dané kategorie, se uvádějí v metrech vodního sloupce (mH₂O), což je zpravidla rozdíl mezi maximální hladinou ve vodojemu a minimální výškou zástavby ve spotřebišti. V případě zatřídění sítě jako celku lze brát v úvahu hodnoty typické pro převážnou většinu uzlů sítě (např. pro více než 80 %).

Tlakové poměry ve vodovodní síti v obci Žabeň jsou víceméně srovnatelné na celém vodovodu, jelikož se obec Žabeň rozprostírá na relativně rovinném území, kde se výšková kóta terénu pohybuje od 266 do 270 m. n. m. Vzhledem k příznivému výškovému osazení věžového vodojemu společnosti Biocel Paskov, a.s., ze kterého je pitnou vodou (mimo jiné) zásobována celá obec Žabeň, jsou v síti vyhovující tlakové poměry. Hladina vody ve vodojemu se pohybuje mezi 306,5 a 311,8 m. n. m. Maximální hydrostatický tlak vody ve vodovodní síti je tedy 45,8 mH₂O (min 36,5 mH₂O). Tyto tlakové poměry v síti v obci lze hodnotit dobře, viz tab. 7.

Tab. 7 Zatřídění TU4 – Tlakové poměry zařazené do příslušné kategorie (zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 7 Classification TU4 – Pressure ratios categorized in the relevant category (source: own elaboration according to [2])

Příslušná kategorie	Hydrostatický tlak [mH ₂ O]
	od – do
K1	0 – 45
K2	45 – 50
K3	50 – 60
K4	60 – 70
K5	70 a více

Hodnota 45,8 mH₂O je sice na hranici mezi kategorií K1 a K2, nicméně v běžném provozním režimu bude hydrostatický tlak nižší a výsledná kategorie pro TU4 – tlakové poměry vodovodní sítě v obci Žabeň je K1.

TU5 – vliv na kvalitu vody

Technický ukazatel vlivu vodovodní sítě na kvalitu vody je často obtížně vyjádřitelný. Pro přesné vyhodnocení tohoto ukazatele je nejvhodnější provádět monitoring kvality vody ve spotřebišti, toto se však jeví často jako nemožné, jelikož monitorování kvality musí probíhat kontinuálně na vybraných místech v síti, což je náročné jak pracovní, tak i finančně.

Kvalitu vody ovlivňuje mnoho faktorů, např. stáří sítě a její zanesení, materiál potrubní sítě, kvalita přiváděné pitné vody a množství látek k jejímu

hygienickému zabezpečení, doba zdržení v potrubí atd. K zatřídění lze tedy využít tab. 8.

Obec Žabeň je zásobována pitnou vodou z Ostravského oblastního vodovodu (OOV), kde převažují povrchové zdroje vody, voda na přiváděči má odpovídající kvalitu. Zdržení vody ve vodovodním potrubí by díky částečně zokruhované potrubní síti mělo být maximálně do 24 hodin. Slabým místem je však samotná distribuční síť, kde lze již z množství ztrát vody v síti detekovat její netěsnost, což může mít za následek zhoršení kvality pitné vody ve vodovodním potrubí.

Výsledná kategorie pro TU5 – vliv na kvalitu vody ve vodovodní síti v obci Žabeň je K3.

CTS – Celkový technický stav

Celkový technický stav vodovodních sítí je souhrnem vyhodnocení všech technických ukazatelů TU1 až TU5. Celkový technický stav se stejně jako jednotlivé technické ukazatele může vyjadřovat buď k celému systému vodovodu, případně k jeho dílčí částem. Stanovení celkového technického stavu je dáno následujícím vzorcem:

$$CTS = \sum_{i=1}^n TU_i \cdot W_i$$

kde je:

CTS celkový technický stav,

n celkový počet technických ukazatelů,

TU_i hodnota daného technického ukazatele (TU1 až TU5) v rozmezí K1 až K5, přičemž K1 = 1, K2 = 2 atd.,

W_i váha příslušného TU_p , přičemž platí, že:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Významným parametrem je W_i [-], tedy váha příslušného technického ukazatele TU_p , která udává významnost daného ukazatele. Rozdělení těchto vah by mělo proběhnout rozdělením celkové váhy mezi technické ukazatele TU_i . Jelikož jde zpravidla o výsledky, resp. klasifikaci jednotlivých technických ukazatelů TU_p , které jsou obvykle vázané na konkrétní místní podmínky, originální rozsah, kvalitu a kombinaci včetně jejich specifického vývoje, je tak i jejich hodnocení specifické. Na základě zobecnění získaných poznatků a zkušeností je v takových případech možné, avšak s adekvátní pozorností a opatrností, přiřadit všem TU_i stejnou váhu W_p , tedy v případě TU1 až TU5 váhu $W_i = 0,2$ [2]. Celkově je však vhodné váhu W_i stanovit na základě odborného odhadu dle významnosti jednotlivých ukazatelů na celkový technický stav vodovodní sítě v zájmovém území, přičemž obvykle platí, že významnost jednotlivých TU_i se odvíjí zejména od jejich klasifikace.

Tab. 8 Zatřídění TU5 – Vliv na kvalitu vody zatříděný do příslušné kategorie (zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 8 Classification TU5 – Effect on the water quality categorized in the relevant category (source: own elaboration according to [2])

Příslušná kategorie	Vliv na kvalitu vody			
	Materiál	Zdržení v síti	Zdroj vody	Hyg. zabezpečení
K1	nekovové materiály	do 24 hod	podzemní	chlor, UV
K2	tvárná litina, nekovové materiály	do 24 hod	povrchová	UV nebo chloridioxid
K3	PE, PVC, sklolaminát	do 24 hod	podzemní	chlor, UV, chloridioxid
K4	šedá litina a ocel mladší než 50 let	do 48 hod	povrchová	UV, plynný chlor
K5	šedá litina a ocel starší než 50 let	nad 48 hod	povrchová	plynný chlor

Celkový technický stav představuje kategorizaci vodovodní sítě v obci Žabeň jako celku napříč všemi řešenými problémovými oblastmi – TU. V tab. 9 lze vidět přehled výsledných kategorií pro jednotlivé technické ukazatele. Každému z těchto ukazatelů byla přiřazena váha W_i , která udává důležitost každého technického ukazatele TU. Váhy W_i byly rozloženy rovnoměrně mezi všechny technické ukazatele TU. Na základě vyhodnocení byla celá vodovodní síť v obci Žabeň zařazena do kategorie K3, jak ukazuje tab. 10.

Tab. 9 Vyhodnocení celkového technického stavu vodovodního řádu v obci Žabeň (zdroj: autor)

Tab. 9 Evaluation of the overall technical condition of the water main in the village of Žabeň (source: author)

Technický ukazatel	Příslušná kategorie	W_i	TU_i	TS
TU1 – Stáří potrubního řádu	K2	0,2	2	0,4
TU2 – Poruchovost	K3	0,2	3	0,6
TU3 – Ztráty vody v síti	K5	0,2	5	1
TU4 – Tlakové poměry	K1	0,2	1	0,2
TU5 – Vliv na kvalitu vody	K3	0,2	3	0,6
CTS – Celkový technický stav	K3	1		2,8

$$CTS = \sum_{i=1}^n TU_i \cdot W_i = 2 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 = 2,8$$

Celkový technický stav vodovodní sítě v obci byl tedy metodikou hodnocení technického stavu vodovodních sítí vyhodnocen jako kategorie K3, tedy stav vyhovující, kdy se jedná o průměrné hodnocení, přičemž podle tab. 1 tento stav nevyžaduje okamžitá řešení, ale v blízké budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele.

Je však nutno podotknout, že některé technické ukazatele byly kategorizovány jako velmi dobrý stav K1, naopak některé jako stav zcela nevyhovující K5. Z tohoto pohledu by zřejmě bylo vhodné i přes výslednou kategorii K3 nebrat výsledný stav vodovodu jako uspokojivý, a to zejména z důvodu enormně vysokých ztrát vody v síti. Tyto ztráty vznikají s vysokou pravděpodobností právě z důvodu velmi častých poruch potrubního materiálu, případně poruch jednotlivých armatur, kdy při těchto poruchách dochází k úniku vody z vodovodní sítě.

ZÁVĚR

Metoda FMEA společně s užitím metodiky technických ukazatelů představuje jeden z možných nástrojů, kterým lze hodnotit vodovodní síť za účelem identifikace jejích slabých míst. Toto hodnocení je jedním z hlavních podkladů pro plánování údržby, oprav nebo obnovy těchto staveb, přičemž umožňuje k rozsáhlým systémům pro zásobování vodou přistupovat individuálně dle jejich specifických místních podmínek a vlastností. Představený přístup však není jen nápoředou, jak přistoupit

Tab. 10 Zatřídění CTS – Celkový technický stav do příslušné kategorie

(zdroj: vlastní zpracování dle [2])

Tab. 10 Classification CTS – General technical condition in the relevant category (source: own elaboration according to [2])

Příslušná kategorie	Celkový technický stav
	od – do
K1	1 – 1,5
K2	1,5 – 2,5
K3	2,5 – 3,5
K4	3,5 – 4,5
K5	4,5 a více

k obnově a údržbě, ale je také podkladem pro krizové plánování ve vodním hospodářství, a to právě díky identifikaci slabých míst systému. Lze tedy říci, že problematiku řešenou v článku by bylo vhodné promítnout do technické praxe, zejména v pozici vlastníků a provozovatelů systémů pro zásobování pitnou vodou. Právě využitím představených metod je možné dosáhnout udržitelného rozvoje nejen těchto vodohospodářských staveb, ale i celého území, na kterém se nacházejí. Nastíněné metody rovněž představují pomůcku k systematické správě, která by mohla vnést do tohoto resortu větší přehlednost zejména formou zkvalitnění evidence těchto staveb.

Kontakt na autory: marek.teichmann@vsb.cz; frantisek.kuda@vsb.cz; natalie.szeligova@vsb.cz

Práce byly podporovány z prostředků Studentské grantové soutěže VŠB-TUO. Registrační číslo projektu je SP2017/172.

Použité zdroje:

- [1] ČSN IEC 812 (010675). Metody analýzy spolehlivosti systému. Postupy analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [2] TUHOVČÁK, L. Metodika hodnocení technického stavu vodovodních sítí. Brno, 2010. Habilitační práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [3] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací území Moravskoslezského kraje, Informační systém životního prostředí Moravskoslezský kraj, 2014.
- [5] KUDA, F., TEICHMANN M. Údržba infrastrukturálních staveb s využitím moderních technologií. Vytápění, větrání, instalace. 2017, č. 1, s. 18–21. ISSN 1210-1389.
- [6] EMINGR, L. Moderní metodiky facility managementu. Část 4: Metodika FMEA pro oblast TZB. Vytápění, větrání, instalace. 2016, č. 1, s. 24–29. ISSN 1210-1389.
- [7] TEICHMANN, M., KUDA, F., SZELIGOVÁ, N. Modelování a optimalizace systému zásobování pitnou vodou s využitím facility managementu. Část 1: Pasportizace a evidence poruch na vodovodu v obci Žabeň. Vytápění, větrání, instalace. 2018, roč. 27, č. 3, s. 170–175. ISSN 1210-1389.

Nejlepší portály
o stavebnictví



Největší stavební portál
pro odborníky v ČR

ESTAV.cz
Portál pro širokou
stavební veřejnost