

**MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC, o.p.s.**

Ústav managementu a marketingu

Jaroslav Šubert

**Management ztrát ve vodovodních sítích**

Water Loss Management of Water-Supply Networks

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Ing. Miroslav Rössler, CSc., MBA

Olomouc 2013

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené informační zdroje.

Dolní Loučky 19.3.2013

Jaroslav Šubert

Na tomto místě bych rád poděkoval panu RNDr. Ing. Miroslavu Rösslerovi, CSc., MBA za velmi užitečné rady a odborné vedení při vypracování bakalářské práce.

# Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>1 STANOVENÍ CÍLŮ</b> .....	<b>7</b>
<b>2 ZÁKLADNÍ POJMY</b> .....	<b>8</b>
2.1 DRUHY VOD VE VODÁRENSKÉ PRAXI.....	8
2.2 DISTRIBUČNÍ VODOVODNÍ SYSTÉM V ČR.....	9
2.2.1 Zdroj surové vody.....	10
2.2.2 Úpravna vody.....	11
2.2.3 Vodojem.....	11
2.2.4 Přivaděče.....	12
2.2.5 Rozvodné řady.....	12
2.2.6 Vodovodní přípojky.....	13
<b>3 ZTRÁTY VODY</b> .....	<b>14</b>
3.1 PROCENTO VODY NEFAKTUROVANÉ.....	15
3.2 JEDNOTKOVÝ ÚNIK.....	17
3.3 VODA NEFAKTUROVANÁ NA PŘÍPOJKU.....	18
3.4 POČET PORUCH NA KM SÍTĚ.....	18
3.5 INDEX ILI.....	18
3.6 EKONOMICKÝ INDEX ZTRÁT.....	19
3.7 OBECNĚ AKCEPTOVATELNÉ HODNOTY.....	21
<b>4 ÚLOHA MANAGEMENTU</b> .....	<b>24</b>
4.1 STRATEGICKÉ ŘÍZENÍ.....	24
4.2 TAKTICKÉ ŘÍZENÍ.....	25
4.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....	25
<b>5 PRAKTICKÉ POSTUPY A METODY</b> .....	<b>30</b>
5.1 PROCESNÍ ANALÝZA.....	30
5.2 ZNALOST SÍTĚ.....	31
5.3 DÁLKOVÝ MONITORING.....	33
5.3.1 Zjevné úniky.....	34
5.3.2 Skryté úniky.....	36
5.4 OVLADATELNOST SÍTĚ.....	38
5.5 TECHNOLOGIE.....	39

5.5.1	<i>Úniky v distribuční síti</i> .....	40
5.5.2	<i>Výběr potrubí</i> .....	40
5.5.3	<i>IT technologie</i> .....	43
5.5.4	<i>Lokalizační technika</i> .....	44
<b>6</b>	<b>ŘÍZENÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>46</b>
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>50</b>
	<b>ANOTACE</b> .....	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A OSTATNÍCH PRAMENŮ</b> .....	<b>53</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>54</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>55</b>

## Úvod

Voda představuje základní stavební kámen života na zemi, bez vody by země nebyla modrou planetou, ale pouhou pustinou. Ačkoliv voda pokrývá více jak 70% zemského povrchu, představuje voda sladká z tohoto množství pouhá 0,3 %. Rychle rostoucí počet obyvatel především v třetích zemích zvyšuje podíl lidí, kteří trpí nedostatkem kvalitní pitné vody, což sebou přináší následná zdravotní rizika. Ani v našich klimatických a zeměpisných podmínkách nemáme vždy ve všech oblastech republiky patřičné zdroje k dispozici. Obyvatelstvo je tedy nutné pitnou vodou zásobovat ze zdrojů jiných vhodnějších a vydatnějších. Získanou sladkou vodu je třeba patřičně upravovat a vodu pitnou z ní vyrobit. Je tedy zřejmé, jak strategickou pozici v současné době hospodaření vodou zaujímá.

Každý z nás si vzácnost vody uvědomí v okamžiku, kdy ji nemá k dispozici. Již po několika hodinách nás stav „bez pitné vody“ přivádí do krizových situací. V okamžicích blahobytu, co do množství nabízené pitné vody, si uvědomíme vzácnost většinou, až při pohledu na fakturu za vodu spotřebovanou. V žádném případě však není na místě úzkostlivé šetření, které může způsobit škody jiné, ale především jde o to, aby každý člověk přispěl svojí činností k ochraně zdrojů a vždy si uvědomoval jaká rizika pro zdroje jeho privátní či profesní činnosti přináší. Skládky na březích řek a v lesích, porušování ochranných pásem, nekoncepční zemědělská a lesnická činnost, jsou toho smutným příkladem.

Aby měl každý občan stejný přístup ke zdrojům pitné vody, musí být tato ke spotřebitelům transportována pomocí systémů rozvodů vody a protože neexistuje žádný systém dokonalý, dochází i v tomto distribučním systému ke ztrátám. A zde je prostor pro management ztrát vody, který hraje významnou roli v celém distribučním systému.

Je velmi mylné se při pohledu na plné přehrady nebo při otočení vodovodním kohoutkem domnívat, že jsou zásoby nevyčerpatelné. Cesta vody od zdroje ke spotřebiteli je velmi dlouhá, prochází řadou technologických procesů a vyžaduje i nemalé finanční náklady. A v případě špatného managementu ztrát je hranice mezi blahobytem a nedostatkem velmi tenká.

# 1 Stanovení cílů

Tato práce si klade za cíl seznámit čtenáře se systémem distribuce vody, s jejich jednotlivými prvky s ohledem na ekonomické aspekty. Současně definovat segmenty managementu, které je nutné využívat v managementu ztrát vody. Určit jejich roli a zamyslet se nad důsledky jejich využívání nebo naopak jejich absence. Charakterizovat ekonomické i kvantitativní ukazatele ztrát vody, jejich určování a využívání. To vše s ohledem na provozní praxi v České Republice. Rovněž by měla přimět k zamyšlení, že i my spotřebitelé jsme součástí managementu ztrát, protože nejsme pouhými zákazníky, kteří platí vodné a stočné, ale jsme i vlastníky vody, co by přírodního bohatství naší země, v řadě případů jsme i prostřednictvím obcí vlastníky samotné infrastruktury a tudíž jsme i součástí vlastnických struktur, které určují a kontrolují, kdo a jak s tímto bohatstvím bude hospodařit. Měli bychom se umět domáhat svých vlastnických práv, poukázat na špatné hospodaření a zjednávat nápravu.

V teoretické části má práce za úkol seznámit čtenáře se základními pojmy při distribuci vody, s jednotlivými základními stavebními kameny distribuční sítě. Popsat jejich logickou návaznost a základní funkci. Dále vysvětlit metody vyhodnocení účinnosti sítě, především pohledem na jejich výhody i jejich nedostatky, poukázat na jejich přínos jak pro provozovatele, tak i pro vlastníka. V managementu ztrát neznalost sítě neomlouvá.

V praktické části, se práce věnuje oblastem managementu, které mají přímý vliv na management ztrát, dále pak praktickým postupům při snižování ztrát vody a metodám odhalování skrytých úniků. Rovněž chce poukázat na komplikovanost a provázanost managementu ztrát s celou organizací i s vnějším okolím. Pokud má být management ztrát úspěšný, musí každý jednotlivec v organizaci znát, proč je důležitý a jakým způsobem se na něm podílí, musí se ztotožnit se strategií, ze které vychází. Organizace, která nemá ve své strategii zakotven management ztrát, nemůže být pro vlastníka dobrým správcem (provozovatelem) sítě a ochráncem přírodních zdrojů.

## 2 Základní pojmy

### 2.1 Druhy vod ve vodárenské praxi

Než si napustíme z kohoutku sklenici pitné vody, má již za sebou dlouhou cestu a řadu přeměn. Z toho důvodu jsou pro vodu používána i různá označení a to vždy s ohledem na to, v jaké fázi distribučního cyklu se voda nachází, či jaký má ekonomický význam.

**Voda surová** – jedná se o vodu odebranou ze zdroje do technologického celku, který tuto surovou vodu upravuje na vodu pitnou.<sup>1</sup>

**Voda technologická** – je voda spotřebovaná v technologickém zařízení a představuje obvykle rozdíl mezi vodou surovou a vodou vyrobenou.<sup>2</sup>

**Voda vyrobená** – je surová voda upravená na vodu pitnou, rozsah úprav je v závislosti na kvalitě zdroje surové vody.<sup>3</sup>

**Voda předaná a převzatá** – je voda, která je transportována z jednoho distribučního systému do druhého, záleží na pozici vlastníka (provozovatele) distribučního systému, zda je v roli předávajícího (vodu prodává) nebo přebírajícího (vodu nakupuje). Voda předaná přináší finanční zhodnocení čili výnos a voda převzatá naopak představuje náklad.<sup>4</sup>

**Voda k realizaci** – je již voda, která je určena ke spotřebě u odběratelů. Matematicky ji lze vyjádřit jako výsledek množství vody vyrobené plus množství vody převzaté mínus objem vody předané.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Srov. NOVÁK, J., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*, s. 106.

<sup>2</sup> Tamtéž.

<sup>3</sup> Tamtéž.

<sup>4</sup> Tamtéž.

<sup>5</sup> Tamtéž.



**Voda fakturovaná** – je veškerá voda dodaná a vyfakturovaná odběratelům, která protekla odpovídajícími fakturačními měřidly a přináší finanční zhodnocení.<sup>6</sup>

**Voda nefakturovaná** – je voda, která nebyla finančně zhodnocena, ale přesto byla spotřebována. Někdy se poněkud nepřesně tato voda označuje jako *ztráty vody celkem*. Voda nefakturovaná představuje především ztrátu ekonomickou. Opět ji lze jednoduše matematicky vyjádřit jako rozdíl mezi vodou k realizaci a vodou fakturovanou.<sup>7</sup>

**Voda zdarma** – představuje poměrně širokou oblast spotřeby vody, která je využívána účelně, avšak není přímým způsobem ekonomicky zhodnocena. Příkladem vody zdarma může být spotřeba při požárních zásazích, proplachy sítě či vodojemů, vlastní spotřeba ve správních budovách, spotřeba při opravách, ale i akumulace v nových vodojemech a vodovodních řadech atd.<sup>8</sup>

Voda určená k proplachům vodovodní, ale i kanalizační sítě se též nazývá „vlastní spotřeba“.

**Voda odpadní** – je voda využitá spotřebitelem, která z místa spotřeby odchází kanalizačním systémem např. do úpravní odpadních vod a uzavírá tak celý distribuční cyklus vody.

## 2.2 Distribuční vodovodní systém v ČR

Všechny druhy vod se tvoří nebo transformují v přesně definovaných bodech distribučního systému. Tyto prvky distribučního systému mohou dále sloužit jako účinný pomocník při řízení ztrát proto si je blíže popíšeme.

---

<sup>6</sup> Srov. NOVÁK, J., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*, s. 106.

<sup>7</sup> Tamtéž.

<sup>8</sup> Tamtéž.

### 2.2.1 Zdroj surové vody

Je místem, kde celý distribuční systém začíná. Dělí se na dvě kategorie a to na zdroje podzemních surových vod a zdroje povrchových surových vod. Zdrojem podzemních surových vod může být např. hloubkový vrt, studna nebo umístění podélných zářezů v prameništi. Zdrojem povrchových surových vod jsou v našich geografických podmínkách především řeky. Každý zdroj lze charakterizovat vydatností a kvalitou surové vody.

Vydatnost znamená schopnost, jaké množství surové vody je možné získat z tohoto zdroje v definovaném časovém úseku.

Kvalita surové vody nám říká, jak technologicky rozsáhlá a ekonomicky náročná bude její úprava na vodu pitnou. Dle této náročnosti se surová voda dále dělí do tří kategorií A1, A2, A3 a zatímco surová voda kategorie A1 vyžaduje pouze základní fyzikální úpravu a desinfekci, surová voda kategorie A3 prochází intenzivní fyzikální a chemickou úpravu včetně kombinace fyzikálně-chemické úpravy bakteriální.<sup>9</sup>

Na základě těchto kategorií se stanovuje tzv. *index upravitelnosti - In*, který se pohybuje v rozmezí 1 až 3 a odpovídá kategoriím A1 až A3. Platí zde proto přímá úměra, čím je horší kvalita vody, tím je vyšší index upravitelnosti. S indexem upravitelnosti koreluje i *index náročnosti*, který se pohybuje v rozmezí 0 až 3,75.<sup>10</sup>

Tyto dva indexy jsou pro management ztrát základním hodnotícím prvkem a je třeba se jim pečlivě věnovat, poněvadž zdroje s vysokými indexy, budou poměrně značně ekonomicky zatěžovat vodu k realizaci. Proto je třeba vyhodnocení zdrojů zahrnout do celkové strategie dodávek pitné vody u provozovatelů i majitelů distribuční sítě.

Pokud se na zdroje vod podíváme z pohledu spotřebitele, potom jejich kvalita a také způsob jejich vlastnictví zásadním způsobem ovlivňují konečnou cenu vody k realizaci. Bohužel divoká privatizace zdrojů vody a nezodpovědné chování tehdejších komunálních politiků, znamenala přesun vlastnictví do soukromých rukou, což mělo za následek vytvoření regionálních monopolů s negativními dopady na elasticitu konkurenčního prostředí v oblasti provozování vodárenské infrastruktury.

---

<sup>9</sup> KROČOVÁ, Š., *Strategie dodávek pitné vody*, s. 17.

<sup>10</sup> Srov. tamtéž, s. 18.

### 2.2.2 Úpravna vody

Funkcí úpravny vody je přeměňovat surovou vodu, která je jímána ze zdroje, na vodu vyrobenou. Úpravna vody je tedy speciálním výrobním a technologickým zařízením, jehož rozsah záleží především na kvalitě vody surové, viz odstavec 3.2.1. Z ekonomického pohledu každá úpravna vody zatěžuje vodu surovou náklady na jímání, technologickou přeměnu a také potřebou vody technologické. Tyto všechny náklady se odráží do indexu náročnosti. Množství vody technologické lze stanovit jako rozdíl mezi vodou surovou a vodou vyrobenou.

Surovou vodu rovněž zatěžuje náklad, kterým je poplatek za odebírání vody za účelem výroby pitné vody a to u využívaného objemu přesahujících 6 000 m<sup>3</sup> za rok nebo 500 m<sup>3</sup> za měsíc z jednoho zdroje, dle zákona č. 254/2001 Sb. ve výši 2 Kč / m<sup>3</sup>. Dále stanovuje povinnost oprávněnému měřit množství vody, se kterým nakládá.<sup>11</sup>

### 2.2.3 Vodojem

Pokud se na distribuční síť podíváme jako na celek, potom vodojemy jsou z hlediska zásobování vodou zcela jistě jedním z nejdůležitějších elementů. Jejich funkcí je zajišťovat plynulost dodávky vody. Vodojemy se dělí dle různých kritérií např. dle umístění na zemní a věžové, dále z hlediska jejich konstrukce, ale i z hlediska účelu na akumulární, vyrovnávací, spotřební nebo požární.<sup>12</sup>

Ačkoliv jsou vodojemy z titulu své konstrukce na údržbu nenáročné, jsou důležitým výchozím bodem s ohledem na management ztrát, neboť kontrola nátoků vody do vodojemů i odtoků vody do spotřebiště, je jedním z elementárních znaků pro monitorování přivaděčů, které je propojují mezi sebou nebo transportují vodu do úpravny vody nebo do spotřebiště, z hlediska možných ztrát. V neposlední řadě je třeba si uvědomit, že i zde vzniká v souvislosti s údržbou vlastní spotřeba, která slouží k čištění, či proplachům. Vzhledem k objemu vody, která vodojemem proteče, je však potřeba vody zdarma marginální.

---

<sup>11</sup> Zákon č. 254/2001 Sb., *Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, s. 5667.

<sup>12</sup> Srov. KROČOVÁ, Š., *Havárie a řízení vodního hospodářství*, s. 26.

## 2.2.4 Přivaděče

Přivaděče jsou tepnami distribučního systému, propojují všechny hlavní objekty tj. zdroj, úpravnu, vodojemy i spotřebiště. Přivaděče jsou budovány ve značných délkách, bez přítomnosti kontrolních míst, což z nich činí objekt s poměrně komplikovanou možností lokalizace eventuálních ztrát. U přivaděčů je důležité brát v úvahu použitý materiál pro jejich výstavbu. Standardně se využívá tvárná litina a ocel, méně již polyetylén a výjimečně sklolaminát. Pokud je budován přivaděč z oceli, vzniká značné riziko bodové koroze, u potrubí nad DN 500 je však ocel nezastupitelná.<sup>13</sup>

Dalším faktorem je vysoký hydrodynamický i hydrostatický tlak, který v přivaděčích v mnohých případech přesahuje 1 MPa.<sup>14</sup>

Přes všechna rizika nebývají ztráty na přivaděčích příliš časté, avšak i jejich ojedinělý výskyt může způsobit velmi vážné škody, v kontextu zajištění dodávek vody, především v případech, kdy nejsou žádným způsobem zdvojeny.

## 2.2.5 Rozvodné řady

Jestliže jsou přivaděče tepnami distribučního systému vody, potom rozvodné řady jsou komplikovaně propletenými žílami, které rozvádí vodu z přivaděčů i vodojemů ke spotřebitelům. Složitost spočívá v několika faktorech. Jednak je to geografické uložení v blízkosti jiných sítí včetně jejich křížení a nejsou i výjimečné případy jejich přímého kontaktu s těmito cizími sítěmi. Dále jejich umístění pod komunikacemi, které jsou mnohonásobně více zatěžovány dopravou než v době jejich výstavby. Stáří některých řadů již překročilo 80 i 100 let. Toto dlouholeté využívání a postupné budování či výměna rozvodných řadů samozřejmě přináší i vysokou rozmanitost používaných materiálů od tradiční litiny, přes plasty, výjimkou nejsou ani potrubí azbestocementová potrubí či dokonce dřevěná. Tato rozmanitost je navíc umocněna různou kvalitou použitého potrubí v jednotlivých materiálových skupinách v průběhu času. V neposlední řadě je třeba zmínit, velké množství regulačních a ovládacích prvků, které jsou na rozvodných řadech umístěny. Tento mix sám o sobě přináší mnoho

---

<sup>13</sup> Srov. KROČOVÁ, Š., *Havárie a řízení vodního hospodářství*, s. 26.

<sup>14</sup> Srov. KROČOVÁ, Š., *Strategie dodávek pitné vody*, s. 41.

nevyhnutelných rizik a je zjevné, že právě tato část rozvodné sítě bude z hlediska ztrát, tou nejkritičtější.

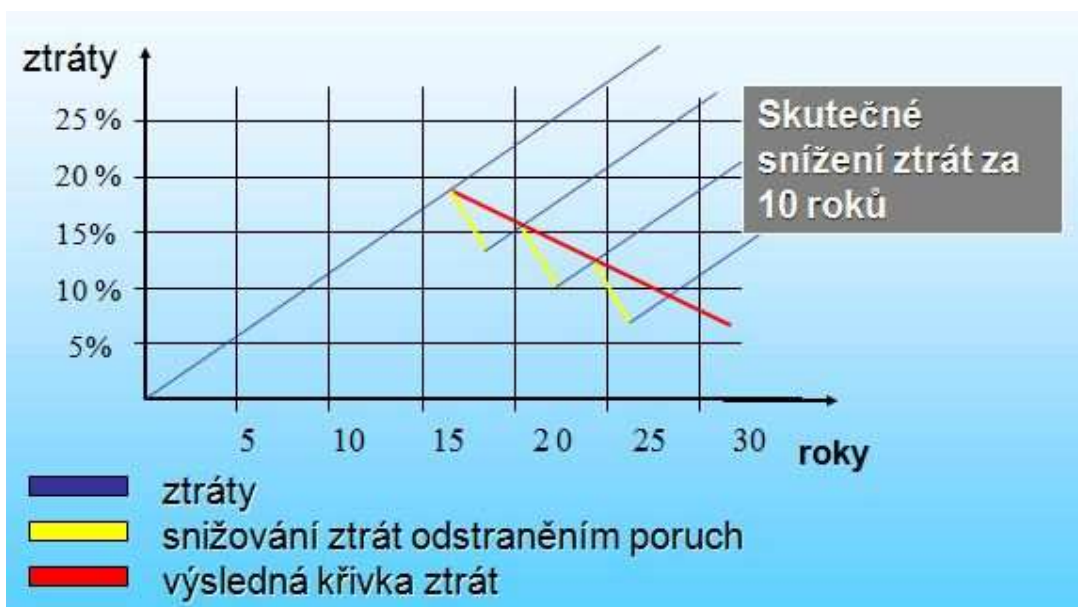
### **2.2.6 Vodovodní přípojky**

Na konci rozvodného systému u spotřebitelů se vždy nachází vodovodní přípojky. Spojují rozvodné řady s vnitřním rozvodem pitné vody. I pro vodovodní přípojky je charakteristická rozmanitost použitých materiálů, avšak ještě doplněna použitím nekvalitních prvků a častá nekvalitní realizace. Vodovodní přípojka jako celek se dělí na část neměřenou a část měřenou. Z uvedeného dělení je zřejmý jistý rozpor a sice, v případě ztráty vody na části neměřené jde pro provozovatele o ztrátu se všemi důsledky, avšak v případě ztráty vody na části měřené jde pro provozovatele o zisk, byť zisk nezasloužený. Právě vodovodní přípojky jsou v poslední době velmi diskutovaným tématem mezi odbornou i laickou veřejností a to jak z pohledu vlastnictví, tak i z pohledu odpovědnosti za ztráty na přípojkách.

### 3 Ztráty vody

Distribuční systémy vody podobně jako systémy jiné nemohou fungovat zcela beze ztrát. Lze je však minimalizovat na ekonomicky i společensky přijatelnou úroveň. Aby bylo možné vzájemně porovnávat jednotlivé distribuční systémy vody, případně jejich části, využívá se matematických a statistických metod ke stanovení tzv. ukazatelů ztrát vody. Soubor činností vedoucích k dosažení stanovených ukazatelů ztrát je proces, který se nazývá snižování ztrát, je procesem trvalým a cyklickým, který musí reagovat na dynamiku ztrát. Pokud chceme dosáhnout zlepšení stavu v oblasti ztrát, je nutné učiněnými opatřeními eliminovat ztráty vzniklé ve sledovaném období a navíc odstranit část ztrát vzniklých v období předchozích. Pokud se naopak managementu ztrát nebudeme věnovat vůbec, vystoupají hodnoty ukazatelů ztrát do kritických hodnot „viz obr. 1 s. 15“. Zde je zobrazena křivka ztrát při provádění aktivních opatřeních a současně naznačuje směr vývoje v případě nečinnosti. Sklon všech křivek je závislý na vyspělosti managementu ztrát, který může zmírnit nárůst ztrát nových a současně zvýšit pokles ztrát stávajících. Výsledné křivce ztrát říkáme dynamika snižování ztrát.

Dále jsou uvedeny ukazatele, kterými lze ztráty vyhodnocovat, každý jednotlivý ukazatel má své výhody i nevýhody. Obecně platí, že ukazatele s nižší náročností na jeho určení mají nižší vypovídací hodnotu. Pokud porovnáваме vzájemně různě podobné systémy, ale i jeden a ten samý v čase, je nutné vždy pro porovnávání použít stejný index lépe indexy. Součástí hodnocení by měla být i přesná charakteristika posuzované sítě včetně dat o spotřebě, její struktuře, stáří, historii i výpočet ekonomického indexu ztrát „viz podkapitola 3.6 s. 20 a podkapitola 3.7 s. 21“.



Obr. 1 – Dynamika snižování ztrát

### 3.1 Procento vody nefakturované

Nejčastěji používaným bilančním ukazatelem a za základ považováno je tzv. procento vody nefakturované – VNF. Tento ukazatel vyjadřuje procentuální poměr mezi vodou nefakturovanou a vodou k realizaci.<sup>15 16</sup>

V současné době se tento ukazatel jeví jako nevyhovující, jednak z důvodu nízké vypovídací úrovně o kvalitě distribučního systému a také proto, že je tento ukazatel vhodný pouze pro porovnávání stejných nebo velmi podobných systémů.

Pokud se podrobně podíváme na způsob stanovení tohoto ukazatele, zjistíme celou řadu možných nepřesností, což celý výsledek degraduje a staví jej do role ukazatele spíše orientačního.

V první řadě je problematické stanovení hodnoty vody nefakturované celkem, a ačkoliv je její výpočet snadný, jedná se rozdíl mezi vodou k realizaci a vodou fakturovanou, její praktické stanovení až tak snadné není. Hrají zde roli nepřesnosti měřidel a to jak v místech vstupů do systému tak i v místech realizace (u spotřebitelů). Závažným problémem je technické zvládnutí odečtů všech měřidel současně

<sup>15</sup> Srov. NOVÁK, J., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*, s. 107.

<sup>16</sup> Srov. TUHOVČÁK, L., *Metodika hodnocení technického stavu vodovodní sítě*, s. 12.

v minimálním časovém rozpětí. Právě šíře časového rozpětí vnáší potenciaální nepřesnost do výpočtu. Odečet na vstupu je úkol poměrně snadný i v případech, kdy je systém zásobován z několika míst současně. Naproti tomu současný odečet všech měřidel v místech spotřeby je úkol prozatím nereálný. Pro eliminaci vzniklé nepřesnosti se stanovují intervaly odečtů jednotlivých měřidel s následným dopočtem nebo odhadem k výročnímu datu což lze v některých případech poměrně kvalitně při dlouhodobém sledování chování spotřebitelů provádět, avšak v případech jiných přináší nepřesnosti další.

Dalším problémem je vykazování a evidence vody zdarma, neboť je běžným nešvarem využívat tuto položku k vylepšování celkových výsledků. Jsou i situace, kdy vzniká velmi tenká hrana mezi vodou zdarma a neoprávněným odběrem. Voda zdarma by však neměla přesáhnout hranici 2% z vody k realizaci.<sup>17</sup>

Přes všechny výše zmiňované problémy je však největším negativem tohoto ukazatele jeho neobjektivnost. Celkové ztráty si musíme rozdělit na její hlavní části, které jsou již zmiňovaná voda zdarma, dále neoprávněné odběry a úniky vzniklé netěsnostmi v potrubním systému nebo vznikem havárií. Právě tyto úniky představují zásadní část celkových ztrát. Dále se musíme podívat na celkové ztráty z hlediska jejich dynamiky v poměru k dynamice spotřeby vody. Je evidentní, že vývoj skutečného objemu ztracené vody bude mnohem méně dynamický než vývoj spotřeby. Jestliže vše velmi zjednodušíme, potom můžeme konstatovat, že ztráty jsou konstantou čili hodnotou v čase stálou a naopak spotřeba hodnotou v čase se měnící. Pokud tedy například omezí nebo úplně ukončí spotřebu výrazný odběratel, sníží se celková spotřeba vody a tím způsobí i přesto, že se nezvýší objem ztracené vody, zvýšení procenta vody nefakturované. Porovnáme-li dva stejně velké systémy, jeden pouze s maloodběrateli a druhý s odběrateli s vysokou spotřebou, potom první systém bude i v případě stejného objemu ztracené vody hodnocen mnohem horším procentem. Stejně tak i ukončení velkoodběru v tom samém systému zhorší bilanční ukazatel i přesto, že nedojde ke zvýšení objemu vody ztracené.

Pokud bychom tedy chtěli využívat tohoto ukazatele pro objektivní porovnávání různých systémů nebo jednoho systému v různých obdobích, musel by být do používaného vzorce dosazen koeficient objemu vody k realizaci zohledňující rozdíly ve skutečné spotřebě.

---

<sup>17</sup> Srov. NOVÁK, J., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*, s. 110.



## 3.2 Jednotkový únik

Procento vody nefakturované a především jeho nedostatky vyvolaly potřebu kvalitnějšího ukazatele, který by bral v potaz strukturu distribuční sítě, a který by poskytl přesnější údaj o ztrátách. Na základě těchto potřeb vznikl další ukazatel nazývaný „jednotkový únik vody nefakturované“ nebo též zkráceně „jednotkový únik“. Vyjadřuje se opět jako poměr vody nefakturované celkem avšak vztaženo k celkové délce sítě. Tato celková délka sítě je přepočítána na jednotný omočený profil DN 150. Např. koeficient pro DN 200 je 1,33 a pro DN 100 je 0,67. Tento přepočet eliminuje rozdíly mezi různou skladbou rozvodných systémů z hlediska velikosti potrubí. Výsledný údaj je vyjádřen v m<sup>3</sup> na km za 1 rok.<sup>18 19</sup>

Tento ukazatel je náročnější na zpracování, neboť musí být známá skladba sítě z hlediska použitých profilů a na první pohled je zřejmé, že na rozdíl o procenta vody nefakturované je objem skutečných ztrát dynamičtějším prvkem než délka sítě, kterou je poměřován. Což již přináší při porovnání té samé sítě v různých obdobích nebo i při srovnávání sítí odlišných velmi relevantní údaj.

Jistý problém přináší technické zpracování výpočtu, někdy se do přepočtu na jednotný omočený profil nezapočítává délka přípojek a přivaděčů, což samozřejmě přináší ve výsledcích jisté rozpory obzvláště při porovnávání systémů s různým počtem přípojek.

V některých případech dokonce nedochází ani k přepočtu na jednotný omočený profil. Právě rozdíly v metodice výpočtu přináší výsledky, které nejsou vzájemně srovnatelné a je pochopitelné, že si provozovatelé vybírají tu variantu, která jim zajistí nejlepší výsledek.

Proto ukazatel jednotkového úniku má význam především pro vnitřní sledování vývoje ztrát v čase, s předpokladem neměnnosti metodiky výpočtu. Pro externí posouzení by měla být součástí protokolu podrobně popsána použitá metodika.

---

<sup>18</sup> Srov. NOVÁK, J., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*, s. 107.

<sup>19</sup> Srov. TUHOVČÁK, L., *Metodika hodnocení technického stavu vodovodní sítě*, s. 13.

### 3.3 Voda nefakturovaná na přípojku

Snaha o další přesnější hodnotící ukazatel stavu sítě, především v systémech s vysokou hustotou přípojek, vedl ke vzniku ukazatele „voda nefakturovaná na přípojku“. Ačkoliv je někdy doporučován, v ČR nenašel širšího uplatnění. Jednak z důvodu konstrukce sítě přípojek, kdy jedna přípojka může zásobovat několik odběratelů, ale i proto, že v některých systémech existuje velké množství přípojek, které jsou využívány jako rezervní k vlastním zdrojům a jsou tedy využívány velmi málo nebo vůbec. Proto ukazatel který je poměrem celkové vody nefakturované přepočtené na litry k počtu přípojek vztaženo jednomu kalendářnímu dni nepřináší nic převratného. Jeho uplatnění může být u vnitřních analýz jako podpůrný ukazatel.<sup>20</sup>

### 3.4 Počet poruch na km sítě

Obdobné je to u dalšího ukazatele, kterým je „počet poruch na km“, který je poměrem počtu odhalených poruch ke skutečné délce rozvodné sítě. Pokud by tento ukazatel měl poskytnout skutečně hodnotný údaj, musel by být provozovatel schopen kvantifikovat množství vody uniklé při každé poruše a pochopitelně měl by být schopen odhalit a opravit všechny poruchy, což je oboje naprosto utopické. Údaj o počtu poruch může mít význam pouze při rozhodování o provádění rekonstrukcí sítě, nesmí být však přepočítáván na celou délku sítě a musí být tato četnost adresována do míst jejich vzniku.<sup>21</sup>

### 3.5 Index ILI

Na rozdíl od předchozích dvou ukazatelů se jeví nový ukazatel „index ILI“ jako velmi perspektivní. Stanoví se poměrem skutečných ztrát tj. z vody nefakturované je odečtena voda zdarma v litrech na přípojku a den a teoreticky nevyhnutelných ztrát opět v litrech na přípojku a den. Právě hodnota teoreticky nevyhnutelných ztrát, která byla

---

<sup>20</sup> Srov. TUHOVČÁK, L., *Metodika hodnocení technického stavu vodovodní sítě*, s. 13.

<sup>21</sup> Tamtéž.

stanovena pomocí rozsáhlého průzkumu, zohledňuje jak provozní tlak vody, tak i počet přípojek na km řadu, což z ní dělá velmi cenný a transparentní údaj pro vyhodnocování ztrát. Naopak se nezabývá strukturou potrubí, což zjednodušuje stanovení indexu ILI a umožňuje porovnávat i zdánlivě neporovnatelné systémy. Teoreticky nevyhnutelné ztráty „viz tab. 1“ se mění v čase velmi nepatrně, naopak skutečné ztráty jsou v tomto vztahu prvkem dynamičtějším a tudíž v indexu ILI hybným faktorem. Z tohoto důvodu index ILI reaguje na vývoj v rozvodné síti a dává poměrně přesnou odpověď na stav sítě z hlediska ztrát.

Tab 1. – Teoreticky nevyhnutelné ztráty<sup>22</sup>

Počet přípojek na km řadu	Průměrný provozní tlak (kPa)				
	200	400	600	800	1000
20	34	68	112	146	170
40	25	50	75	100	125
60	22	44	66	88	110
80	21	41	62	82	103
100	20	39	59	78	98

I zde však může docházet k jistým nepřesnostem, opět vlivem provozní náročností provádění odečtů odběrných míst, která způsobuje časový nesoulad mezi údaji na vstupu do systému a údaji ze spotřebiště a především metodikou stanovení průměrného provozního tlaku v potrubí.

### 3.6 Ekonomický index ztrát

Předchozí ukazatele nám s určitou přesností posuzují účinnost systému, jejíž maximální výše nemusí být u i zdánlivě podobných rozvodných systémů stejná. Pro majitele či provozovatele rozvodné sítě je však cenný údaj o tom, v jakém okamžiku se již nevyplatí provádět další opatření pro zvyšování účinnosti sítě. Je zřejmé, že maximální účinnost blížící se magické hranici 100% nastává u zcela nově zbudovaných systémů či u rozvodů po rozsáhlé rekonstrukci či u vodovodních sítí svou architekturou

<sup>22</sup> Srov. TUHOVČÁK, L., *Metodika hodnocení technického stavu vodovodní sítě*, s. 14.

výjimečných. Tato účinnost v průběhu provozování postupně klesá, což přináší ekonomické náklady na její udržení či obnovu. A právě efektivita vynaložených prostředků je to co provozovatele má zajímat. K posouzení nutnosti a rozsahu provedení opatření ke snížení ztrát vody nad rámec běžné provozní činnosti slouží ekonomický index ztrát - EIZ, který se stanoví součinem ekonomického indexu – EI a indexu ztrát – IZ.

EI nabývá tří hodnot v závislosti na náročnosti úpravy surové vody a její dopravy do systému. Tyto jsou stanoveny na:

EI = 1,5 voda vyžaduje náročnou úpravu a také její čerpání do výšky přes 50 metrů vodního sloupce,

EI = 1 nastává tehdy, pokud voda vyžaduje náročnou úpravu, ale do systému je dopravován gravitačně,

EI = 0,5 nastává v případě jednoduché úpravy vody, zpravidla pouhou dezinfekcí a do systému je dopravována gravitačně.<sup>23</sup>

Ekonomický index tedy zohledňuje náklady na výrobu vody a vychází ze sledování reálného prostředí. Naproti tomu index ztrát je tvořen výpočtem a to buď pomocí jednotkového úniku, nebo pomocí indexu ILI.

V případě použití jednotkového úniku se dělí obecně uznávanou hodnotou 3600 m<sup>3</sup>/km \* rok. Což je hodnota charakterizující síť ve velmi dobrém technickém stavu.

Pro výpočet IZ pomocí ILI se ILI index dělí konstantou 4, což je technicky akceptovatelná hodnota pro tento ukazatel.<sup>24</sup>

Z výše uvedeného je patrné, že EI má za úkol zohlednit zvýšené nebo naopak nižší náklady na výrobu a distribuci vody a k tomu IZ stanovuje pozici systému z hlediska úniků o to ve vztahu k obecně uznávaným akceptovatelným hodnotám, což v konečném důsledku sděluje obecně známou skutečnost, že systém s levnou výrobou vody si může dovolit vyšší ztráty vody bez negativního dopadu na ekonomiku společnosti. Nebo jinak řečeno, snaha o dosažení dalšího snížení ztrát je ekonomicky nevýhodná.

Při hodnocení vodovodů z hlediska EIZ se při tom vychází ze tří úrovní:

---

<sup>23</sup> Srov. TUHOVČÁK, L., *Metodika hodnocení technického stavu vodovodní sítě*, s. 14.

<sup>24</sup> Srov. tamtéž, s. 15.

- $EIZ < 0,8$  – další nadstandardní opatření jsou neekonomická,
- $EIZ (0,8 - 1,3)$  – ekonomické ztráty nejsou zásadní, avšak vodovod vyžaduje zvýšený dohled,
- $EIZ > 1,3$  – jsou způsobovány značné ekonomické ztráty, jsou vyžadována razantní opatření.<sup>25</sup>

### 3.7 Obecně akceptovatelné hodnoty

Pro to, abychom mohli jednotlivé ukazatele správně vyhodnotit a porovnávat, byly na základě dlouhodobého sledování distribučních systémů stanoveny obecně akceptovatelné hodnoty, které o systému hovoří jako o systému v dobrém technickém stavu, který nezpůsobuje ekonomické ztráty. Toto zobecnění je velmi obtížně proveditelné u všech ukazatelů jako např. u procenta vody nefakturované, do kterého vstupuje mnoho individuálních vlastností jednotlivých systémů. Proto byly stanoveny tyto obecné hodnoty pouze pro ty ukazatele, jejichž hodnotu lze porovnávat i s jinými systémy, jedná se tedy především v současné době o nejuznávanější jednotkový únik, jehož akceptovatelná hodnota byla stanovena na  $3600 \text{ m}^3/\text{km} \cdot \text{rok}$  a také pro index ILI, který je pro posouzení vodovodu nejpresnější a zřejmě nejobjektivnější. Jeho akceptovatelná hodnota byla stanovena na hodnotu 4.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty ztrát s ohledem na jejich akceptovatelné hodnoty JÚ resp. ILI.

Při porovnání obecně akceptovatelných hodnot úniků dle ukazatele JÚ „viz tab. 2 s. 22“ a akceptovatelných ztrát dle indexu ILI „viz tab. 4 s. 23“ je možné si povšimnout rozdílných hodnot. Tato diference odráží vztah k vodě zdarma u obou parametrů a rovněž i preciznější posouzení sítě z hlediska konstrukce a provozních parametrů. Akceptovatelné ztráty dle indexu ILI se odvíjí od počtu přípojek a průměrného provozního tlaku „viz tab. 3 s. 22“.

---

<sup>25</sup> Srov. TUHOVČÁK, L., *Metodika hodnocení technického stavu vodovodní sítě*, s. 15.

Tab. 2 – Obecně akceptovatelné hodnoty úniků dle ukazatele JÚ

Přepočtená délka sítě	Akceptovatelná hodnota JÚ		
	km	m <sup>3</sup> /rok	m <sup>3</sup> /den
1,00	3 600,00	9,86	0,11
10,00	36 000,00	98,63	1,14
20,00	72 000,00	197,26	2,28
30,00	108 000,00	295,89	3,42
40,00	144 000,00	394,52	4,57
50,00	180 000,00	493,15	5,71
60,00	216 000,00	591,78	6,85
70,00	252 000,00	690,41	7,99
80,00	288 000,00	789,04	9,13
90,00	324 000,00	887,67	10,27
100,00	360 000,00	986,30	11,42
150,00	540 000,00	1 479,45	17,12
200,00	720 000,00	1 972,60	22,83
300,00	1 080 000,00	2 958,90	34,25
500,00	1 800 000,00	4 931,51	57,08

Tab. 3 – Obecně akceptovatelné skutečné ztráty dle indexu ILI

Počet přípojek na 1 km řadu	Průměrný provozní tlak (kPa)			
	200	400	600	800
	Skutečné akceptovatelné ztráty (l/příp./den) pro ILI = 4			
20	136	272	448	584
40	100	200	300	400
60	88	176	264	352
80	84	164	248	328
100	80	156	236	312

Tab. 4 – Akceptovatelné ztráty dle indexu ILI pro průměrný tlak 400 kPa

Počet přípojek na 1 km řadu	Přepočtená délka sítě (km)	Průměrný provozní tlak (kPa)			
		400			
		Skutečné akceptovatelné ztráty pro ILI = 4			
		l/příp./den	m3/rok	m3/den	l/s
20	1	272,00	1 985,60	5,44	0,06
20	10	272,00	19 856,00	54,40	0,63
20	20	272,00	39 712,00	108,80	1,26
20	50	272,00	99 280,00	272,00	3,15
20	100	272,00	198 560,00	544,00	6,30
20	200	272,00	397 120,00	1 088,00	12,59
40	1	200,00	2 920,00	8,00	0,09
40	10	200,00	29 200,00	80,00	0,93
40	20	200,00	58 400,00	160,00	1,85
40	50	200,00	146 000,00	400,00	4,63
40	100	200,00	292 000,00	800,00	9,26
40	200	200,00	584 000,00	1 600,00	18,52
60	1	176,00	3 854,40	10,56	0,12
60	10	176,00	38 544,00	105,60	1,22
60	20	176,00	77 088,00	211,20	2,44
60	50	176,00	192 720,00	528,00	6,11
60	100	176,00	385 440,00	1 056,00	12,22
60	200	176,00	770 880,00	2 112,00	24,44
80	1	164,00	4 788,80	13,12	0,15
80	10	164,00	47 888,00	131,20	1,52
80	20	164,00	95 776,00	262,40	3,04
80	50	164,00	239 440,00	656,00	7,59
80	100	164,00	478 880,00	1 312,00	15,19
80	200	164,00	957 760,00	2 624,00	30,37
100	1	156,00	5 694,00	15,60	0,18
100	10	156,00	56 940,00	156,00	1,81
100	20	156,00	113 880,00	312,00	3,61
100	50	156,00	284 700,00	780,00	9,03
100	100	156,00	569 400,00	1 560,00	18,06
100	200	156,00	1 138 800,00	3 120,00	36,11

## 4 Úloha managementu

### 4.1 Strategické řízení

Strategické řízení se věnuje směřování společnosti v dlouhodobém horizontu, stanovuje cíle společnosti a i management ztrát vody musí z této formulované strategie vycházet. Vzhledem k tomu, že strategie formuluje konkrétní priority, které mohou být i u zdánlivě dle charakteru činností podobných společností rozdílné, může se i management ztrát u různých společností výrazně lišit. Celý průběh strategického řízení je však identický a lze jej rozdělit do čtyř fází, které se neustále opakují a společně se nazývají strategický cyklus.<sup>26</sup>

#### Fáze strategického cyklu:

- **Formulace** - lze popsat jako definování představ vlastníků společnosti, směřování společnosti a rovněž stanovení zásadních cílů. V oblasti managementu ztrát může jít např. o rozhodnutí v oblasti zdrojů pitné vody, zda budovat nové, či rozšířit kapacitu stávajících, rozšiřování sítě, ale také stanovení parametrů pro ukazatele ztrát atd.<sup>27</sup>
- **Plánování** - je procesem, jehož výsledkem je harmonogram, jak naplnit formulované strategické cíle.<sup>28</sup>
- **Realizace** – především se jedná o alokaci zdrojů, které budou třeba pro naplnění strategie, realizace podpůrných projektů případně dalších činností souvisejících s plněním cílů.
- **Kontrola** – zahrnuje především průběžné sledování strategie, její vývoj a vytváření případných podnětů pro její aktualizaci.

---

<sup>26</sup> Srov. <https://managementmania.com/cs/strategicke-rizeni>

<sup>27</sup> Tamtéž.

<sup>28</sup> Tamtéž.



Se stanovenou strategií se musí ztotožnit všichni zaměstnanci společnosti na všech úrovních řízení.

## 4.2 Taktické řízení

Do oblasti taktického řízení patří mnoho činností, které mají za cíl co nejefektivnějším způsobem využít zdroje a naplnit cíle formulované ve strategickém plánu. Mezi nejdůležitější oblasti patří:

- Řízení lidských zdrojů
- Řízení kvality
- Řízení bezpečnosti
- Řízení inovací
- Řízení služeb
- atd.

Všechny tyto disciplíny managementu se prolínají s managementem ztrát, který účinně podporují. To znamená, že management ztrát je mozaika činností, která je složena z mnoha prvků v rámci celého systému řízení v organizaci.

## 4.3 Organizační struktura

Lze ji definovat jako pevně stanovené stupňovité uspořádání pracovních pozic a jednotlivých útvarů. Popisuje jejich vzájemné vztahy v systémy nadřízenosti a podřízenosti, to vše je doplněno o nezbytné kompetence a odpovědnosti. Její důležitost roste s velikostí organizace a pro řízení většího počtu lidí je naprosto nezbytnou.<sup>29</sup>

Organizační struktura sladuje jednotlivé činnosti v podniku, za účelem dosažení stanovených cílů.

---

<sup>29</sup> Srov. <https://managementmania.com/cs/formalni-organizacni-struktura>

„Neexistuje optimální organizační struktura, existují jen organizační struktury, které optimálně využívají managementu a pracovníků k dosažení cílů organizace.“<sup>30</sup>

Jestli-že je možné organizační strukturu popsat také jako liniové uspořádání pracovních pozic, kterým jsou přiřazeny činnosti, kompetence a odpovědnosti. Potom při jejím projektování je nutné zohlednit specifické nároky managementu ztrát vody, neboť tento prochází napříč celou organizační strukturou. Významným prvkem usnadňující projektování struktury organizační je struktura procesní. Důsledný popis činností, související s managementem ztrát odhalí kritická místa, která je třeba řešit změnou kompetencí nebo i změnou struktury.

**Útvarová (liniová) struktura** – v současné době nejtypičtější pro provozní společnosti, lze ji popsat jako soubor útvarů se stanovenou řídicí a mocenskou hierarchií dále tvořených konkrétními pracovními pozicemi. Útvarová struktura se tvoří na základě struktury procesní. Aby byla maximálně efektivní, musí dojít mezi jednotlivými pracovními pozicemi k dělbě práce, kdy tyto pozice mezi sebou kooperují. Současně však musí být odpovídajícím způsobem koordinovány a za tímto účelem jsou vytvořeny koordinační (řídicí) prvky. Tím v rámci organizace vznikají jednotlivé stupně řízení. Útvarová struktura může nabývat nejrůznějších tvarů a velikostí. Základem každé útvarové struktury je však prvek, což je konkrétní pracovní pozice. Jednotlivé prvky jsou slučovány do útvarů a současně se vytváří první stupeň řízení „viz obr. 2 s. 27“. V tomto uspořádání jsou vzájemné vztahy směřovány vertikálně „viz obr. 3 s. 27“, každá pozice má svého nadřízeného nebo podřízeného případně oboje.<sup>31</sup>

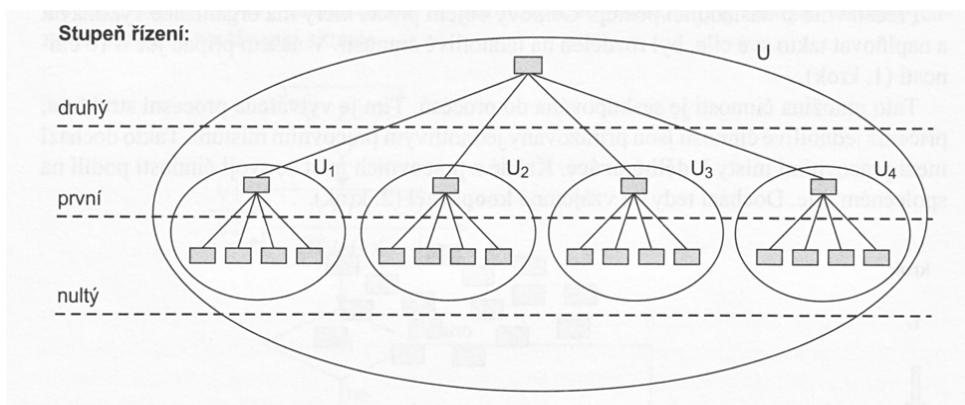
**Funkcionální struktura** – je tvořena funkční pozicí, která má vícero nadřízených pro různé oblasti činností organizace „viz obr. 4 s. 27“. Problém je možný vzájemný konflikt příkazů od různých nadřízených. Naopak výhodou je při vhodném řešení vysoká flexibilita organizační jednotky v rámci dané funkční pozice.<sup>32</sup>

---

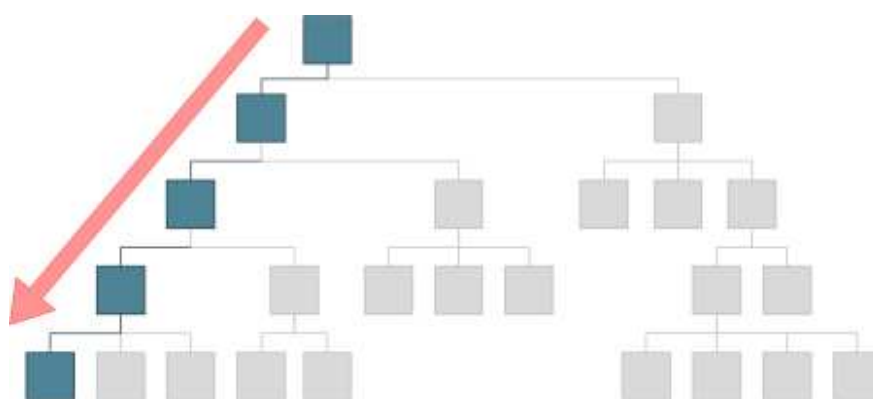
<sup>30</sup> Srov. <https://managementmania.com/cs/formalni-organizacni-struktura>

<sup>31</sup> Srov. BLAŽEK, L., *Management, Organizování, rozhodování, ovlivňování*, s. 48.

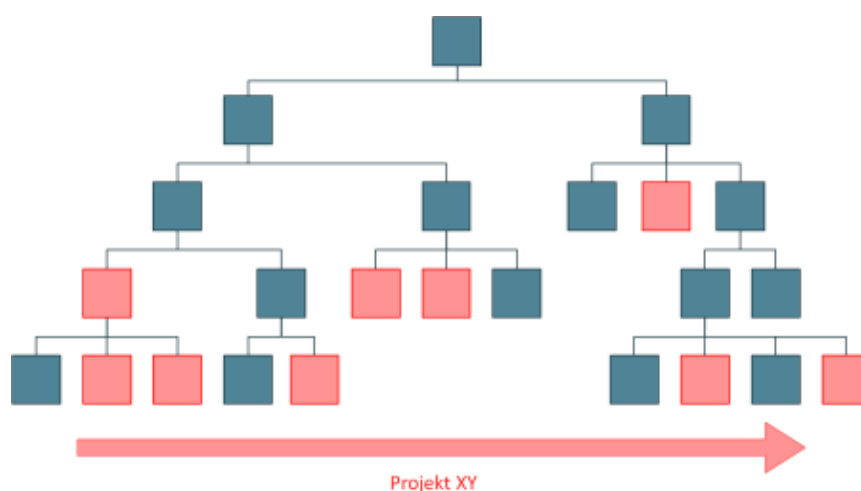
<sup>32</sup> Srov. <https://managementmania.com/cs/funkcionalni-organizacni-struktura>



Obr. 2 – Vznik hierarchické útvarové struktury<sup>33</sup>



Obr. 3 – Vertikální uspořádání vztahů nadřízenosti v liniové struktuře<sup>34</sup>



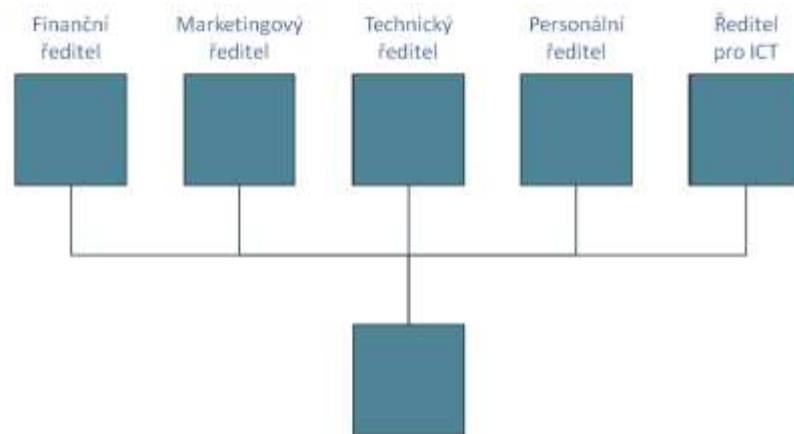
Obr. 4 – Funkcionální organizační struktura<sup>35</sup>

<sup>33</sup> BLAŽEK, L., *Management, Organizování, rozhodování, ovlivňování*, s. 48.

<sup>34</sup> Dostupné z <https://managementmania.com/cs/liniova-organizacni-struktura>

<sup>35</sup> Dostupné z <https://managementmania.com/cs/funkcionalni-organizacni-struktura>

**Maticová organizační struktura** „viz obr. 5“ – se tvoří v závislosti na konkrétních projektech, kdy se vybírají z liniové struktury pracovníci do projektových týmů. Proto se někdy maticová struktura nazývá projektovou. Opět zde existuje riziko konfliktu pravomocí v rámci projektového týmu s pravomocemi v liniové hierarchii.<sup>36</sup>



Obr. 5 – Maticová / projektová organizační struktura<sup>37</sup>

**Liniově štábní struktura** „viz obr. 6 s. 29“ – vychází z klasického liniového uspořádání, do kterého jsou implementovány tzv. štábní útvary, které podporují řídicí činnosti v různých stupních struktury či pro různé oblasti činností organizace. Štáby přebírají část pravomocí liniových vedoucích, čímž však může docházet ke střetu mezi pravomocí liniovou a štábní.<sup>38</sup>

**Divizní organizační struktura** – je další typem struktury je, členění se na:

- Výrobovou divizní organizační strukturu
- Geografickou divizní organizační strukturu
- Zákaznickou divizní organizační strukturu

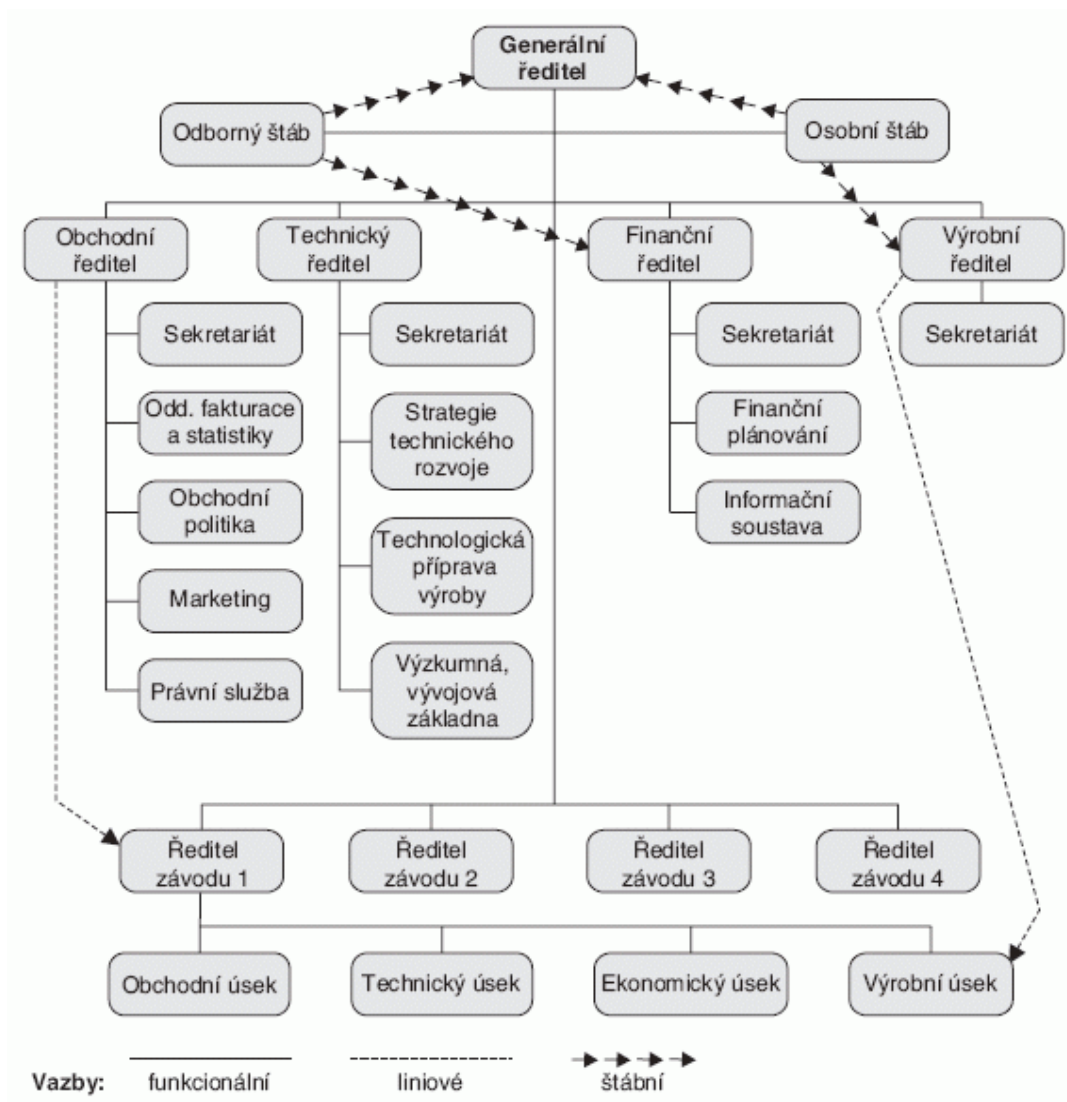
---

<sup>36</sup> Srov. <https://managementmania.com/cs/maticova-organizacni-struktura>

<sup>37</sup> Tamtéž.

<sup>38</sup> Srov. <https://managementmania.com/cs/stabne-liniov-a-organizacni-struktura>

Její využití je především u velmi velkých organizací s velkým produktovým i územním rozsahem. Divizní uspořádání má celou řadu předností od transparentnosti výsledků přes bližší kontakt se zákazníkem až po snížení zatížení vrcholového managementu.



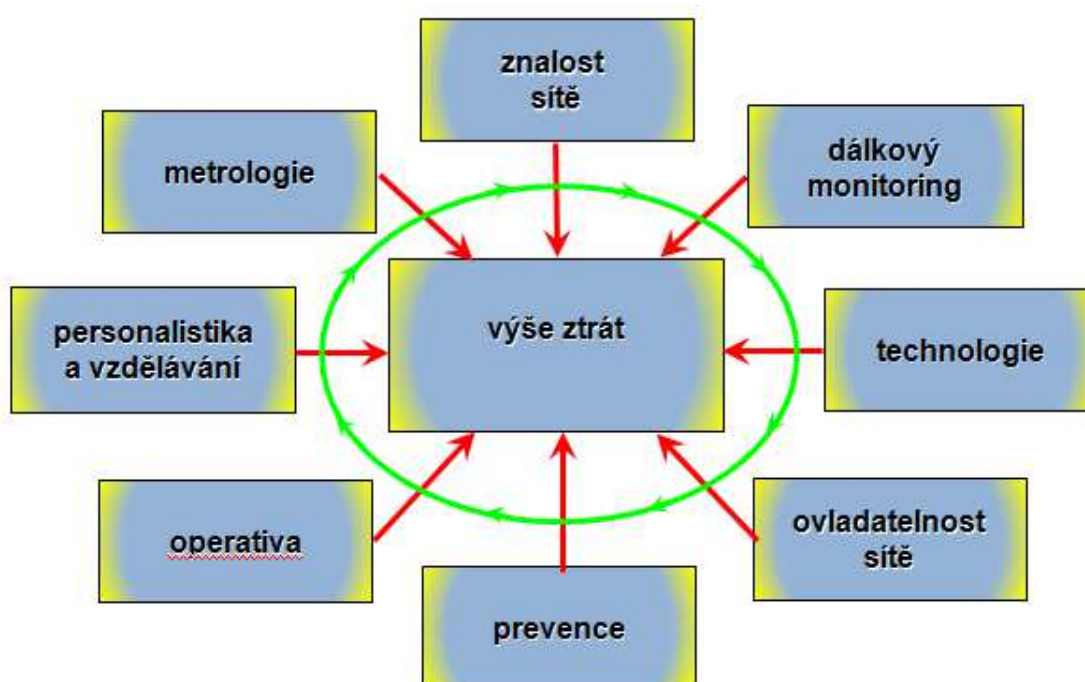
Obr. 6 – Liniově-štábní organizační struktura<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Srov. <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/typy-organizacnich-struktur-cleneni-2840.html?page=3#!&chapter=3>

## 5 Praktické postupy a metody

### 5.1 Procesní analýza

Procesní analýza je základním a velmi důležitým prvkem při projektování organizační struktury, rozděluje celkovou činnost organizace na základní elementy a popisuje jejich vzájemné vztahy. Výsledky procesní analýzy je dále možné rozpracovávat s ohledem na potřeby managementu ztrát. Tento postup hraje významnou roli, neboť existuje mnoho faktorů, které mají přímý nebo nepřímý vliv na vznik, existenci nebo na snižování ztrát „viz obr. 7“. Není možné jednotlivé faktory vyčleňovat nebo dokonce zcela ignorovat, neboť v celkovém významu mají stejnou váhu a pouze komplexní pohled může vést k požadovanému výsledku, který je dlouhodobě udržitelný. Upřednostnění kteréhokoliv naopak kýžený efekt nepřináší.



Obr. 7 – Faktory ovlivňující snižování ztrát

## 5.2 Znalost sítě

Vodovodní síť je velmi rozlehlý a rozmanitý konstrukční celek, poznání její skladby, funkcí a vazeb v ní je nutné pro pochopení celého systému, usnadňuje orientaci při řešení komplikovaných situací i při zavádění základních opatření ke snižování ztrát. Kdo se pohybuje ve vodovodní síti, činí rozhodnutí a zásahy a nezná ji, je při svých činnostech tzv. slepý.

V minulosti byla jediným účinným prostředkem k poznání sítě dlouholetá praxe, a vzájemné předávání vědomostí jednotlivých pracovníků, kteří se v síti denně pohybují. Ačkoliv je tento způsob poznání nezastupitelný, existují již nástroje, který celý tento proces poznání usnadňují a urychlují.

Jedním dnes již poměrně běžným systémem je tzv. GIS – geografický informační systém, opírající se o zaměřování pomocí GPS. Tento zpracovává mapové podklady o poloze a průběhu tras vodovodů a popisuje tak celou síť. Mimo orientace prostorové nabízí jejich uživatelům informace o materiálové skladbě a dimenzích potrubí, jejich stáří, umístění ovládacích prvků a lomových bodů, v neposlední řadě i o místech a způsobech provedených oprav, vzniklých trhlin a netěsností. Aby byl GIS účinný, musí být pravdivý, neboť poskytování špatných informací je horší, než neposkytování informací žádných.

Pokud tedy chceme, aby byl GIS užitečným nástrojem pro poznání sítě, je nutné jej přivést do terénu, zajistit jeho vysokou flexibilitu a to jak ve směru toku informací dovnitř tak i ven. Na GIS musíme nahlížet jako na živý organismus, který vyžaduje neustálé aktualizace a zpřesňování. Je chybou GIS izolovat od každodenní praxe a vytvořit z něj jakéhosi strážce pokladu, protože se stává strážcem pokladu, který nemá reálnou užitnou hodnotu.

Dále je třeba si uvědomit, že se téměř celý vodovodní rozvod nachází pod zemským povrchem, čili není okem vidět a většina v GIS uložených informací o poloze potrubí, jsou vztažena právě k zemskému povrchu. To znamená, že zde chybí informace o hloubce uložení resp. přesná informace o nadmořské výšce uložení. A ačkoliv je GIS velmi přesný, je často závislý na fyzickém zaměření průběhů tras potrubí pomocí vysokofrekvenčních lokátorů a následném označení bodů na zemském povrchu. Přesnost nebo naopak nepřesnost jejich určení se přenáší i do GIS a je závislá na mnoha okolnostech jako jsou materiál potrubí, technologie pokládky příložných vodičů, okolní

sítě atd. Optimální stav nastává, pokud je možno zaměřit potrubí při pokládce nebo při opravách před záhozem. Významným pomocníkem je současné fyzické zaměřování lokátorem tras inženýrských sítí a GPS modulem s GIS přesností „viz obr. 8“.



Obr. 8 – Současné fyzické a GPS zaměřování

Dalším nástrojem, který popisuje chování distribučního systému je hydraulický model sítě, který slouží k zobrazení teoretických tlakových poměrů ve vodovodním rozvodu a také ke správnému dimenzování potrubí. Následná prováděná periodická měření v důležitých bodech a zátěžové zkoušky vedou k lokalizaci kritických míst, která se mohou stát v budoucnu zdrojem vysokých ztrát. Rovněž odhalí chybné údaje v technické dokumentaci GIS, jako jsou neexistující propoje, snížení profilu potrubí z důvodu inkrustace, přivřené nebo zcela uzavřené armatury atd.

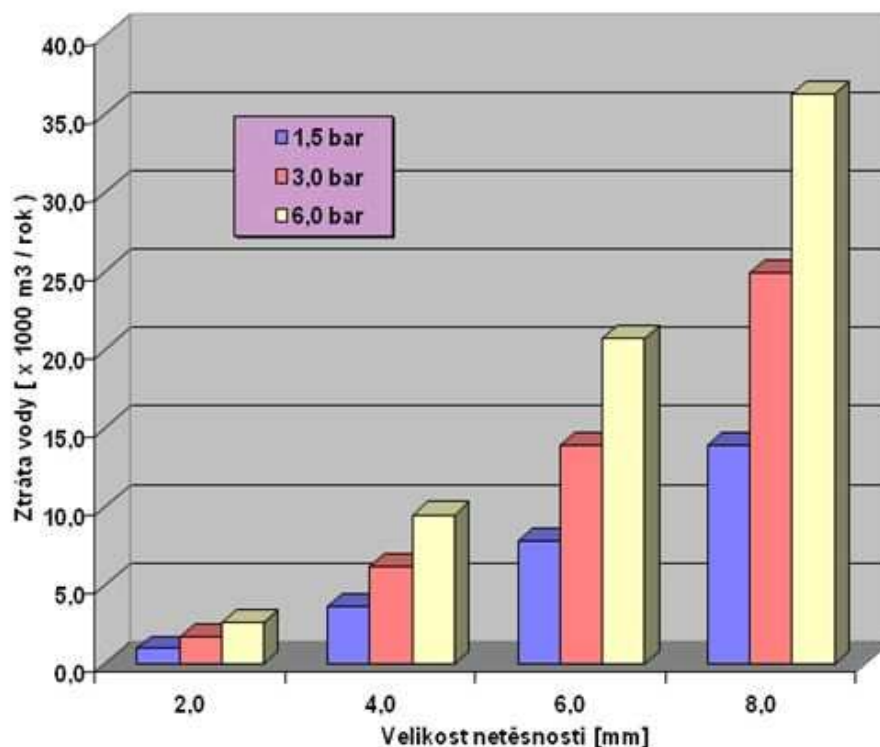
Současně obecně platí, že vhodná regulace tlaku přináší snížení ztrát vody bez potřeby dalších zásahů do sítě, neboť množství vody uniklé netěsnostmi je přímo úměrné velikosti jejího tlaku v potrubí „viz obr. 9 s. 33“.

Na rozdíl od GIS je hydraulický model využíván méně často, vzhledem k jeho poměrně technicky náročnému vytvoření i vzhledem ke značným investičním nákladům, které sebou jeho tvorba přináší. Avšak jeho následný užitek je výrazný a mnohonásobně vynaložené prostředky zhodnotí.

Nezodpovězenou otázkou je, kdo by měl být majitelem tohoto modelu, neboť každý provozovatel hledí pouze na časový horizont provozní smlouvy.



Ať již se jedná o GIS nebo hydraulický model, měly by se oba stát nedílnou součástí rozvodné sítě, a jako součást majetku by měly být provozovateli poskytnuty ke správě společně s vlastním vodovodem.



Obr. 9 – Vliv provozního tlaku na velikost ztrát

### 5.3 Dálkový monitoring

Pro kvalifikované rozhodnutí o odpovídajících opatřeních ve správném místě a čase, jsou nezbytné aktuální informace o pohybech vody v distribučním systému. Tyto můžeme získávat vysoce personálně náročnou preventivní činností v rozvodné síti nebo mnohem účinnějším permanentním monitoringem důležitých míst.

V současné praxi je běžné veškeré informace shromažďovat v tzv. vodárenském dispečinku. Mezi základní údaje, které má dispečink k dispozici patří například měření stavu hladin ve vodojemech, objem nátoků do spotřebišť z jednotlivých zásobovacích míst, aktivace čerpání, sledování úpravy vody, ale i kontrola čištění vody odpadní.

Ve velkých společnostech jsou u důležitých objektů zřizovány ještě i místní vodárenské dispečinky, které předávají data do dispečinku centrálního.

Slabinou centrálních dispečinků jsou poněkud hrubší informace a to především u rozsáhlejších distribučních systémů nebo u systémů s omezeným počtem sledovaných míst. Primární činností dispečinku je však především zajištění plynulého provozu celého systému s eliminací krizových situací či kolapsu s následkem neschopnosti zásobovat odběratele např. v důsledku neočekávaných havárií.

Dispečink je schopen na aktuálně vzniklé havárie velmi rychle reagovat, protože většinou tyto zvýší sledovaný průtok o desítky procent. Pokud však vzniknou menší netěsnosti, které se zvětšují pozvolna, reagovat většinou neumí.

Z dlouhodobých statistik vyplývá, že se havárie, ač mnohdy vypadají impozantně a okamžitý průtok do vzniklých trhlin a lomů je masivní, podílejí na celkových ztrátách přibližně 10 %.

Ztráty vody vzniklé úniky se dělí do dvou skupin, a sice na **úniky zjevné** a **úniky skryté**.

### 5.3.1 Zjevné úniky

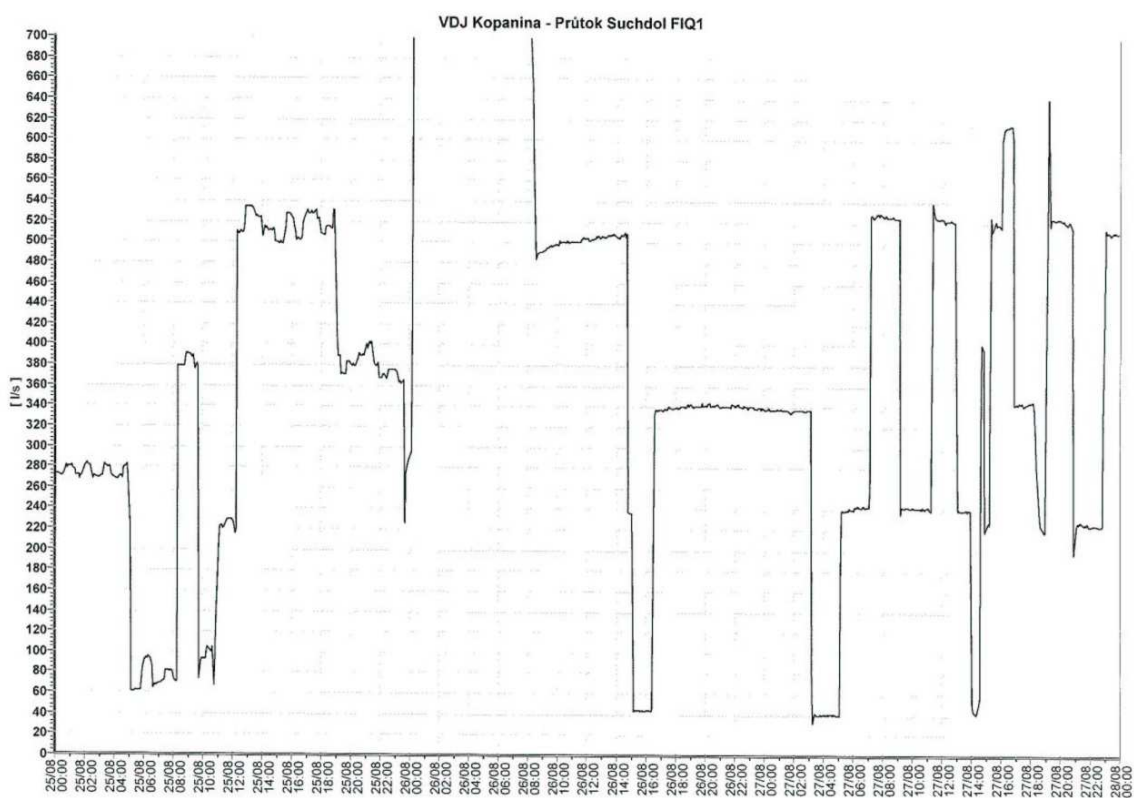
Do kategorie úniků zjevných patří havárie a velké úniky, které vyvěrají na povrch či způsobují jiné zjevné události (vznik mokřiny v jinak suchém místě, propad vozovky). Tyto úniky jsou zpravidla snadno a rychle lokalizovatelné a časová diference mezi vznikem havárie a učiněnými opatřeními, které zamezí úniku vody do havárie, je poměrně malá. K rychlosti odhalení tohoto typu úniků významně přispívá právě i vodárenský dispečink.

Jistou komplikací u zjevných úniků jsou situace, kdy dispečink reaguje na vzniklou havárii, avšak nelze lokalizovat místo úniku pomocí zjevných znaků. Voda např. uniká do místního potoka, či kanalizace nebo je potrubí uloženo v místě, kde nejsou zjevné znaky způsobené vývěrem vody jednoznačně patrné anebo je místo obtížně fyzicky dostupné a současně je sledovaná síť nebo její část rozlehlá. V takovém případě hraje významnou roli výše popsaná znalost sítě, neboť její odstavení není až do okamžiku určení místa havárie možná, jednak s ohledem na zásobování obyvatelstva, ale také v souvislosti s faktem, že pro dohledání místa havárie je nutné mít potrubí v provozu.

Jako typický příklad zjevného úniku je možné uvést havárii, která vznikla na konci srpna 2012 na vodovodním přivaděči spojující vodojemy Kopanina a Suchdol

v provozní oblasti Pražských vodovodů a kanalizací. Jednalo se o ocelové potrubí DN 1200 v délce 15 km. Dispečink zaznamenal a hlásil patrný razantní nárůst okamžitého průtoku „viz obr. 10“. Přestože se okamžitý průtok zvýšil na dvojnásobek tj. na 1000 l/s a tento únik provázely i povrchové znaky „viz obr. 11 s. 36“, tak si povrchových znaků nikdo nepovšiml a dohledání místa úniku trvalo několik hodin. To vše z několika důvodů, především díky předchozím deštům nikoho nepřekvapilo zvýšení hladiny vody v místním potoku, voda odtékala do nedaleké vodní nádrže Džbán a i díky skutečnosti, že se havárie nacházela v místním málo frekventovaném lesíku.

Za povšimnutí stojí, že v tomto přivaděči jsou běžné špičkové průtoky okolo 500 l/s a minimální průtok neklesá pod 20 l/s. Pokud bychom sledovali ve spotřebišti úniky pomocí dispečinku a využívali měření na tomto přivaděči, nebyli bychom schopni rozlišit jinak zásadní úniky v řádu jednotek litrů za sekundu.



Obr. 10 – Zvýšený průtok při vzniku havárie<sup>40</sup>

<sup>40</sup> PVK a.s., *Interní zdroje*



Obr. 11 – Povrchové znaky v blízkosti havárie <sup>41</sup>

### 5.3.2 Skryté úniky

Na rozdíl od úniků zjevných se skryté úniky na výši celkových ztrát podílejí mnohem významněji, ne však proto, že jsou co do objemu aktuálně unikající vody větší. Zásadní diference je v čase, který uplyne od okamžiku vzniku úniku do okamžiku jeho lokalizace a odstranění. Zde jsou rozdíly mezi zjevným a skrytým únikem velmi razantní, nejsou výjimkou případy, kdy se čas od vzniku úniku do jeho odstranění počítá i v rocích.

Opět se můžeme vrátit k předchozímu příkladu. Přestože únik na přivaděči trval přibližně 12 hodin, činila celková ztráta cca. 21.600 m<sup>3</sup>, což se může na první pohled jevit jak velmi mnoho. Pokud by však na tomto přivaděči vznikl skrytý únik např. 2 l/s, je pravděpodobné, že za těchto podmínek může bez odhalení trvat i několik let, bude za prvních 12 měsíců činit ztráta 63.000 m<sup>3</sup>.

Skrytý únik provází ještě efekt předpokládané havárie, což znamená, že z každého byť aktuálně malého, ale neřešeného úniku, vznikne v budoucnu havárie se všemi

---

<sup>41</sup> PVK a.s., *Interní zdroje*

důsledky a výsledné ekonomické ztráty jsou tak ještě zvýrazněny. Z těchto důvodů skryté úniky zasluhují v managementu ztrát zvýšenou pozornost.

Jak již bylo zmíněno, centrální dispečink nemusí být vždy schopen reagovat na nově vzniklý únik, postupně ho přebírá za standardní spotřebu, až do té doby, dokud se nezvrhne v havárii. V rozlehlých sítích s tímto rizikem je výhodné tuto síť rozdělit do menších částí tzv. distriktů. Tyto distrikty mají vlastní měření pomocí autonomních telemetrických stanic, které pro daný distrikt dispečink plně nahrazují, prostřednictvím GSM sítě poskytují na dálku potřebné informace o sledované oblasti a současně automaticky hlídají přednastavené optimální parametry, čímž šetří požadavky na personální zabezpečení těchto činností a eliminují chyby lidského faktoru. Tyto informace jsou nejen aktuální, je možné podle nich velmi pohodlně posuzovat stav sítě, řídit odpovídající činnosti a kalibrovat ji na optimální stav. Na obr. 12 je vidět zařízení Sebalog Dx monitorující distrikt v rámci distribuční sítě Brno a na obr. 13 s. 38 výstupní graf tlaku a průtoku i se zaznamenaným únikem.

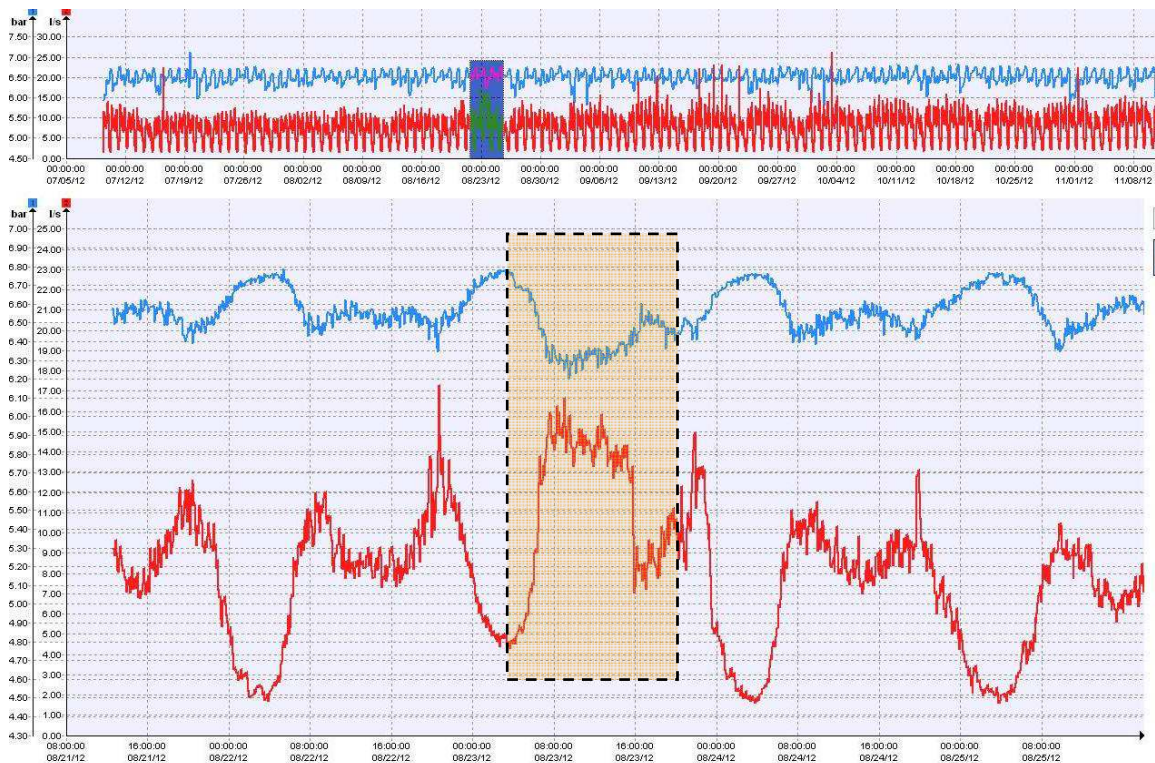


Obr. 12 – Umístění telemetrické stanice Log Dx v šachtě <sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> BVK a.s., *Interní zdroje*





Obr. 13 – Zachycený únik zařízením Log Dx<sup>43</sup>

Z grafu lze vyčíst nejen nárůst minimálního průtoku, ale současně i pokles tlaku v odběrových maximech.

Dálkový monitoring je dnes neodmyslitelnou součástí managementu ztrát, neboť významně pomáhá při identifikaci úniků, ale rovněž napomáhá i k odhalování neoprávněných odběrů. Pokud je systém využíván systematicky, například i u velkoodběratelů, významným způsobem eliminuje a odhaluje i oblasti s nepřesným měřením.

## 5.4 Ovladatelnost sítě

Celá vodovodní síť není tvořena pouze potrubími, je dělena řadou domovních a sekčních uzávěrů, hydrantů, redukčních ventilů a jiných armatur. Vše za účelem zajištění plynulé dodávky vody v případě oprav či jiných zásahů. I tyto armatury jsou

<sup>43</sup> BVK a.s., *Interní zdroje*

namáhány vlivy okolního prostředí, podléhají korozi či opotřebení, je pro ně destruktivní i dlouhodobá nečinnost s následným použitím hrubé síly.

Ovládací armatury jsou důležitým prvkem při snižování ztrát, například při využívání STEP TEST metody odhalování míst skrytých úniků. Tato metoda spočívá v měření minimálních průtoků v době odběrového klidu a to buď pomocí stálých nebo přenosných telemetrických stanic v distriktech nebo pomocí mobilních ultrazvukových či indukčních průtokoměrů v měřících bodech, kdy jsou postupně v měřené zóně či celém distriktu od konce uzavírány jednotlivé úseky a v okamžiku, kdy dojde k razantnímu propadu minimálního průtoku, znamená to, že byl právě uzavřen úsek s existujícím významným únikem.

Pomocí STEP TESTu je možné jednotlivé úniky kvantifikovat a alokovat ke konkrétním úsekům sítě. Dlouhodobé statistiky potvrzují, že v případě skrytých úniků platí Paretovo pravidlo a 20 % skrytých úniků tvoří 80 % ztrát skrytými úniky tvořenými. Odstranění několika zásadních úniků, přináší očekávané snížení ztrát, naopak investice do odstranění mnoha úniků zanedbatelných, kýžený efekt nepřináší.

Úkolem managementu ztrát je volit nejen správné armatury do vhodných míst, ale zajistit i jejich plnou funkčnost. Rovněž výběr by neměl podléhat posouzení pouze podle ceny, neboť se předpokládá jejich využívání po řadu let a prováděná měření na těchto armaturách také napomáhají k předlokalizování míst skrytých úniků.

## 5.5 Technologie

Snižování ztrát se neobejde bez nejmodernějších technologických prostředků, jako je využívání IT, přes výkonné měřicí a lokalizační přístroje, správně volená potrubí a armatury, až po vhodné komunikační prostředky.

Ztráty vody lze rozdělit do tří základních segmentů, a to na:

- úniky v distribuční síti
- neoprávněné odběry
- chyby měření.

### 5.5.1 Úniky v distribuční síti

Na úvod je třeba zdůraznit, že celý rozvod vody je ukládán do nezámrzné hloubky pod zemský povrch, což představuje cca. 1,5 a 2 m, potrubí prochází nejen volnou krajinou, ale protože zásobuje pitnou vodou obyvatelstvo, firmy, úřady a instituce, proplétá se především zastavěnými aglomeracemi. V těchto oblastech je křížován jinými inženýrskými sítěmi, jako jsou rozvody elektřiny, telefon, kanalizace, kabelová televize a další. Nad potrubím se nachází velmi často frekventované komunikace, což klade nemalé nároky na správnost a přesnost lokalizace úniku. Chyby v této oblasti jsou vykoupeny drahými „suchými“ výkopy, které způsobují zbytečné dodatečné náklady.

Přesně určit místo skrytého úniku, je úkolem nesnadným a nadmíru zodpovědným, neboť při jeho lokalizaci se převážně využívá doprovodného fyzikálního projevu úniků, kterým je vznik a existence zvukové vlny vycházející z místa úniku. Kvalita by měla být při hledání na prvním místě, rychlost při této činnosti přináší nepřesnosti, zbytečné a drahé výkopy. Pokud si tuto skutečnost management ztrát neuvědomí, způsobí neúměrné navýšení nákladů na odstranění jedné vady. Průměrné náklady na jednu vadu by měly být jedním z hodnotících kritérií kvality práce managementu ztrát.

**Pozor, při hledání skrytého úniku nehledáme vytékající vodu, ale identifikujeme její akustické projevy!**

### 5.5.2 Výběr potrubí

Potrubí tvoří nejrozsáhlejší část distribučního systému, má za úkol na velkou vzdálenost transportovat pitnou vodu ke spotřebiteli, současně musí sloužit po velmi dlouhou dobu 80 -120 let. Celé potrubí je tvořeno z velkého počtu vzájemně propojených trub různých délek a průměrů, mezi které jsou navíc vkládány dělicí, odbočné či obslužné armatury. Toto potrubí je enormně namáháno půdními vlivy, změnami počasí, je zatěžováno okolní dopravou, stavební činností, a také interně vnitřním podélným pnutím či tlakem transportované vody.

Proto bychom měli klást důraz na správný výběr potrubí používaného pro novou výstavbu, rekonstrukce, ale i opravy. Již v projektové fázi by mělo být pečlivě zváženo jaký materiál a dimenze potrubí bude pro danou část sítě použit. Bohužel systém



odděleného vlastnictví vodovodu a jeho provozování těmto potřebám nenahrává. Pro vlastníky tj. převážně obce a města je cílem cena, jejich představitelé se nedívají dále než na konec jednoho či dvou volebních období a spoléhají na provozovatele, že nedostatky při výstavbě vodovodu odstraní při jeho provozování. Výsledkem jsou však dodatečné náklady, které následně zvyšují na cenu vodného. Před výstavbou nového vodovodu by měl být již znám jeho budoucí provozovatel, tento se musí stát výchozím konzultačním a dohledovým prvkem při tvorbě projektu a jeho realizaci, samozřejmě podpořeno pravomocemi a odpovědnostmi.

Volba dimenze potrubí by měla vycházet z hydraulického modelu, měla by zohlednit i budoucí výstavbu a tím další požadavky na rozšiřování sítě. Poddimezovaný vodovodní rozvod povede k problémům při zásobování a naopak rozvod předdimenzovaný přináší zbytečné současné i budoucí náklady. Přes všechny nároky má optimalizace dimenzí potrubí poměrně komfortní prostor, a proto se považuje obecně za snazší.

Mnohem náročnější rozhodování je v případě volby materiálu potrubí. Mezi historicky používané materiály patří:

- ocel
- litina
- PVC
- polyetylén
- eternit
- dřevo
- sklo
- olovo

Sklo, dřevo, eternit a olovo se objevují v rozvodných sítích již jen výjimečně ať z důvodů hygienických (olovo, eternit), tak z důvodů technologických (sklo, dřevo). Aktuálně nejčastěji používanými materiály jsou litina, dále ocel, která je nezastupitelná u průměrů nad 500 mm a také polyetylén, který se v současnosti téměř výhradně používá u vodovodních přípojek. Proto při výstavbě páteřní sítě (tzn. sítě bez přípojek) je nutné vyřešit, zda bude materiál potrubí litina či polyetylén. Při výběru materiálu potrubí je třeba zohlednit následující kritéria:

- mechanická odolnost a pevnost
- odolnost vůči inkrustaci
- akustické vlastnosti potrubí a spojů
- elektrická vodivost potrubí a spojů
- životnost
- náročnost technologie pokládky
- údržba

Výrobci deklarované mechanické vlastnosti trubek je snadné si nechat ověřit v akreditovaných zkušebnách, a protože volba používaného materiálu je do jisté míry rozhodnutím strategickým, měl by být tento test proveden nejen před výběrem, ale i v průběhu realizace náhodně opakován. Náklady s tímto spojené jsou pouhým zlomkem nákladů budoucích, které jsou vyvolány úniky a haváriemi a vynucenou předčasnou rekonstrukcí.

Rovněž akustické vlastnosti potrubí se jako důležité kritérium velmi často přehlíží a to bez ohledu na skutečnost, že její špatné hodnoty přináší budoucí náklady spojené s odhalováním skrytých úniků. Na těchto vlastnostech je závislý možný způsob a především časová náročnost lokalizace vzniklých skrytých úniků. Ačkoliv již dnes existují netradiční technologie pro určování míst úniků i u potrubí se špatnou akustickou vodivostí, je jejich nasazení ekonomicky náročnější a v některých případech technicky nemožné. Při použití tradičních akustických metod jako je dotykový a povrchový odposlech nebo korelace pomocí snímačů šumu, úspěšnost klesá o 30 – 40 % oproti stejným únikům u potrubí s dobrou akustickou vodivostí.

Akustické vlastnosti lze posuzovat jak z hlediska rychlosti šíření zvuku tak i akustického útlumu a i pro laika je zřejmé, že je polyetylén akustickým izolantem na rozdíl od litiny, která je akustickým vodičem.

Obdobně je to i s vodivostí elektrickou, která sice nemá přímý vliv na chování potrubí v zemi či na vznik vad. Avšak elektrických vlastností se využívá při lokalizaci průběhů tras pro účely identifikace sítě před zahájením zemních prací, ale především před prováděním dohledání míst úniků. Špatná elektrická vodivost polyetylénu se nahrazuje použitím příložného měděného vodiče umístěného podél potrubí, případně se tento vodič přímo zatavuje do stěny potrubí. Ani jedna z variant však není schopna spolehlivě fungovat po dobu očekávané životnosti potrubí nehledě na požadavek

technologické kázně pokládky. Při kalkulaci nákladů na použitý materiál polyetylén musíme připočítat i náklady na tyto vodiče, jejich kontrolu a budoucí údržbu.

Zajímavým řešením je použití elektronických značek - markerů, jejichž životnost je mnohem vyšší než životnost příložného vodiče a může dosáhnout životnosti potrubí. Další předností těchto markerů je snadná kontrola a údržba, jednoznačná identifikace označeného potrubí a rozlišení od vedení souběžných. Prvotní investice je oproti příložným vodičům mírně vyšší, avšak následné náklady jsou mnohonásobně nižší a i mnohem vyšší je i jejich spolehlivost.

Optimálním řešením je současné využití obou technologií, což staví plastové potrubí z hlediska jeho identifikace na úroveň potrubí kovových.

Ve výše uvedeném odstavci se několikrát odvolávám na budoucí náklady, na budoucí stav v horizontu několika desítek až sta let, což dovysvětluje požadavek zahrnutí managementu ztrát do strategie společnosti zmiňované v odstavci 4.1.

### **5.5.3 IT technologie**

Stále zmiňovaným a opakujícím se prvkem je rovněž čas, který fakticky určuje, s jak velkými ztrátami se budeme v konečném důsledku potýkat. Informace ve správný okamžik na správném místě mohou tento čas významným způsobem zkrátit. Včlenění IT oddělení do problematiky snižování ztrát přináší pozitivní efekty, naopak jejich separace činnosti komplikuje. Ačkoliv jsou primární úkoly IT oddělení poněkud odlišné, musí mít základní povědomí o core business společnosti. Většina současné měřicí techniky sloužící ke snižování ztrát využívá moderní komunikační prostředky, internet, GSM, GPRS, samozřejmostí jsou přenosné i stolní počítače, chytré telefony, speciální software.

Správná implementace a plné využití nabízených prostředků urychlí tok informací na úroveň potřebnou pro kvalifikované rozhodování operativního i taktického managementu při alokaci zdrojů ke snižování ztrát. Nesmíme zapomenout na místo výkonu, ve kterém jsou informace rovněž potřebné.

#### 5.5.4 Lokalizační technika

Měřicí a lokalizační technika pro oblast snižování ztrát prošla v posledních deseti letech velmi dynamickým vývojem a je nesporně jedním z nejvýznamnějších prvků, jejichž pomocí dochází k zásadní redukci ztrát vody. Tak jak jsou rozmanité rozvody a jak jsou jedinečné příčiny ztrát, je i široká škála přístrojů, které nabízí různá řešení a postupy. Jejich vhodná volba může výrazně přispět k naplnění definovaných cílů v oblasti boje se ztrátami a naopak volba nevhodná přináší náklady a nesplněná očekávání. Z toho důvodu je třeba této oblasti věnovat pozornost a provést důkladnou analýzu potřeb s ohledem na stav a velikost provozované vodovodní sítě. Neexistuje jedna univerzální metoda, která by umožňovala odhalovat ztráty na všech typech potrubí, ve všech geografických i geologických podmínkách a to navíc s vysokou účinností. Součástí analýzy musí být stanovení poměru skrytých úniků, neoprávněných odběrů či vlivu měřidel na celkových ztrátách.

Při vyhledávání skrytých úniků se v první řadě využívá akustické vlny vznikající v místě úniku a proto i základní přístrojovou řadu tvoří tzv. půdní mikrofony, které nabízí vyhodnocení vzniklých šumů dotykovým odposlechem na přístupových bodech k potrubí, armaturách nebo povrchovým odposlechem nad potrubím.

Dalším velmi efektivním zařízením je tzv. korelátor, který využívá zvuku vznikajícího v místě úniku, který je snímán ve dvou až osmi bodech a současně fyzikální vlastnost materiálu potrubí, kterou je rychlost šíření zvuku v materiálu, k výpočtu časového zpoždění zvuku, ke kterému dochází vlivem různé vzdálenosti snímačů od zdroje šumu (místa úniku). Následný výpočet určí místo úniku i na velmi velkou vzdálenost až několik set metrů.

Obě tyto technologie mohou být doplněny o automatické snímače šumu, které ji posunují do další úrovně, především tím, že jsou schopny měřit dlouhodobě bez potřeby obsluhy, a které poskytují aktuální informace ze sítě pro její každodenní vyhodnocení.

Speciální variantu snímání šumů nabízí tzv. hydrofony, které snímají šumy úniku z vodního sloupce, čímž eliminují nepříznivé akustické vlastnosti některých materiálů.

Nadstavbou je speciální H2 technologie, poskytující nástroj k lokalizaci úniků v akusticky nevhodných částích sítě. Dále systémy průtokové analýzy, ať již bezkontaktním způsobem pomocí ultrazvukových průtokoměrů či univerzálních dataloggerů umístěných u sekčních vodoměrů nebo přenosných indukčních průtokoměrů těmito datalogery vybavenými.

Spektrum přístrojů a možných pracovních postupů je velmi široké, vhodná kombinace musí vycházet z potřeb rozvodné sítě. Snaha o jednoduchá nesystematická řešení nebo naopak nekoordinované masivní investice nevedou k očekávaným výsledkům. Popis možných kombinací přístrojů a pracovních postupů je však nad rámec této práce.

## 6 Řízení lidských zdrojů

Předešlé kapitoly popisují co vše je třeba nebo je možné, avšak ani nejlepší technologie nebo nejvyspělejší technika nebude nic platná, pokud nebude ovládána a výsledky vyhodnocovány kvalifikovanými pracovníky. V případě měřicí techniky platí, že duši přístroji dává obsluha, bez něj je pouze hloupým strojem, který nám nikterak ztráty nesníží, pouze přináší náklady.

Pokud budeme mít k dispozici ty nejlepší pracovníky, vybaveny skvělou technikou, budou v síti „slepými a hluchými“, pokud nebudou efektivně podpořeni ostatními útvary dispečinkem počínaje, přes IT, zákaznické oddělení a montážní četou konče. Budou neefektivní, pokud nebudou kvalitně řízeni operativním managementem nebo nebude správně fungovat nákup materiálu.

Významnou roli zde sehrává střední management, který si musí osvojit principy snižování ztrát, v opačném případě není schopen správně řídit své podřízené útvary v částech ovlivňující snižování ztrát.

A zde je prostor pro řízení lidských zdrojů a využití všech nástrojů, které nabízí. Nelze vyzvednout pouze některé, ale zcela jistě mezi nejvýznamnější nástroje patří:

- analýza pracovních míst
- personální plánování
- výběr pracovníků
- řízení pracovního výkonu a hodnocení pracovníků
- odměňování pracovníků
- vzdělávání pracovníků
- pracovní podmínky

Jestli-že chceme mít správné pracovníky, ve správný čas, na správném místě a s přiměřenými náklady, což je zjednodušená definice řízení lidských zdrojů, musíme se věnovat všem oblastem.

**Analýza pracovních míst** – je proces zjišťování, zaznamenávání, analyzování pracovních úkolů, odpovědností, kompetencí, vazeb na jiná pracovní místa, pracovních

podmínek a dalších souvislostí, za nichž se práce vykonává. Při analýze by se nemělo zapomenout na vztahy k oblasti snižování ztrát a tyto by měly být přesně definovány.<sup>44</sup>

**Personální plánování** – je cílevědomou činností, která se orientuje do budoucnosti, v našem případě stanovuje potřebu lidí pro naplnění cílů, kterých má být dosaženo. Snižování ztrát je cíl, který nelze bez personálního zajištění splnit i s ohledem na skutečnost, že snižování ztrát je úkolem trvalým a z toho důvodu musí zohledňovat pohyb lidí směrem do organizace, uvnitř organizace i z organizace. S jistou nadsázkou lze konstatovat, že ovládání i složitých přístrojů se lze naučit za několik minut, možná hodin, avšak využít je v systému snižování ztrát je proces dlouhodobý a nahradit zkušeného pracovníka ze dne na den je fakticky nemožné.<sup>45</sup>

Pracovníci musí mít svojí jasnou další perspektivu. Co bude, až se ztráty sníží? Nepřijdu o práci? Tato otázka musí být řešena spolu s jejich vzděláváním a požadavky, které jsou na ně kladeny. Z toho vyplývá také otázka, zda je vhodné pro každé středisko budovat samostatnou skupinu, nebo ji mít jako provodní jednotku, která bude řešit ztráty pro větší oblast, bude garantovat dostupné technologie a bude zajišťovat služby i vně společnosti. Pak budou pracovníci více motivováni, nebudou zde starosti o další „přísun“ práce a tu si nebudou nevhodně „šetřit“

**Výběr pracovníků** – je posloupnost kroků směřující ke správnému výběru ze skupiny kandidátů, měl by obsahovat všechny prvky, předvýběr, první pohovor, testování způsobilosti, výběrový pohovor, reference, předvedení pracoviště a seznámení s potencionálními spolupracovníky. Výběr by měl založen na principu posouzení naplnění požadovaných kompetencí, ne zcela naplněná konkrétní kompetence lze systémem vzdělávání doplnit, avšak jakýkoliv kompromis či ústupek v případě kompetence chybějící se nevyplácí a přináší dodatečné náklady. Jestli-že se při diagnostice sítě využívá akustiky, asi stěží může funkci diagnostika sítě zastávat osoba s vadou sluchu nebo naopak člověk s absolutním sluchem, avšak bez elementárních technických dovedností, nám rovněž pozitivní výsledky nepřinese.<sup>46</sup>

---

<sup>44</sup> Srov. KOCIANOVÁ, R. *Personální činnosti a metody personální práce*, s. 42.

<sup>45</sup> Srov. tamtéž, s. 73.

<sup>46</sup> Srov. tamtéž, s. 94-96.

**Řízení pracovního výkonu a hodnocení pracovníků** – je systematickým procesem s komplexním přístupem k ovlivňování pracovního výkonu, chování a rozvoji pracovních schopností. Jinými slovy jde o způsob, jak dosáhnout stavu, kdy pracovník pracuje „nejlépe“. Toho, aby pracoval nejlépe ve vztahu ke snižování ztrát, musí znát výsledky své práce, to znamená být seznámen nejen s neúspěchy (což je velkým nešvarem hodnocení diagnostiků sítě), ale i se zásahy úspěšnými. Takový pracovník není schopen se rozvíjet a nemůže nikdy podávat optimální výkon. Výkon v tomto případě znamená chování založené na vlastním úsudku a efektivní využívání potřebných schopností.<sup>47</sup>

**Odměňování pracovníků** – je jedním z nejefektivnějších nástrojů motivace zaměstnanců, provázanost systému odměňování s výkonovými ukazateli ztrát jsou jedním z řady možností. Systém odměňování má nejen motivovat, ale také rozlišit schopné, aktivní pracovníky od těch, kteří se pouze vezou na vlně úspěchu nebo se schovávají za druhé v případě neúspěchu. Nezřídka se setkáváme s osobami přivlastňující si výsledky práce jiných, které využívají své pozice či rétorických dovedností k dosažení neoprávněných odměn na úkor ostatních. Z těchto důvodů by měl být systém odměňování transparentní, konkrétní a citlivě nastaven ve vztahu k dané pozici, danému zaměstnanci. Systém odměňování by měl rovněž přilákat potřebný počet a kvalitu uchazečů, stabilizovat žádoucí pracovníky, odměňovat nejen za výsledky, ale i za loajalitu, zkušenosti a schopnosti.<sup>48</sup>

**Vzdělávání pracovníků** – je procesem získávání nových znalostí, dovedností, schopností a postojů. A jestliže je snižování ztrát procesem dynamickým musí se lidé v organizaci na tento dynamický proces a měnící se podmínky adaptovat. Ve vztahu ke snižování ztrát je nutné vzdělávání na všech úrovních, od výkonných pracovníků „v terénu“, přes operativní management až po management střední případně strategický. Lze si stěží představit manažera na střední úrovni řízení bez nulových znalostí souvislostí a potřeb při snižování ztrát. Absence znalostí přináší nekompetentní rozhodnutí, které degradující výkony podřízených a nepřináší výsledný efekt, kterým je nejen snižování ztrát, ale i rozvodná síť v dobrém technickém s vysokou účinností.

---

<sup>47</sup> Srov. KOCIANOVÁ, R. *Personální činnosti a metody personální práce*, s. 140-141.

<sup>48</sup> Srov. tamtéž, s. 160-161.



System vzdělávání by měl zahrnovat jak instrumentální a kognitivní vzdělávání, ale i vzdělávání citové a sebereflektující.<sup>49</sup>

**Pracovní podmínky** – jsou jedním ze stimulů, které vedou k lepší a kvalitní práci. Mezi pracovní podmínky patří organizace pracovní doby, pracovní prostředí, bezpečnost a ochrana zdraví při práci, sociálně-psychologické podmínky. Řada činností ve vodárenské praxi však vyžaduje práci přesčas, pracovní pohotovost, práci ve složitých klimatických podmínkách, s kontaktem s různými osobami, ať již v rámci organizace tak i vně. Proto by měly organizace věnovat této oblasti patřičnou pozornost.<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup> Srov. KOCIANOVÁ, R. *Personální činnosti a metody personální práce*, s. 168-169.

<sup>50</sup> Srov. tamtéž, s. 183-185.

## Závěr

Předchozí kapitoly objasňují, proč musí být management ztrát součástí strategie firmy. Vhodně zvolená, ale především kvalitně prováděná sebou přináší celou řadu synergických efektů. Mimo vlastních úspor udržuje vodovodní síť ve velmi dobrém technickém stavu, přináší důležité informace pro výběr správného kvalitního vodárenského materiálu (armatur, potrubí, šoupátek, opravných prvků atd.), rovněž dodává cenné informace pro vytváření plánu obnovy sítě a v neposlední řadě je jasným indikátorem pro vlastníka sítě o tom, jak je o síť pečováno a jak kvalitně svoji práci provozovatel odvádí, dodává podklady pro plán alokace zdrojů z nájemného, ale mnohé další.

Poskytuje však i informace pro zákazníky, kteří jsou daňovými poplatníky a v přeneseném slova smyslu i investory této infrastruktury. Bohužel divoká privatizace v devadesátých letech, nezodpovědná politika komunálních i vrcholných politiků, motivovaných svými osobními zájmy, neumožňuje plně využít funkci trhu i v této oblasti. Úkolem nás všech přeneseně na politické reprezentanty na všech úrovních je při výběru provozovatelů vodovodních sítí volit z těch, kteří mají kvalitní a fungující management ztrát, toto bedlivě a systematicky kontrolovat. Dohlížet a především zamezit plýtvání zdrojů generovaných z prodeje vody na jiné účely, než je rozšiřování a obnova vodovodní sítě. Neboť dnešní nedůsledná činnost v této oblasti nám všem přinese enormní nárůst ceny vody v důsledku neúměrných a především zbytečných nákladů na odstranění havarijních stavů a udržení provozuschopné a spolehlivé vodovodní sítě. Voda je našim přírodním bohatstvím, nenechejme si ji zneužívat ve prospěch pochybných společností, které zajímá pouze aktuální masivní zisk bez pohledu do budoucna.

## Anotace

<b>Příjmení a jméno autora:</b>	Jaroslav Šubert
<b>Instituce:</b>	Moravská vysoká škola Olomouc
<b>Název práce v českém jazyce:</b>	Management ztrát ve vodovodních sítích
<b>Název práce v anglickém jazyce:</b>	Water Loss Management of Water-Supply Networks
<b>Vedoucí práce:</b>	RNDr. Ing. Miroslav Rössler, CSc., MBA
<b>Počet stran:</b>	55
<b>Počet příloh:</b>	0
<b>Rok obhajoby:</b>	2013

**Klíčová slova v českém jazyce:** voda, únik, vodovodní síť, ztráty vody, ukazatel ztrát, metody snižování, měření, šum, technologie, analýza

**Klíčová slova v anglickém jazyce:** water, leak, water supply system, water loss, indicator of losses, reduction methods, measurement, noise, technology, analysis

Předmětem mé práce je management ztrát vody v distribučních systémech. Teoretická část se věnuje názvosloví spojené s vodou a její transformací během celého cyklu, popisuje jednotlivé prvky systému, seznamuje s hodnotícími ukazateli, jejich klady a zápory, věnuje se oblastem managementu, které se prolínají s managementem ztrát. V části praktické využívám své mnohaleté zkušenosti v oblasti odhalování skrytých úniků získané aktivní činností v rozvodné síti při testování nových technologií i zkušeností získaný rozhovory s výkonnými pracovníky, pracovníky operativního a středního managementu většiny provozovatelů vodovodních sítí v České Republice a zamýšlím se nad úlohou lidských zdrojů v této oblasti.

The aim of this thesis is water loss management in distributional systems. Theoretical part defines the terms connected with water and its transformation during

the whole cycle, describes particular elements of the system, highlighting the endpoints, their pros and cons, deals with the areas of management, which are intertwined with the management of losses. In the practical part of the thesis many years of my work experience in the field of detection of hidden leaks are used to test new technologies. Experience of executives, middle management, and operational staff of water supply systems in the Czech Republic is brought to the thesis in the form of interviews. This part also deals with role of human resources in this specific area of work.

## Seznam použité literatury a ostatních pramenů

BLAŽEK, Ladislav. *Management: organizování, rozhodování, ovlivňování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 191 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3275-6.

BVK a.s., *Interní zdroje*

*BusinessInfo.cz* [online]. 1997-2012 [cit. 2012-10-16]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/>

KOCIANOVÁ, Renata. *Personální činnosti a metody personální práce*. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing, 2010, 215 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-2497-3.

KROČOVÁ, Šárka. *Havárie a řízení vodního hospodářství*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006, 96 s. ISBN 80-248-1246-0.

KROČOVÁ, Šárka. *Strategie dodávek pitné vody*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009, 158 s. ISBN 978-80-7385-072-2.

*ManagementMania.com* [online]. 2008-2012 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs>

NOVÁK, Josef. *Příručka provozovatele vodovodní sítě*. Vyd. 1. Líbeznice u Prahy: Medim pro SOVAK ČR, 2003, 151 s. ISBN 80-238-9946-5.

PVK a.s., *Interní zdroje*

TUHOVČÁK, Ladislav. *Metodika hodnocení technického stavu vodovodních sítí: Teze habilitační práce*. Brno: VUTIUM, 2010, 37 s. ISBN 978-80-214-4200-9.

Zákon č. 254/2001 Sb., *Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*.

## Seznam obrázků

Obr. 1 – Dynamika snižování ztrát.....	15
Obr. 2 – Vznik hierarchické útvarové struktury .....	27
Obr. 3 – Vertikální uspořádání vztahů nadřízenosti v liniové struktuře .....	27
Obr. 4 – Funkcionální organizační struktura .....	27
Obr. 5 – Maticová / projektová organizační struktura.....	28
Obr. 6 – Liniově-štábní organizační struktura.....	29
Obr. 7 – Faktory ovlivňující snižování ztrát.....	30
Obr. 8 – Současné fyzické a GPS zaměřování.....	32
Obr. 9 – Vliv provozního tlaku na velikost ztrát.....	33
Obr. 10 – Zvýšený průtok při vzniku havárie.....	35
Obr. 11 – Povrchové znaky v blízkosti havárie .....	36
Obr. 12 – Umístění telemetrické stanice Log Dx v šachtě.....	37
Obr. 13 – Zachycený únik zařízením Log Dx.....	38

## Seznam tabulek

Tab. 1 – Teoreticky nevyhnutelné ztráty .....	19
Tab. 2 – Obecně akceptovatelné hodnoty úniků dle ukazatele JÚ .....	22
Tab. 3 – Obecně akceptovatelné skutečné ztráty dle indexu ILI .....	22
Tab. 4 – Akceptovatelné ztráty dle indexu ILI pro průměrný tlak 400 kPa .....	23