

**ČESKÁ ZEMĚDELSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A  
ENVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



**VYHLEDÁVÁNÍ PORUCH NA VODOVODNÍM POTRUBÍ**  
**BAKALAŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce:** Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Bakalant:** Michal Kočí

**2019/2020**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## Vyhledávání poruch na vodovodním potrubí

Michal Kočí

Krajinářství  
Územní technická a správní služba

Název práce

Vyhledávání poruch na vodovodním potrubí

Název anglicky

Troubleshooting on the water pipe

---

### Cíle práce

Cílem práce je popsat problematiku vyhledávání poruch. V konkrétní oblasti provést rozbor vyhledávání poruch na vodovodním potrubí. Provést vyhodnocení úspěšnosti nalezení poruchy.

### Metodika

Zásady pro zpracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Stručný popis vodovodního systému oblasti
6. Přístroje použité pro vyhledávání poruch
7. Vyhledávání poruch v dané lokalitě
8. Vyhodnocení úspěšnosti nalezení poruchy
9. Diskuze
10. Závěr
11. Použité zdroje
12. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

40 stran textu a přílohy

**Klíčová slova**

vodovodní síť, porucha, vyhledání poruchy,

---

**Doporučené zdroje informací**

ČIHÁKOVÁ, I. Vlastní spotřeba a ostatní voda nefakturovaná – složky vody k realizaci. In: Provoz vodovodů a kanalizací. Provoz vodovodů a kanalizací 2014. Liberec, 04.11.2014 – 05.11.2014. Praha: SOVAK.

2014, s. 71-75. ISBN 978-80-87140-36-9.

NOVÁK J. a kol., 2003: Příručka provozovatele vodovodní sítě. Medium, Líbeznice

ŠRYTR P. a kol., 1998, 2001: Městské inženýrství I a II. Academia, Praha

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 27. 11. 2017

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 11. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2020

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vyhledávání poruch na vodovodním potrubí vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Sokolově dne 15. března 2020

Michal Kočí

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za konzultace, cenné rady, osobní přístup a ochotu. Také děkuji Vodohospodářské společnosti Sokolov, s.r.o. jmenovitě panu Ing. Jiřímu Braunovi za poskytnutí všech potřebných dat a informací do mé bakalářské práce.

V Sokolově dne 15. 3. 2020

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá problematikou vyhledávání poruch na vodovodním potrubí všech materiálů a jejich principy. V první části této práce jsou popsány možnosti pro hledání poruch několika moderními postupy, které konkretizují místo poruchy v rozsáhlé vodovodní síti několika kilometrů na přesnost metrů, případně centimetrů.

Těmito možnými způsoby hledání a následným potvrzením naměřených výsledků je důležité pro co největší efektivitu práce, časovou úsporu, zásobování zákazníků vodou, snížení nákladů a procent ztrát na vodovodní síti provozující společnosti.

V druhé části bakalářské práce je praktické ověření principů, postupů a efektivita metod vyhledávání z reálné situace. Na závěr je vyhodnocená současná metodika a další možné řešení.

V závěru práce je hodnoceno procento ztrát na vodovodním řadu v problémové lokalitě v porovnání s jinými českými a zahraničními vodohospodářskými společnostmi.

**Klíčová slova:** vodovodní síť, porucha, vyhledání poruchy

## **Abstract**

This thesis deals with the problem of finding faults on water pipes of all materials and their principles. In the first part of the thesis are described troubleshooting problems by a few modern accesses, which specify the point of failure in an extensive water supply network of several kilometers to the accuracy of meters or centimeters.

These possible ways of finding and subsequently confirming the measured results are important for maximum efficiency of work, time savings, water supply to customers, reduction of costs and percentage of losses on the water supply network of the operating company.

In the second part of the bachelor thesis is a practical verification of the principles, procedures and effectiveness of the methods of searching from the real situation. In the end of this part is evaluated the current methodology and other possible solutions.

At the conclusion of the thesis is evaluated the percentage of losses in the water supply system in the problem locality. The conclusion of the bachelor thesis compares differences between Czech and foreign water companies.

**Key words:** Water net, fault, find faults

# Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce.....	10
3. Materiály vodovodních řadů.....	11
3.1. Kovové materiály .....	11
3.1.1. Litina.....	11
3.1.2. Šedá litina (ozn. LI, GG) .....	11
3.1.3. Tvárná litina (ozn. LT, GGG) .....	12
3.1.4. OCEL .....	13
3.2. Nekovové materiály .....	14
3.2.1. Plastické hmoty .....	14
3.2.2. PVC (polyvinylchlorid) .....	14
3.2.3. PE (polyetylén) .....	15
3.2.4. PPR - polypropylen.....	16
3.2.5. Sklolaminát (GRP) glass reinforced plastic.....	16
3.2.6. Azbestocement, olovo .....	17
3.3. Rozdělení vodovodů.....	17
3.3.1. Vodovody místní .....	17
3.3.2. Vodovody skupinové.....	18
3.3.3. Vodovody oblastní .....	18
3.4. Armatury a vodoměry na vodovodní síti .....	19
3.4.1. Uzavírací armatury .....	19
3.4.2. Odběrné armatury .....	20
3.4.3. Ostatní armatury.....	21
3.5. Pokládka vodovodního potrubí.....	23
3.5.1. Výkopová metoda .....	24
3.5.2. Bezvýkopová metoda .....	26
3.6. Příčiny poruch na vodovodní síti.....	31
3.7. Ochrana proti porušení vodovodního řadu .....	32
3.7.1. Ochranná pásma vodovodních řadů.....	32
3.7.2. Označení vodovodních zařízení.....	32
3.7.3. Způsob ochrany proti korozi .....	33
3.8. Detekce úniků a přístroje na vyhledávání poruch .....	35

3.8.1.	Akustické metody.....	35
3.8.2.	Korelátoři.....	37
3.8.3.	Smartball .....	37
3.8.4.	Neakustické metody .....	38
4.	Metodika .....	40
5.	Stručný popis vodovodního systému oblasti .....	41
5.1.	Popis lokality – Obec Lomnice .....	41
5.2.	Zásobování vodou .....	41
5.3.	VDJ Lomnice .....	42
6.	Přístroje použité pro vyhledávání poruch.....	43
-	Systém modelování vodovodních sítí .....	43
-	Odposlechová souprava.....	43
-	Digitální korelační systém Enigma .....	43
-	Digitální korelátor Correlux P-2 .....	43
-	Půdní mikrofon.....	43
7.	Vyhledávání poruch v dané lokalitě.....	44
7.1.	Systém modelování vodovodních sítí .....	45
7.2.	Odposlechová souprava.....	45
7.3.	Digitální korelační systém Enigma .....	46
7.4	.....	47
7.4.	Půdní mikrofon.....	48
8.	Vyhodnocení úspěšnosti nalezení poruchy.....	49
8.1.	Přesnost nalezení poruchy .....	49
8.2.	Oprava poruchy.....	49
9.	Diskuze .....	53
10.	Závěr.....	55
11.	Použité zdroje .....	56



# 1. Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá především problematikou vyhledáváním poruch na vodovodní sítí.

Popisovaná problematika se nachází na Sokolovsku, konkrétně v obci Lomnice, kde je vlastníkem vodovodních a kanalizačních sítí společnost Sokolovská vodárenská s.r.o. a provozovatelem Vodohospodářská společnost Sokolov s.r.o. se sídlem přímo Sokolově.

Vybraná porucha je jedna z mnoha, na které lze ukázat postupy a metody Vodohospodářské společnosti, která má v tomto oboru bohaté zkušenosti. Celosvětovým úkolem provozovatelských společností je snižování ztrát na vodovodních řadech v dané oblasti zásobování. Jedním z hlavních faktorů příčin vzniku poruch na distribučních sítích je životnost použitého materiálu, který se většinou dostává na hranici své životnosti. Udávaná životnost těchto potrubí je 25 – 100 let podle materiálu.

Každá porucha na síti má menší či větší vliv na dodávání pitné vody zákazníkům. Kontrolování a systematické sledování sítě by mělo být hlavním cílem každé společnosti.

O vodě se říká, že je základ života a nejrozšířenější látkou na planetě Zemi. Je to vyčerpateľná přírodní surovina, proto je velmi důležité s ní efektivně a ekologicky hospodařit. Podzemní voda je velmi cenným zdrojem, jelikož zpětný návrat vody do podzemí je delší a obtížnější než u vod povrchových. Pro lidstvo vždy měla, má a bude mít nepostradatelný význam a to jak v každodenním běžném životě, ale i v oblastech ekonomie, průmyslu a mnoha dalších důležitých odvětvích.

Voda je do lidského těla přijímána a vylučována po splnění svých funkcí do vnějšího prostředí. Pro správné fungování lidského těla je důležité chybějící tekutiny nahrazovat, proto by měl být denní příjem tekutin minimálně 2 litry. Člověk má sklon pít až ve chvíli pocitu žízně, ale to už naše tělo reaguje na vážnější nedostatek. Pokud nebudeme na tento signál reagovat, může dojít k narušení nebo poškození organismu. Pro udržení naší schopnosti se učit, pracovat, bavit, ale i odpočívat je důležitý pravidelný příjem ve všech podobách. Neměli bychom čekat až se projeví nedostatek tekutin, ale dbát na jejich pravidelný přísun.

## 2. Cíle práce

Cílem této práce je přehledně popsat zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Dále způsoby a problematiku při vyhledávání poruch na vodovodních řadech.

V konkrétní oblasti udělat rozbor vyhledání poruch na vodovodním potrubí a provést vyhodnocení úspěšnosti nalezení poruchy. Využití a přesnost přístrojů pro vyhledávání a lokalizaci. Srovnání ztrát na vodovodní síti s dalšími tuzemskými a zahraničními společnostmi v oblasti vodohospodářství. Finanční zhodnocení nákladů v dané oblasti řešené poruchy od roku 2014 do 2019.

## 3. Materiály vodovodních řadů

V provozované vodovodní síti se používá řada trubních materiálů zvolených podle intenzity dopravního zatížení komunikací, způsobu uložení, agresivity prostředí, výskytu bludných proudů, provozní důležitosti vodovodního řadu apod., především však je nutné přihlížet k použitým materiálům v okolní vodovodní síti (Grünwald 1998, Zlámal 1977).

### 3.1. Kovové materiály

#### 3.1.1. Litina

Je slitina železa s uhlíkem o obsahu větším než 2,14% a dalšími prvky. Vyšší obsah uhlíku dodává litině své tradiční vlastnosti. V porovnání s ocelí má výhodu větší odolnosti proti korozi. Křehkost je nevýhodou tohoto materiálu. Litinu rozdělujeme na dva typy šedá a tvárná (Tesařík 1987, Tuhovčák a kol. 2006).

#### 3.1.2. Šedá litina (ozn. LI, GG)

Její korozní odolnost vůči vnějšímu prostředí je velmi dobrá. Dříve se ještě tyto potrubí chránily asfaltem nebo dehty, ale dnes se již tento postup pro vnitřní části nevyužívá kvůli vyluhování fenolů. Z důvodu snížení drsnosti a inkrustace se vnitřní části silikátují nebo cementují. Korodující litina je důsledkem kontaktu s vodou za přítomnosti kyslíku a tím vzniká hydroxid železitý. Celkový podíl šedého litinového potrubí v ČR je udáváný mezi 60 – 74%. Její životnost je 60-90 let a je nahrazována tvárnou litinou (Beránek 2004, Tuhovčák 2007).

Výhody: schopnost tlumit chvění, odolnost proti otěru a korozi.

Nevýhody: malá odolnost proti nárazům, menší pevnost (Tuhovčák 2007).

Obr. 1 - Potrubí šedé litiny



### 3.1.3. Tvárná litina (ozn. LT, GGG)

Nástupce šedé litiny je litina tvárná, z makroskopického hlediska se zde vyskytuje grafit ve shlucích kulovitého tvaru a ne v lamelách. Vykrytalizovaný grafit v tomto tvaru je důsledek přidání určitého množství hořčíku do základní litiny. To zapříčiňuje odstranění případných čar, které šíří lom. Trouby můžeme považovat za polotuhé, což má kladný vliv na chování uložených trub v zemi v místech vyskytující se nestabilní podloží. Očekávaná životnost je i 100 let při správném provedení. U šedé litiny je až 4x nižší počet poruch na jednotku délky. To je jeden z hlavních důvodů, proč jsou nejvíce používaným materiálem ve velkých městech. Nejvýhodnější jsou pro výtlačné nebo rozvodné řady s vyššími provozními tlaky (Beránek 2004, Tuhovčák 2007).

Vnější strana tvárné litiny se opatřuje různými druhy ochran, nejen k zamezení vzniku bludných proudů, ale i proti korozi potrubí. Žárové pozinkování s bitumenovou vrstvou je nejčastější ochranou. Díky robustnímu zinkovému povlaku nedochází k poškození trub při pokládání a skladování. Trouby, které jsou opatřeny polyetylenovým povlakem se doporučují do agresivních půd.

Vnitřní strana tvárné litiny je chráněna hlinitanovým cementem nebo vysokopecní cementovou maltou. Jsou to vrstvy, které zajišťují ochranu před korozi a mají dobré hydraulické podmínky (Tuhovčák 2007, Králodvorské železářny 1997).

Obr. 2 - Potrubí tvárné litiny



#### **3.1.4. OCEL**

Je to slitina železa a dalších prvků a obsah uhlíku nepřesahuje 2,14%. Používá se tam, kde jsou nároky na vysoké zatížení a provozní tlak. Musí být chráněny proti korozi aktivní katodovou ochranou nebo vnitřní PE nebo cementovou výstelkou. V současnosti začíná být nahrazována novými materiály (Tuhovčák 2007, Ratnayaka 2009).

Výhody: Pružnost, houževnatost vysoká pevnost, odolnost proti únavě materiálu a vodním rázům, délka trouby až 13,5 m

Nevýhody: Nutnost vnitřní i vnější ochrany, přesné svařování spojů, náchylnost ke korozi, životnost jen 25- 40 let, při porušené ochranné větší četnost poruch (Beránek 2004, Kročová 2006).

Obr. 3 - Potrubí z oceli



## **3.2. Nekovové materiály**

### **3.2.1. Plastické hmoty**

Jsou vyráběné z organických látek při vzniku spojování molekul na makromolekuly. Základními prvky jsou uhlík, vodík a další jako fluor, chlor, kyslík a síra.

Výhodou je nižší hmotnost oproti kovovým materiálům, manipulace s potrubím a malá provozní drsnost. Plastické hmoty se používají ve stabilním podloží a rozvodných systémech do průměru DN 500 mm. Pro výrobu vodovodů se používají termoplasty PVC - polyvinylchlorid, PPR - polypropylen, PE - polyetylen.

Výrobce udává životnost tohoto potrubí více jak 50 let. Plasty jsou minimálně akusticky vodivé, proto je velmi obtížné lokalizovat menší skryté poruchy (Hasík 2007, Chejnovský 2007, Tuhovčák 2007).

### **3.2.2. PVC (polyvinylchlorid)**

Trubky z polyvinylchloridu se vyrábějí bez změkčovadel jako tvrdé PVC se standardní délkou 6 m a vnitřním průměrem od DN 80 – 500 mm. Technické parametry a rozměry se řídí dle ČSN 1452. Při tlaku 0,7 Mpa je životnost potrubí až 100 let a reálném provozu je nejdelší životnost doposud 70 let (Chejnovský 2007, Kročová 2006).

Spojování trub je prováděno pomocí nástrčných hrdel vybavenými těsnícím kroužkem, proto při změnách teplot může trubka v hrdle volně dilatovat. Používá se pro dopravu vody a neagresivních médií o trvalé teplotě do 20°C a tlacích v rozmezí 1,0 – 1,6 Mpa. Zanedbatelná je i nasákavost tohoto plastu a nemůže dojít ke změně rozměrů, nabobtnání nebo poškození zmrznutím vlivem vsáknuté vody (Tuhovčák 2007, Breen 2006).

Obr. 4 - Potrubí z PVC



**Výhody:** nízká hmotnost, ohebnost, odolnost proti korozi, jednoduchá montáž, minimální provozní drsnost, menší provozní drsnost, snadné zkracování.

**Nevýhody:** malá tepelná odolnost, pevnost v tahu a odolnost proti mechanickému poškození, velká tepelná roztažnost, obtížné vyhledání potrubí bez přiloženého vodiče (Chejnovský 2007, Kročová 2006).

### 3.2.3. PE (polyetylén)

Na venkovní rozvody vodovodů se využívají 2 druhy polyetylénových trub. Jedním z nich je vysokohustotní (lineární) označován jako (HDPE, PEHD, IPE) a druhý je Nízkohustotní (rozvětvený) s označením (rPE, LDPE), jsou charakterizovány černou barvou s modrým proužkem nebo kompletně v modrém provedení v délkách 6 a 12m do průměru DN 110 mm nebo jako svitek v délce až 500 m. Technické parametry a rozměry jsou dány dle ČSN 13 1301.

Provádět spoje na PE trubách můžeme mechanickými spojkami nebo svařováním natupo či pomocí elektrotvarovek. Svařovat nelze polyetylén (PE) s polypropylénem (PP) ani rozvětvený polyetylén (LDPE) s lineárním (HDPE) (Kročová 2006, Tuhovčák 2007).

Obr. 5 - Potrubí z PE



Obr. 6 - Potrubí PPR



**Výhody:** pružnější než PVC, minimální poruchovost, jednoduchá montáž potrubí, dlouhá životnost, nízké ztráty vody.

**Nevýhody:** nevhodné do silně kontaminovaných zemín, nutný kvalitní obsyp potrubí, obtížné vyhledávání skrytých poruch (při nesplnění systémového monitoringu a umístování armatur v trase), ovalita potrubí uložená ve svitku, obtížné vyhledání trasy potrubí při poruše měděného vodiče (Hessel 2007, Kročová 2006).

### 3.2.4. PPR - polypropylen

Trubky pro vnitřní rozvody studené pitné vody, teplé užitkové vody, ústředního i podlahového vytápění. Trubky se nabízí v tlakových řadách S 2,5 (PN 20), S 3,2 (PN 16). Spojování se provádí polyfúzním svařováním.

Barva trubek je šedá a na povrchu je popis označující výrobce, rozměr, materiál, tlakovou řadu, číslo normy a datum výroby. Trubky jsou opatřeny barevnými pruhy dle tlakové řady – PN 20 červeným pruhem, PN 16 černým pruhem v délkách 3 nebo 4m.

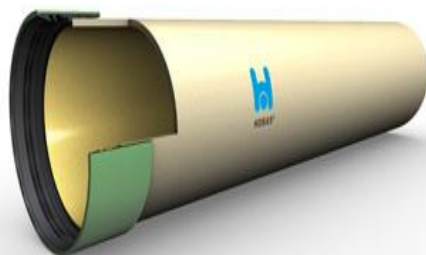
**Výhody:** mimořádně dlouhá životnost, nedochází ke korozi a vzniku inkrustace na vnitřních stěnách, jednoduchá a bezpečná spojovací technika, hygienicky nezávadný ([www.aquastop.shop.cz](http://www.aquastop.shop.cz)).

### 3.2.5. Sklolaminát (GRP) glass reinforced plastic

Mají hladký vnitřní povrch, který zabraňuje hydraulickým ztrátám, a tudíž zajišťuje úsporu energie.



Obr. 7 - Potrubí GRP



**Výhody:** nízká hmotnost a tím i spojená snadná instalace potrubí. Dlouhá životnost s minimální údržbou. Na stěně potrubí nedochází k narušení korozi.

**Nevýhody:** vysoké finanční náklady, nutno tvořit co nejméně spojů. Citlivost na porušení trub, technologie spojování, dostupnost tvarovek - v případě použití Hobas trub musí být použito Hobas tvarovek (Beránek 2004, Nezbedová a Vinarský 2008).

### 3.2.6. Azbestocement, olovo

V současnosti se tyto materiály postupně vyřazují z provozu a jsou zakázané.

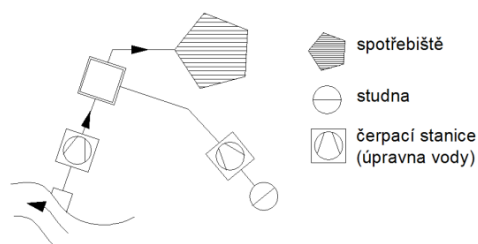
## 3.3. Rozdělení vodovodů

Vodovody je možno rozdělit podle tří základních kritérií, a to podle rozsahu zásobení (počet spotřebišť a rozsah zásobovaných územních celků) na vodovody místní, skupinové a oblastní.

### 3.3.1. Vodovody místní

Technicky a provozně jednoduché zařízení pro zásobování obce vodou. Zdroj může být jeden, případně i více. Tento vodovod je historicky nejstarším typem (Šrytr a kol. 1998).

Obr. 8 - Místní vodovod se dvěma zdroji. (Šrytr a kol. 1998)

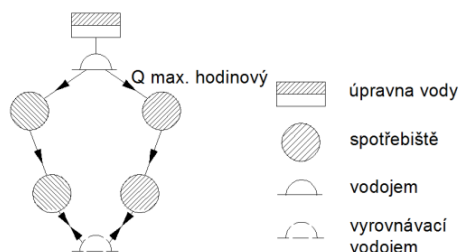


### 3.3.2. Vodovody skupinové

Rozvoj spotřebišť a zvyšování potřeby vody ve dvacátých letech minulého století zapříčinily výstavbu skupinových vodovodů. Voda je dopravována gravitačně, ale i čerpáním. Využívá se zdrojů podzemní vody, ale také povrchově upravené.

Skupinové vodovody s jedním společným vodojemem nebo s několika místními vodojemy se pro danou oblast navrhuje dle technického uspořádání a objektového vybavení (Šrytr a kol 1998).

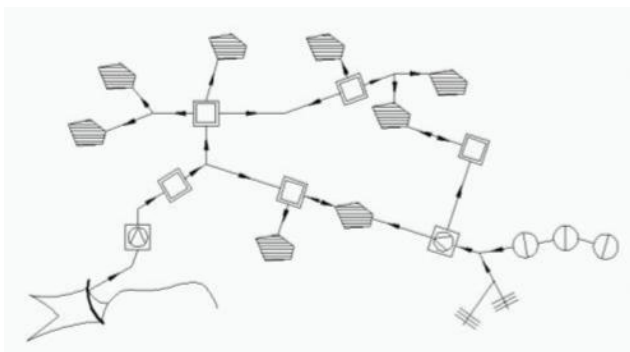
Obr. 9 - Skupinový vodovod se společným vodojemem. (Šrytr a kol. 1998)



### 3.3.3. Vodovody oblastní

Rozsáhlé území, které zahrnuje velké množství spotřebišť, případně okresů či krajů je zásobeno oblastními vodovody z jednoho strategického vodního zdroje. Výhodou této vodárenské soustavy je vyšší zabezpečení dodávky vody a možnost řízení systému moderními prostředky a pokročilou technikou. Investiční náklady, provozní náklady, zranitelnost povrchových zdrojů, plošné odstavení systému a větší ztráty vody jsou nevýhody těchto vodovodů (Novák a kol. 2003).

Obr. 10 - Oblastní vodovod s několika zdroji. (Chejnovský 2007)



### 3.4. Armatury a vodoměry na vodovodní síti

Armatury, tvarovky a trouby jsou nedílnou součástí vodovodního potrubí. Podle použití je dělíme na: uzavírací, odběrné a ostatní (Chejnovský 2007).

#### 3.4.1. Uzavírací armatury

##### Šoupátka

Jsou umístěny na odbočných řadách u větvených i okruhových sítí. Mohou být osazena jako trasová šoupátka na dlouhých úsecích přivaděčů. Dnes se vyrábí šoupátka podle druhu materiálu ze šedé a tvárné litiny nebo podle způsobu montážního spoje na přírubová, hrdlová a nátrubková.

Šoupátka přírubová se montují při stavbách nových vodovodů a všech druhů potrubí. Šoupátka hrdlová se osazují na potrubí z PVC kde není nutné vsazovat tvarovky kvůli změně potrubí. Šoupátka nátrubková používají se při rekonstrukcích řadů a nefunkčních šoupátek. Nátrubek je snadno upravitelný seříznutím na potřebnou délku.

Spoj je pružný a dokáže překonat mírné vyosení potrubí. K ovládání šoupátka slouží zemní souprava, která může být pevná nebo teleskopická. Případně je možnost ovládat šoupátko kolečkem, ale v tomto případě je nutný velký manipulační prostor např. armaturní šachty nebo vodojemy (Novák a kol. 2003).

Obr. 11 – Šoupátko



Obr. 12 - Zpětná klapka



### **Zpětná klapka**

Armatura, která umožňuje průtok vody jen jedním směrem a brání zpětnému vniknutí vody do systému (Novák a kol. 2003).

### **Uzavírací klapky**

Plní stejnou funkci jako šoupátka a jejich předností je snadná manipulace při ovládní. Využití je většinou u větších profilů potrubí v armaturních komorách, vodojemech a úpraven vod. K ovládní se používá servopohon (Novák a kol. 2003).

### **Ventily a kohouty**

Jejich nejčastější použití je na vodovodních přípojkách v dimenzi 20 – 50 mm. Bývají osazeny mimo objekt a slouží k ovládní přípojky. Ventil osazený před vodoměrem slouží k jeho snadné a bezpečné výměně. Ventily i kohouty se vyrábí z kovových materiálů, které jsou opatřeny úpravou proti korozi, nebo z plastických hmot (Novák a kol. 2003).

## **3.4.2. Odběrné armatury**

### **Hydranty**

Podzemní i nadzemní hydrant je součástí vodovodní sítě. Slouží k odkalování, odvzdušňování, plnění cisteren pro zásobování vodou v případě havárií a zdroj požární vody při hašení požárů. Hydranty pro odebírání požární vody se osazují na vodovodní síť ve vzdálenosti do 200 m dle ČSN 73 0873.

Podzemní hydrant se nachází pod zemskou úrovní. Pro přístup k hydrantu je nutné otevřít hydrantový poklop. Kombinovaný hydrantový klíč slouží k ovládní nadzemního a podzemního hydrantu případně i šoupátka, které je osazeno mezi hydrantem a vodovodním řadem.

Nadzemní hydrant je volně přístupný ze zemského povrchu. V průmyslových závodech kde je zvláštní požární vodovod bývá barevně odlišný od hydrantu, který je osazen na pitné vodě. U nových hydrantů je zeslabený přírubový spoj, který umožňuje v případě poškození samozavření hydrantu a pak jeho následnou výměnu bez zemních prací (Šrytr a kol. 1998, Novák a kol. 2003).

Obr. 13 - Podzemní hydrant



Obr. 14 - Nadzemní hydrant



### 3.4.3. Ostatní armatury

#### Vzdušníky

Jsou zařízení, které slouží k odvádění vzduchu na vrcholových místech vodovodní sítě. Funkci vzdušníku může nahradit případně hydrant nebo vodovodní přípojka. Ruční vzdušník vyžaduje stálou obsluhu a údržbu. Ovládání ručně nastavcovým klíčem. Automatický vzdušník je jednokomorový ventil s plovákovým uzávěrem, který reaguje na hladinu vody a tím samočinně odvzdušňuje síť (Šrytr a kol. 1998, Novák a kol. 2003).

#### Kalosvody

Kalosvody se osazují v nejnižších místech tras vodovodní přivaděčů a výtlačných vodovodů. Jejich účel je odvádět usazené kaly a vyprazdňovat potrubí (Šrytr a kol. 1998, Novák a kol. 2003).

## **Redukční ventily**

Slouží k regulaci tlaku ve vodovodním potrubí. Používají se především na přivaděčích, zásobních potrubích a rozdělují jednotlivá tlaková pásma (Novák a kol. 2003).

## **Montážní vložky**

Instalují se do vodovodního potrubí pro snadnou montáž a demontáž armatur a tvarovek. Skládá se z pevné a pohyblivé části, která je utěsněna teleskopicky upravenými ucpávkami (Novák a kol. 2003).

## **Kompenzátory**

Slouží k vyrovnání podélných změn potrubí vlivem rozdílu teplot. Kompenzátory se vyrábějí vlnové či pryžové (Novák a kol. 2003).

## **Vodoměry**

Podle zákona č. 505/90 Sb. o metrologii je všeobecné rozdělení vodoměrů do čtyř skupin. Pro praktické účely vodárenství jsou nejvýznamnější jen dvě.

### ***Pracovní měřidla stanovená (fakturační)***

Do této skupiny vodoměrů patří ty, podle kterých jsou účtovány jakékoliv platby určené dle množství proteklé vody na příslušném měřidle. Zároveň jsou zde i měřidla odebíraného množství vody povrchové a zdrojů podpovrchových. U všech fakturačních vodoměrů se musí pravidelně provádět jejich výměna za účelem opravy, ověření a kalibrace v autorizovaných opravárnách a zkušebnách vodoměrů a průtokoměrů. Kalibraci a ověřování těchto měřidel může provádět pouze autorizované metrologické středisko, které vydá ověřovací list o ověření měřidla, nebo označí měřidlo úřední značkou. Vždy musí být označené plombou s cejchem a vyznačení roku cejchování (Novák a kol. 2003).

### ***Pracovní měřidla nestanovená (provozní)***

Jsou ostatní provozní měřidla, která slouží jen pro interní potřeby vlastníka nebo provozovatele vodovodu pro kontrolu a řízení provozu, měření na síti v provozních objektech, pro identifikaci poruch a úniků vody apod. U tohoto typu měřidel provozovatel není vázán zákonnými předpisy na kalibraci. Jejich přezkoušení a výměnu si určuje sám provozovatel dle svých potřeb na spolehlivost a přesnost měření (Novák a kol. 2003).

Obr. 15 - Vodoměr



### 3.5. Pokládka vodovodního potrubí

Ukládání potrubí vodovodů se provádí dle ČSN 75 5401 nebo vyhláškou č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů. Vodovody musí být navrženy a realizovány tak, aby bylo zajištěno dostatečné množství vody pro veřejnou potřebu v dané lokalitě a nedošlo ke zhoršení kvality pitné vody. Vhodný výběr materiálu potrubí má vliv na snížení případných poruch. Pro použití a posuzování materiálů ve vodovodním řadu se vychází z několika základních hledisek, které jsou ovlivněny:

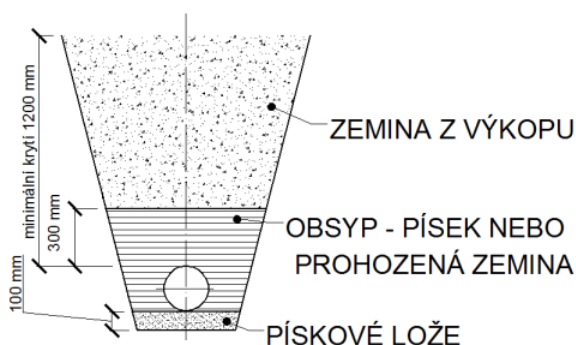
- pevnost vnitřní stěny potrubí ovlivňující hodnotu součinitele tření,
- minimalizovat provozní a pořizovací náklady,
- snadněji odhalovat příčiny a místa poruch,
- snadnější likvidaci po konci životnosti,
- snadná pokládka (minimální hmotnost a pracnost),
- pevnost použitelného materiálu v závislosti na tloušťce stěny, důležité pro provozní namáhání. (Grünwald 1998, Zlámal 1977).

### 3.5.1. Výkopová metoda

Při výstavbě vodovodů se provádí několik druhů zemních prací. Práce na daném výkopu, vytyčení podzemních sítí, odstraňování porostů, rozebírání komunikací, odvodňování staveniště.

V městských částech bývá zpravidla pro vodovodní potrubí použita otevřená rýha. Mimo zastavěnou oblast se pro výstavbu používá otevřený zářez.

Obr. 16 - Uložení potrubí (Hasík 2007)



Tvar a rozměr výkopu jsou určeny projektem, z toho vyplývá i konečná úprava hloubky a sklonu. Ruční provádění výkopů se využívá v omezeném prostoru, kde není možnost využít mechanizaci nebo při pracích menšího rozsahu. Pokud poloha výkopu a druh horniny umožňují použití mechanizaci, mají se vykopávky provádět strojově. Nutno zajistit opatření proti pohybu horniny, nenechávat převisy a podkopávat boky výkopů. Pro pokládku potrubí se používá upravené dno výkopu. Následuje vrstva písku 10 cm jako podklad pro potrubí, které se následně obsype do výšky 30 cm pískem nebo vytříděné zeminy nad hranu potrubí. Celkový zásyp se většinou provádí z vytěžené zeminy, která se následně ve vozovkách a chodnících musí ztuhnout. Podélné sklony dna potrubí se řídí dle DN (od 0,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> do 3<sup>0</sup>/<sub>100</sub>) (Čermák a kol. 1991, Hasík 2007, Novák a kol 2003).

### Kladení vodovodů

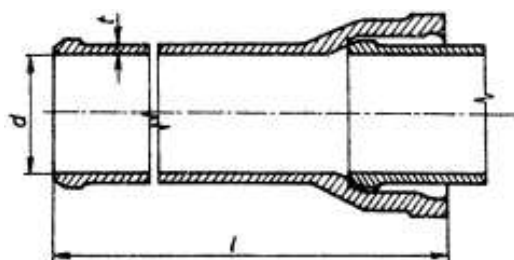
Při pokládce potrubí je nutné dodržet stanovený postup pro daný materiál. Vodovodní potrubí se v podélném sklonu pokládá do DN 200 nejméně 3%, od DN 250 do 500 sklon nejméně 1%, a potrubí DN 600 a více nejméně 0,5%. Před zahájením prací je nutno provést fyzickou kontrolu potrubí a tvarovek zda jsou čisté nebo nejsou poškozeny, a to zejména v místě spojů. Hrdlové trouby se ukládají



hrdlem proti sklonu rýhy od nejnižšího bodu. Při pokládce je nutno zabezpečit konce potrubí proti vnitřnímu znečištění a proto se musí při každém přerušení práce uzavřít, aby se eliminovalo vniknutí zeminy a jiných nežádoucích předmětů.

**Litinové potrubí** - těsnění hrdlových trub se používá materiál, který se svou životností vyrovná životnosti potrubí. Nepřípustné na použití jsou materiály, které již dnes nevyhovují dnešním požadavkům například hliníková nebo olověná vlna, doporučuje se konopný provazec (Novák a kol. 2003).

Obr. 17 - Hrdlový spoj



**Ocelové potrubí** - se svařuje elektrickým obloukem. Kontrola kvality svarových spojů se provádí dle ČSN 05 1150 a ČSN 05 1178 kontroluje se 5% potrubí a u shybek, podchodů pod vodními toky, silničními a železničními komunikacemi je kontroluje 100%. Svarové spoje na DN 500 a větší je nutno doizolovat z vnitřní i vnější strany. Spoje do DN 500 jen z vnější strany.

**PE potrubí** - svařování pomocí elektrotvarovek, které mají zabudovanou elektrospirálu a ta za pomoci svařovacího přístroje vytváří pevný spoj. Nutné je před zahájením svařování odstranit z potrubí zoxidovanou vrstvu k tomu určenými loupacími nástroji. Svařování na tupo se provádí pomocí speciálního zařízení s hydraulickou jednotkou, hoblíkem a nahřívacím zrcadlem (<https://www.wavinekoplastik.com/cz/>).

Obr. 18 - Svařování potrubí Pe



**PVC potrubí** – při ukládání a spojování potrubí se musí dodržovat několik zásad. Kontrolovat trubky, tvarovky a těsnící kroužky zda jsou nepoškozené a čisté. Nepoužívat jiné těsnící kroužky než, které předepisuje výrobce a ani není dovoleno je upravovat, tím by mohla být narušena tlaková odolnost spoje. Používání doporučených mazadel pro snadnější montáž. U zkracovaných trubek konec zajistit úkosem pod úhlem 15°.

Součástí pro zajištění stability a bezpečnosti vodovodního potrubí zachytit vnější a vnitřní síly, které na ně mohou působit. K tomu nám slouží opěrné, kotevní a záchytné bloky.

Před uvedením vodovodu do provozu se musí provést tlaková zkouška v souladu s ČSN EN 805 Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti. Před začátkem zkoušky musí být na potrubí instalovány betonové bloky dle projektové dokumentace a konce potrubí musí být zajištěny proti vysunutí osovými silami vznikající zkušebním přetlakem. Osazené tlakoměry musí umožnit odečíst nejmenší hodnotu 0,02 Mpa. Potrubí se plní pitnou vodou a zkušební úsek nesmí být delší než 1000 m. V průběhu hlavní tlakové zkoušky nesmí dojít k poklesu tlaku po dobu jedné hodiny. Zkušební přetlak je stanoven na 1,5 násobku maximálního provozního tlaku. 0,6 Mpa je stanoven jako minimální tlak (ČSN EN 805 Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti).

### 3.5.2. Bezvýkopová metoda

Bez rýhové neboli bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich přezkoušení z předem vyrobených trub používaných v gravitačních systémech řeší norma ČSN EN 12889.

V posledních několika letech a současnosti můžeme sledovat razantní rozvoj bezvýkopových technologií pro sanaci potrubí nejen plynovodů, kanalizací ale také vodovodů a dalších inženýrských sítí. Před zahájením prací je nutné znát strukturu podloží a případnou polohu dalších sítí, které by mohly být ohroženy samotným podvrtem. Vytýčení sítí by měl zajistit investor a to s maximální možnou přesností. Omezujícím faktorem použití této technologie jsou půdní podmínky v prostředí nesoudržných půd s vysokým podílem kamenné frakce (hrubé šterky, písky, kamenité půdy).

Hlavní přednosti této technologie jsou:

- méně náročná příprava na projektovou dokumentaci
- rychlejší provedení stavby
- nevyžaduje likvidaci stávajících komunikací a asfaltování
- minimální prašnost oproti klasickým výkopům
- nižší investiční náklady
- minimální narušení dopravy na komunikacích
- bez nutnosti vstupu na soukromý pozemek ([www.bezvykopu.cz](http://www.bezvykopu.cz))

Základní rozdělení bezvýkopových technologií dle ČSN EN 12889

### **Nová pokládka**

Novou pokládkou je vybudování nového vodovodu v nové trase. Tato stavba je definována zákonem č. 254/2001 Sb. o vodách jako vodní dílo.

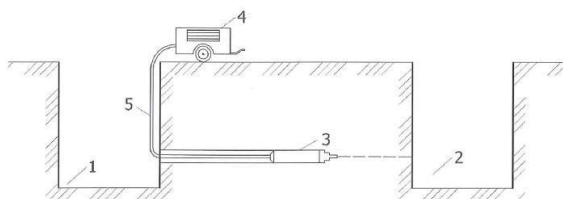
### **Neřízená metoda bez obsluhy na čelbě**

Principem je, že v místě konání ani v prostoru razícího stroje se nenachází žádná pracovní skupina. Pracovníci zasahují jen v mimořádných případech. Jedná se o jednoduchou konstrukci stroje souprav a jejich nízké pořizovací náklady. Jsou nenáročné na obsluhu. Jejich výhodou je snadná montáž, demontáž a přemístitelnost.

#### **1. Propichování**

Ze startovací jámy je v přímém směru zavedeno rázové kladivo, které je poháněno pneumaticky, tím je zemina roztlačována do stran a vytváří prostor pro nové potrubí (Franczyk a kol. 2012).

Obr. 19 - Metoda propichování kladivem



1- Startovací jáma, 2- Cílová jáma, 3- propichovací kladivo, 4- kompresor, 5- přívod tlakového vzduchu (Bezrouk a kol. 2008)

## 2. Vodorovné beranění

Princip metody se zaslepeným čelem je v roztlačování půdy beraněním nebo zatlačováním ve směru trasy pokládky. Nevýhodou této metody je potřeba velkého záboru a omezení průměru potrubí do 300 – 500 mm dle podmínek. (Franczyk a kol. 2012)

Princip metody s otevřenou troubou je v zatlačování potrubí beraněním a u kratších úseků protlačováním. Natlačená zemina zůstává uvnitř potrubí a po skončení prací se vypláchne, hydraulicky vytlačí nebo vyvrtá. Potřeba velkého záboru a možné riziko rázů a jejich vliv na okolí. (Franczyk a kol. 2012).

## 3. Horizontální vrtání

Horizontální vrtání probíhá vodorovně bez možnosti změny směru v kombinaci se zatlačováním roury. Vrtná hlava vytváří potřebný prostor pro troubu, která bude kladena do země pomocí tlačného zařízení. Odtěžování horniny je zajištěno šnekovým vynášením. Stabilizace výkopu je výhodou této metody (Franczyk a kol. 2012).

### Řízená metoda bez obsluhy na čelbě

Tato metoda je využívána při pokládkách, kde je vyžadována korekce směru při dlouhých úsecích nebo při úsecích s přesností položení (Franczyk a kol. 2012).

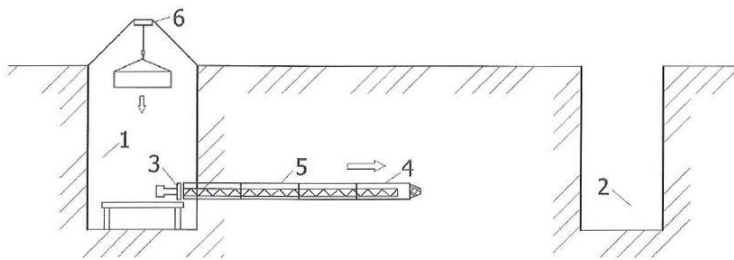
## 1. Mikrotunelování

Zatlačování tlačných trub plně mechanizovaným strojem má nejvyšší přesnost při výstavbě pokládky s tolerancí 10 – 20 mm na 100 m úseku.

Řídící hlava je ovládaná dálkově

Odtěžení zeminy

- Výplachem: Odtěžená zemina je hydraulicky odváděna pomocí proudící kapaliny do usazovací nádrže, kde je následně separována. Použitým médiem je voda nebo betainová suspenze.
- Šnekováním: vrtná hlava v čele provádí odtěžení zeminy a následně transportuje šnekovým dopravníkem do připraveného zásobníku v jámě. (Klepsatel, Raclavský, 2007).



Obr. 20 - Metoda mikrotunelování se šnekovým odtěžením.

1 - Startovací jáma, 2- cílová jáma, 3- Tlačná vrtací stolice, 4- Řízená vrtací hlava, 5- Zatlačované trubky, 6- doprava trubek (Bezrouk a kol. 2008).

## 2. Horizontální vrtání s pilotním vrtem

Touto metodou je proveden pilotní vrt a případně správné trasy se dále provede horizontální vrtání na požadovaný průměr.

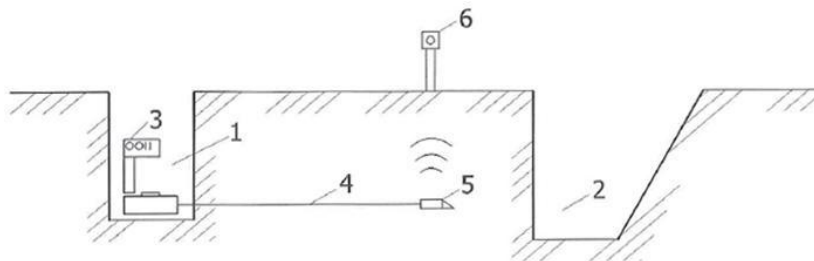
## 3. HDD – směrové vrtání

Nová pokládka se provádí pomocí vrtné soupravy a elektronického vysílače. Za vrtanou hlavou je umístěn vysílač a pomocí něj dochází k ovládní vrtané hlavy v požadované trase. Prvotně se provede pilotní vrt ze startovací do cílové jámy. V ní se na konec tyčí instaluje rozšiřovací kónická hlava a potrubí stanovené délky, které je zpětně zataženo. (Bayer, 2005)

Výhodná je rychlost vrtání, snadná manipulace a flexibilita. Extrémní pružnost vrtných tyčí, a krouticího momentu se používá tam, kde by se muselo vyhnout

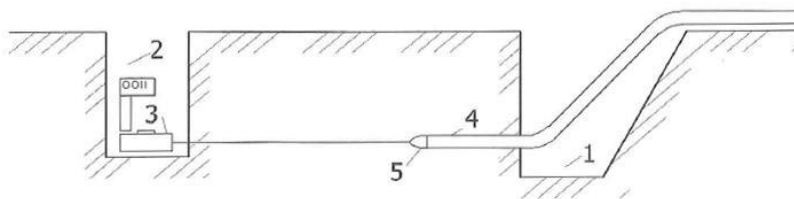
překážkám v podzemí. Při korekci vrtání může dojít k nežádoucímu zvlnění profilu, ten může způsobit problém u gravitačních vedení, kde je potřebné dodržet plynulý spád (Franczyk a kol. 2012).

Obr. 21 - Metoda směrového vrtání



- 1- Startovací jáma, 2- Cílová jáma, 3- Vrtná soustava, 4- Vrtné soutyčí, 5- Vrtná hlavice s vysílačem, 6- přijímač pro data o poloze vrtné soustavy (Bezrouk a kol. 2008).

Obr. 22 - Metoda směrového vrtání – postupné zatahování potrubí



- 1- Startovací jáma, 2- Cílová jáma, 3- vrátek, 4- zatahované potrubí, 5- rozšiřovací hlava (Bezrouk a kol. 2008)

### Metody s obsluhou na čelbě

Při těchto metodách jsou pracovníci v podzemí jako součást provádění prací. Způsoby protlačování trub a štítování umožňují korigovat směr, tudíž jsou říditelné. U ruční ražby není možno měnit směr, jedná se o technologii neřízenou. (Franczyk a kol. 2012).

Jedná se o:

- trubní protlak,
- štít částečně mechanizovaný nebo nemechanizovaný,
- ruční ražba

Další metodou je pluhování, při kterém se vytvoří rýha vytvořená tahačem s hydraulickou kotvou pro pokládku nového potrubí a následného samozavírání rýhy. Vysoká rychlost pokládky a nízké náklady (NODIG, 2010).

### 3.6. Příčiny poruch na vodovodní síti

Porucha je takový stav, který dočasně nebo trvale znemožňuje vodovodnímu potrubí plnit jeho požadovanou funkci. Vznik poruchy je náhodná událost a sledováním výskytu poruch v časovém období můžeme odhadnout stav potrubí. Hodnocení a sledování poruch je cenným ukazatelem při tvorbě plánu obnovy sítě (Vodovod Info, 2011).

Faktory, které mají vliv na vznik poruch vodovodního potrubí:

- **Špatná instalace** – způsob uložení potrubí, špatné podloží, hrubý obsyp a podkládání potrubí.
- **Povětrnostní podmínky** – podélné trhliny vznikají v namrzavých jílovitých zeminách bez adekvátního obsypu což způsobuje tlak okolní zeminy na potrubí. Pokles nebo zdvih zeminy může mít destruktivní účinky v případě dotyku kamene s potrubím.
- **Tlak vody** – při kolísání tlaku vznikají tlakové rázy, které mohou způsobit vznik poruchy.
- **Výrobní vady materiálu** – jeden z největších podílů příčin vzniku poruchy.
- **Stáří potrubí** – stupeň opotřebení. Potrubí je funkční, ale mnohdy už za svou životností.
- **Zatížení trubní sítě** – pohyb zeminy, otřesy a provoz těžkých vozidel často také přispívá k destrukci. Proto musí být potrubí obsypáno dostatečně pískem.
- **Agresivita prostředí** – podzemní vody a zeminy působí agresivně na vnější povrch potrubí. Agresivní jsou zeminy s chemickým působením, strusky a jílovité půdy.
- **Přeprava** – špatná přeprava trub a skladování se do budoucna mohou projevit negativně formou poruchy.
- **Bludné proudy** – narušení vnější strany potrubí bodovým odnosem materiálu.

Další faktory mohou být: provozní nedostatky, poddolování, nedodržení technologických postupů, koroze, seismologické jevy, úmyslné nebo neúmyslné poškození sítě (např. sražený hydrant) (Řehoř a Chalupa 1986, Smith a kol. 2000).

### **3.7. Ochrana proti porušení vodovodního řadu**

#### **3.7.1. Ochranná pásma vodovodních řadů**

K ochraně vodovodních řadů před poškozením se vymezují ochranná pásma stanovená zákonem č. 274/2001 Sb. – o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů.

Ochranná pásma jsou vymezena vodorovnou vzdáleností od vnější stěny potrubí na každou stranu.

a) do průměru 500 mm včetně = 1,5 m      v hloubce větší než 2,5 m potom 2,5m

b) nad průměr 500 mm                      = 2,5 m      v hloubce větší než 2,5 m potom 3,5 m

Vlastník vodovodu nebo provozovatel je povinen žadateli poskytnout informaci o možném středu jeho záměru s ochranným pásmem vodovodního řadu (§23 zákona 274/2001 Sb.)

#### **3.7.2. Označení vodovodních zařízení**

Poklopy armatur (hydrantů, šachet, šoupátek a přípojek) vodovodů uložených v zemi jsou označeny orientačními tabulkami podle ČSN 75 5025, u hydrantů červenou a u ostatních modrou barvou.

Tabulky se umísťují na viditelných místech v zastavěných částech na zdi objektů nebo část plotů. V nezastavěné části jsou tabulky osazeny na sloupcích s modrými a bílými pruhy šíře 120 mm ve výšce 1,8 až 2,5 m nad terénem. Největší vzdálenost armatury od tabulky je 20 m kolmém směru a 15 m v bočním směru.



Vodovodní řad, který vede mimo zastavěnou část, by měl být označen barevnými (modrobílými pruhy) sloupky nejméně každých 150 m v přímém směru a na každém lomu, odbočce a přechodu.

Na vodovodní řad v podzemí ve výšce 400 mm od potrubí by měla být položena výstražná folie s nápisem „Pozor voda“ v minimální šíři 200 mm a přesahem 50 mm (Standardy pro vodovodní síť).

Obr. 23 - Tabulka označující armaturu (URL 16)



### 3.7.3. Způsob ochrany proti korozi

Zmírňující účinky elektrochemické koroze a bludných proudů můžeme rozdělit do tří skupin.

#### Zvýšení korozní odolnosti

Volba materiálu potrubí:

- **Anorganické nekovové materiály:**  
V této skupině jsou potrubí azbestocementová, železobetonová a skleněná.
- **Organické nekovové materiály:**  
Do této skupiny můžeme zařadit potrubí z polyvinylchloridu (PVC), polyetylenu (PE), a sklolaminátu (GRP)

#### Mechanické oddělení povrchu trub od elektrolytů (pasivní ochrana)

Pasivní ochrana má za úkol co nejvíce zvýšit přechodový odpor v místě kontaktu povrchu potrubí a půdy.

## 1. Pasivní ochrana potrubí

### - **Izolace potrubí**

Mohou být z plastu, bitumenové nebo speciální a musí splňovat několik kritérií:

- a) vysoká odolnost vůči chemickým vlivům látek obsažených půdě
- b) vysoký elektrický odpor,
- c) odolnost vůči biologickým vlivům,
- d) odolnost vůči elektrochemickým vlivům stejnosměrného proudu,
- e) teplotní stálost pro dopravu, skladování, montáž a provoz potrubí,
- f) trvalá přilnavost ke kovu potrubí,
- g) nesmí být porézní a obsahovat látky, které podporují korozi,
- h) odolnost proti mechanickému poškození při dopravě, skladování a montáži

### - **Izolační spoje**

Jejich hlavním cílem je snížit podélnou vodivost potrubí při izolování jednotlivých úseků mezi sebou. Dříve se používaly izolační spoje přírubové dnes jen lepené. Dále se používají nevodivé muzikusy a izolační šroubení.

### - **Stavební ochrana**

Je např. uložení potrubí v chráničce, v kolektoru nebo kanálu.

### - **Ochrana vnitřních povrchů**

Cementové výstelky, vložky z plastických hmot, povlaky a epoxidové pryskyřice.

## 2. Aktivní ochrana potrubí

Tato ochrana pouze doplňuje pasivní ochranu. Princip této metody spočívá v udržení rovnováhy mezi elektrony a ionty železa, to má za následek zastavení koroze.

### - **Katodická ochrana s vnějším zdrojem proudu**

Nejčastěji se používá u ocelových dálkových potrubí (vodovody, plynovody, jiné produktovody). Základním kritériem této ochrany potrubí je hodnota potenciálu proti referenční elektrodě instalované v zemině obklopující potrubí.

- ***Katodická ochrana galvanickými anodami***

Použití při malém odběru ochranného proudu u kratších potrubních řadů a chrániček s malou chráněnou plochou v půdách s malým měrným odporem.

- ***Ochrana elektrickými drenážemi***

Používá se u dálkových potrubí s předpokládaným výskytem bludných proudů a zdroj bludných proudů je ve vzdálenosti, že drenážní ochrana zlepšuje korozní situaci na určitém úseku potrubí (Novák a kol. 2003).

### **3.8. Detekce úniků a přístroje na vyhledávání poruch**

Snižování ztrát v distribučních sítích je celosvětovou problematikou a každá vodárenská společnost by se jí měla dlouhodobě věnovat a využívat nasbírané informace v oblasti rekonstrukcí a budování nových vodovodních řadů. Dostatek informací o této problematice zajistí efektivnost investic a jejich návratnost v kratším časovém období. Snížení ztrát je ekonomická nutnost pro další faktory, jako jsou provozní náklady a tím i cena vodného a stočného.

Pátrání po poruchách by měla provádět specializovaná, obvykle dvoučlenná jednotka zkušených a proškolených pracovníků, vybavená spolehlivými a citlivými detekčními přístroji. I přes to, že tato technika v posledních letech prošla velkým pokrokem, zkušenost s přístroji a s vodovodní sítí bývá nenahraditelná (Kročová, 2004).

#### **3.8.1. Akustické metody**

Rychlost šíření zvuku při poruše, který vydává tlaková voda pronikající přes netěsnosti systému:

LITINA	cca 1200 m/s
OCEL	cca 1300 m/s
PVC	cca 340 m/s
PE	cca 380 m/s

(SEBAKMT informační materiály společnosti)

## Odposlechy

Přístroje, které akusticky snímají zvuk z potrubí přes propojovací armatury. S příchodem nových materiálů se účinnost této metody snižuje z důvodu nízké vodivosti (rychlost šíření zvuku) potrubí (Kročová, 2004).

Obr. 24 - Odposlechová souprava



Obr. 25 - Použití v praxi



## Půdní mikrofon

Dohledání poruchy půdním mikrofonem se používá na již předem vyznačený vodovod a bližší upřesnění místa poruchy. Postupuje se po úsecích cca 0,5m a hledá se intenzita největšího šumu (interní materiály VaK Ivančice).

Obr. 26 - Půdní mikrofon



Obr. 27 - Použití půdního mikrofonu



### 3.8.2. Korelátory

Unikající voda z potrubí vytváří šum, který se šíří v obou směrech. Při této metodě dva senzory umístěné na potrubí snímají tento šum a radiovou cestou se přenáší ke korelátoru, který na základě časového zpoždění vypočítá vzdálenost poruchy od místa snímání. Nutné je však zadat údaje o průměru potrubí, vzdálenosti a druhu materiálu. Přesnost výsledku je závislá na přesnosti vstupních údajů. Nejnovější generace mají integrované předzesilovače a aktivní snímače, které jsou schopny snímat i velmi nízké frekvence a tím dosahovat lepších výsledků u materiálů se špatnou akustickou vodivostí (PVC, PE) (Novák 2003, SEBAKMT informační materiály společnosti).

Obr. 28 - Digitální korelátor Correlux P-2

Obr. 29 - Digitální korelační systém



### 3.8.3. Smartball

Jedná se o novou technologii na detekování úniku vody na vodovodních řadech od Americko-kanadské firmy Pure Technologies Ltd.

Tzv. chytrý balónek má ve svém hliníkovém těle o průměru 66 mm záznamník, který snímá a ukládá vytvořené šumy z unikajícího vodovodu.

Upraveným vstupem potrubí se vloží balónek a ten se pohybuje proudem vody a zaznamenává akustická data. Ještě před zahájením vlastního měření jsou na požadovaném úseku potrubí osazeny senzory, které sledují pohyb balónku.

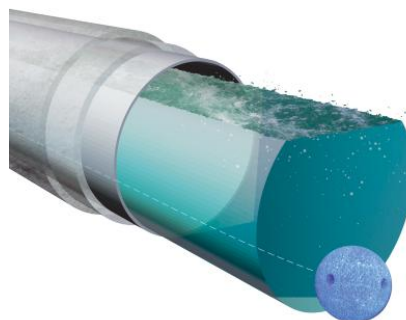
Mohou být osazeny maximálně 1000 m od sebe, jejich poloha je zanesena do souřadnic GPS a porovnána se zachycenými signály ze Smartballu a tím slouží k přesné lokalizaci místa úniku vody.

Proti poškození je obalen ve vrstvě molitanu. Jednou kontrolou lze dosáhnout vzdálenosti až 23 km potrubí a doba záznamu je až 13 pracovních hodin (SOVAK, 2010 číslo 9), (SOVAK, 2009 číslo 9).

Obr. 30 – Smartball



Obr. 31 - Aplikování Smartballu



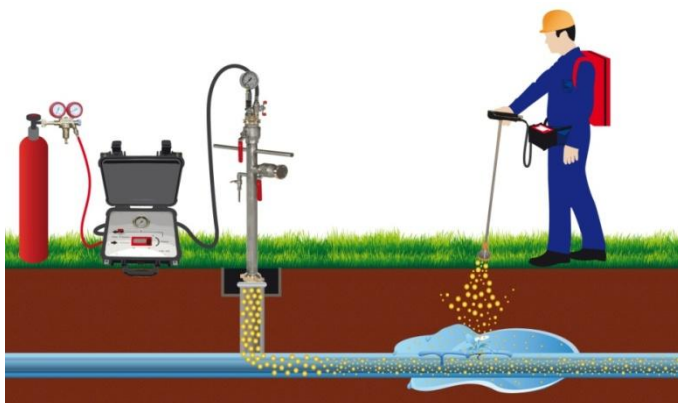
#### 3.8.4. Neakustické metody

Tyto metody pro lokalizaci poruch nevyužívají principu akustického signálu, který vytváří unikající voda z potrubí.

##### Vodíková metoda H<sub>2</sub>

Má své uplatnění tam kde selhávají akustické metody, případně ve hlučném prostředí, není dostatečný provozní tlak, porucha na plastovém potrubí nebo málo kontaktních bodů na síti. Do potrubí se aplikuje z tlakové lahve směs plynu vodíku s dusíkem v poměru H<sub>2</sub> 5% : N 95%. Je využíváno vlastnosti vodíku, který je lehčí než vzduch a stoupá kolmo vzhůru a proniká skrz všechny netěsnosti a povrchy jako je beton a asfalt. Vodík je následně snímán citlivými senzory, které zachytí koncentraci od 0,7 ppm. Nevýhodou je vyšší časová náročnost a příprava. Výhodou je vysoká spolehlivost a přesnost určení lokalizace poruchy (SEBAKMT informační materiály společnosti).

Obr. 32 - Použití metody H<sub>2</sub>



### Kamerové prohlídky

Kamerový systém se prioritně využívá při prohlídkách kanalizačních stok. Kamera je vybavena otáčivou hlavou s barevným obrazem, přisvícením a funkcí zoom. Použití pro detekci úniků vody je spíše výjimečné kvůli své komplikovanosti a dostupnosti. Vše je ovládáno na pojízdném vozíku s dosahem kabelu až 200m (Šťastný, 2007).

Obr. 33- Inspekční kamerový systém



### Modelování vodovodních sítí

Model proudění vody v tlakových trubních sítích slouží k získání potřebných informací ve všech částech sítě o tlakových a průtokových poměrech. Měření přímo na síti sice umožňuje získat cenné informace o průtokových a tlakových poměrech v jednotlivých bodech, ale získání těchto údajů pro celou síť je ekonomicky velmi náročné. Mnohem vhodnější je získání potřebných informací o průtokových a tlakových poměrech v síti využitím matematického modelu v kombinaci s údaji z měření na posuzované síti ve vhodně a účelně zvolených bodech (prezentace Vodohospodářské společnosti Sokolov).

## 4. Metodika

Nezbytné pro zpracování bakalářské práce na toto téma bylo rozšíření znalostí v daném okruhu. Informace jsem čerpal z doporučené literatury, zapůjčených knih, časopisů, interních materiálů provozovatele vodovodní sítě, zákonů a internetových zdrojů. Důležité také byly informace, nasbírané během mé třináctileté praxe ve vodárenském provozu, který se danou problematikou zabývá.

Dále jsem musel vytřídit získané podklady a roztřídit do jednotlivých bodů zadání pro stanovení obsahu bakalářské práce.

Pro konkrétní příklad řešení vyhledání a odstranění poruchy jsem oslovil provozovatelskou společnost, která mi poskytla všechna potřebná data o konkrétním případě v obci Lomnice. Data jsou v závěru práce srovnány s ostatními českými a dvěma zahraničními společnostmi.

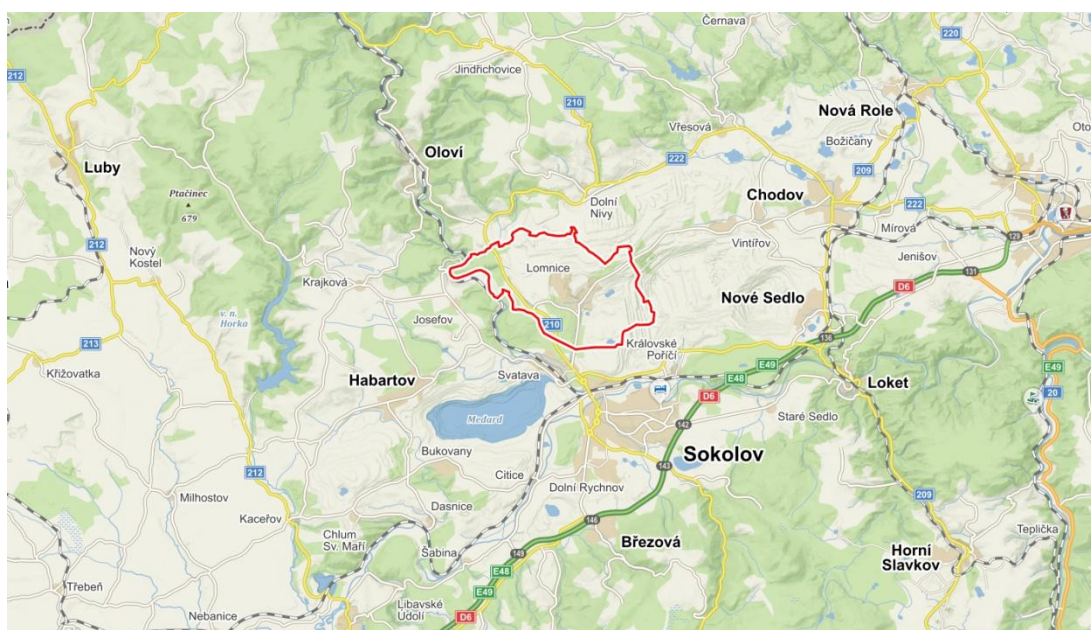


## 5. Stručný popis vodovodního systému oblasti

### 5.1. Popis lokality – Obec Lomnice

Obec Lomnice se nachází 4 km od okresního města Sokolov. V současné době je obec rozdělena na dvě části – Lomnice a Týn. Část obce Lomnice leží v nadmořské výšce 443 m a část obce Týn v nadmořské výšce 462 m. Celková rozloha obce je 13,9 km<sup>2</sup>. Počet obyvatel k roku 2019 je 1336.

Obr. 34 – Obec Lomnice (Mapy, 2020)



### 5.2. Zásobování vodou

V současnosti je obec zásobována z vodojemu před spotřebišťem Lomnice do něhož se voda dostává gravitačně odbočkou z řady IIIa Skupinového vodovodu Horka. Spotřebišť je zásobováno gravitačně. Síť je částečně zokruhována. V horní části oblasti Týn se nachází posilovací stanice, která zesiluje tlak vody v této části obce. V Lomnici se nachází potrubí v rozmezí DN 50–200 mm. Převažuje plastové potrubí z PVC a PE.

Vodojem Lomnice je zahrnut v dispečinku provozovatele. V rámci tohoto objektu je monitorován tlak na vstupu, přítok do vodojemu, odtok z vodojemu a hladina vody v jednotlivých nádržích. Nátok do vodojemu je řízen regulační armaturou se servopohonem (Technická zpráva 2019 VDJ Lomnice).

### 5.3. VDJ Lomnice

Stávající VDJ Lomnice se stává z armaturní komory a jedné komory akumulární o objemu 400m<sup>3</sup> a je z větší části podzemní. Přívodní potrubí do VDJ je ocel 150 mm, jehož součástí jsou armatury (přírubová šoupata, mezipřírubová uzavírací klapka a přírubový vodoměr DN 50). Odtokové potrubí do zásobního řadu je ocel DN 200 mm, jehož součástí jsou armatury (přírubová šoupata, mezipřírubová uzavírací klapka a přírubový vodoměr DN 80).

**Vlastník:** Sokolovská vodárenská s.r.o.

**Uvedení do provozu:** 1985

**Stavební provedení:** zemní jednokomorový systém

**Odpad:** odvádí vody z přepadu a z vypouštění VDJ mimo jeho objekt, vypouštění šoupětem Š5

**Funkce:** slouží jako vyrovnávací, nátok do komory je pomocí přivaděče OC DN 150 mm.

**Provozní hladiny ve vodojemu:**

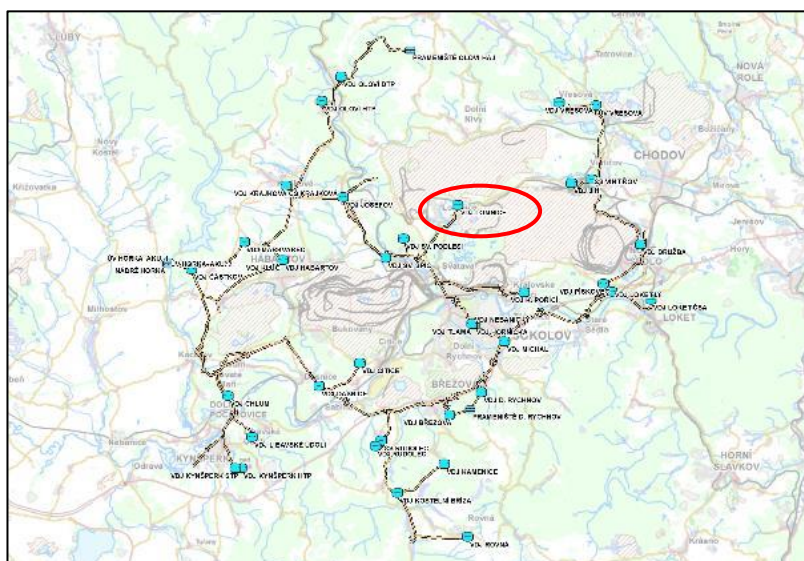
Minimální hladina – 485,15 m n.m.

Dolní provozní hladina – 485,25 m n.m.

Horní provozní hladina – 489,95 m n.m.

Maximální hladina – 490,05 m n.m. (*Sborník VDJ Lomnice*)

Obr. 35 - Skupinový vodovod Horka s vyznačeným VDJ Lomnice (materiál VOSS s.r.o.).



## 6. Přístroje použité pro vyhledávání poruch

Tyto přístroje a systém zmíněny již v předchozích kapitolách

- **Systém modelování vodovodních sítí**
- **Odposlechová souprava**
- **Digitální korelační systém Enigma**
- **Digitální korelátor Correlux P-2**
- **Půdní mikrofon**

Postup těchto technologií je ideální pro dosažení vysoké efektivity. Systém modelování sítí nejdříve odhalí poruchu v obci, následně v ulici. Odposlechová souprava se používá pro prvotní odposlech šumu na síti přes osazené armatury, kterými jsou šoupata, hydranty, ventily, armaturní šachty i samotné potrubí. Digitální korelační systém Enigma je momentálně jeden z nejlepších přístrojů pro rychlé a plošné měření křížovou korelací na síti.

Digitální korelátor Correlux P-2 slouží pro rychlé přeměření daného úseku pravděpodobné poruchy.

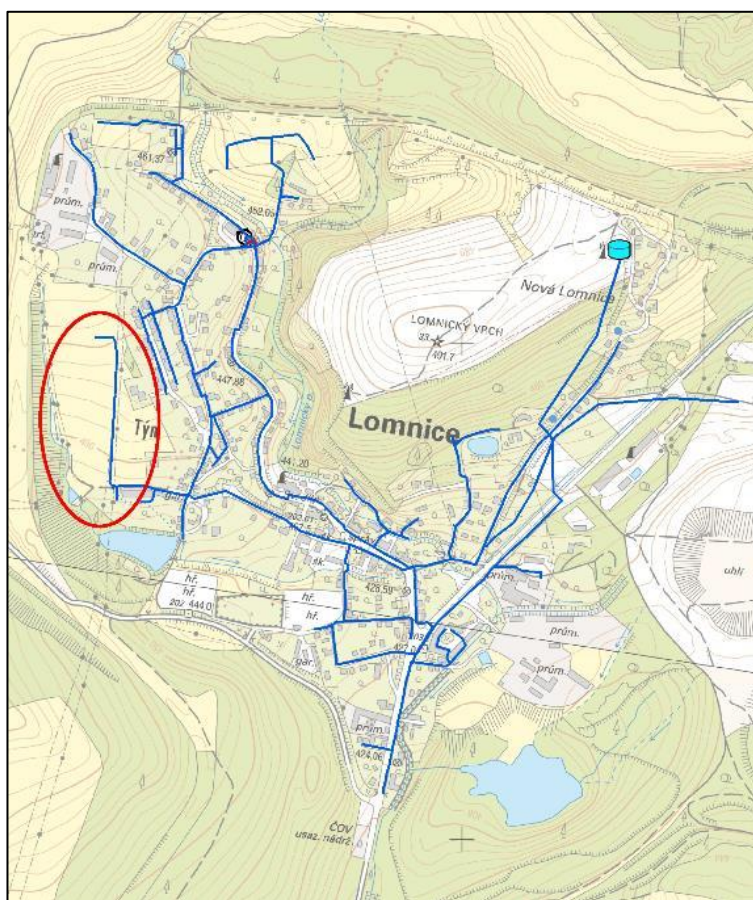
Půdní mikrofon má využití při konkrétním dohledání poruchy. Upřesnění a potvrzení předchozích měření.

## 7. Vyhledávání poruch v dané lokalitě

V obci Lomnice se po připojení nové zástavby RD vyskytl problém na rozvodné síti v nové zástavbě rodinných domů ležící v jihozápadní části Týna v ulici Sukova. Oblast leží v nadmořské výšce 446–461 m n.m. Plánuje se zde ještě výstavba dalších rodinných domů.

Při zvýšených odtocích z VDJ neúměrně klesal tlak ve spotřebišti a docházelo tedy k nedostatečnému zásobení obyvatel pitnou vodou. Předpokládalo se, že tento stav je dán s velkou pravděpodobností místní ztrátou, která se významně projevuje pouze při vyšších nestandardních průtocích v síti. Cílem bylo pomocí hydraulického modelu identifikovat problémové místo a pomoci tak provoznímu oddělení nalézt konkrétní závadu. Síť této obce je poměrně rozsáhlá.

Obr. 36 – Situace vodovodu s vyznačením oblasti s novou zástavbou (materiál VOSS s.r.o.)



## **7.1.      System modelování vodovodních sítí**

Provedla se měrná kampaň, která se analyzovala. Měřily se okrajové podmínky – průtok a tlak. Byly zvoleny klíčové body – hydranty, kde se vytvořil výtokem zvýšený odběr vody. Průtok byl měřen pomocí vodoměru osazeného na hydrantu. Dále byly použity známé měřené průtoky ve vodojemu a čerpací stanici. Tímto se definoval odběr vody v síti. Tlak se monitoroval pomocí tzv. loggeru tlaku, který se přímo osazuje na hydranty. V místech, kde nebyl k dispozici hydrant, se tlak měřil ve vodoměrných šachtách.

Porovnáním naměřených a vypočtených hodnot byl zjištěn rozdíl, na jehož základě se identifikoval a lokalizoval zdroj problémů. Navazující činnost byla příjezd posádky Měřícího vozu vybaveného moderními přístroji pro vyhledávání poruch a již fyzicky na místě prověřit danou lokalitu všemi dostupnými přístroji a metodami měření pro co nejpřesnější lokalizaci místa úniku. V mapových podkladech bylo zjištěno, že v ulici Sukova se nachází vodovodní řad PE 90 mm.

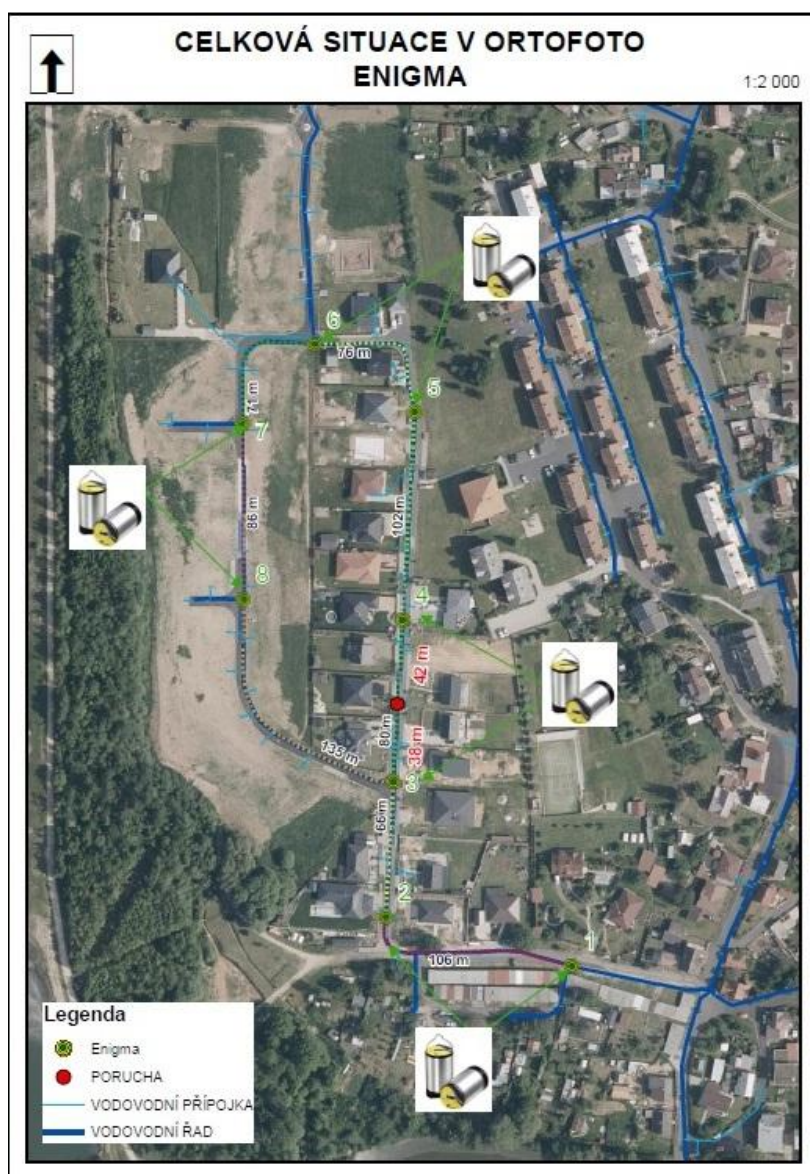
## **7.2.      Odposlechová souprava**

Prvotní úkon byl prověření všech dostupných šoupátek, přípojek a dalších armatur odposlechovou soupravou. Touto činností nebylo možné určit místo vzniklé poruchy.

### 7.3. Digitální korelační systém Enigma

Bylo provedeno rovnoměrné rozmístění 8 loggerů Enigma na vodovodní síti osazené na sekční šoupátka a domovní přípojky. Naměřené hodnoty byly ihned na místě zpracovány a vyhodnoceny. Podmínky pro vyhodnocení výsledků bylo nutno zadat parametry sítě: materiál, průměr potrubí a vzdálenost loggerů mezi sebou. Po vyhodnocení dat bylo označeno místo pravděpodobné poruchy mezi loggery 3 – 4. Konkrétně 38 m od bodu měření 3 a 42 m od bodu měření 4. Kvůli velké vzdálenosti nebylo možné poruchu potvrdit křížovou korelací s jinými body měření.

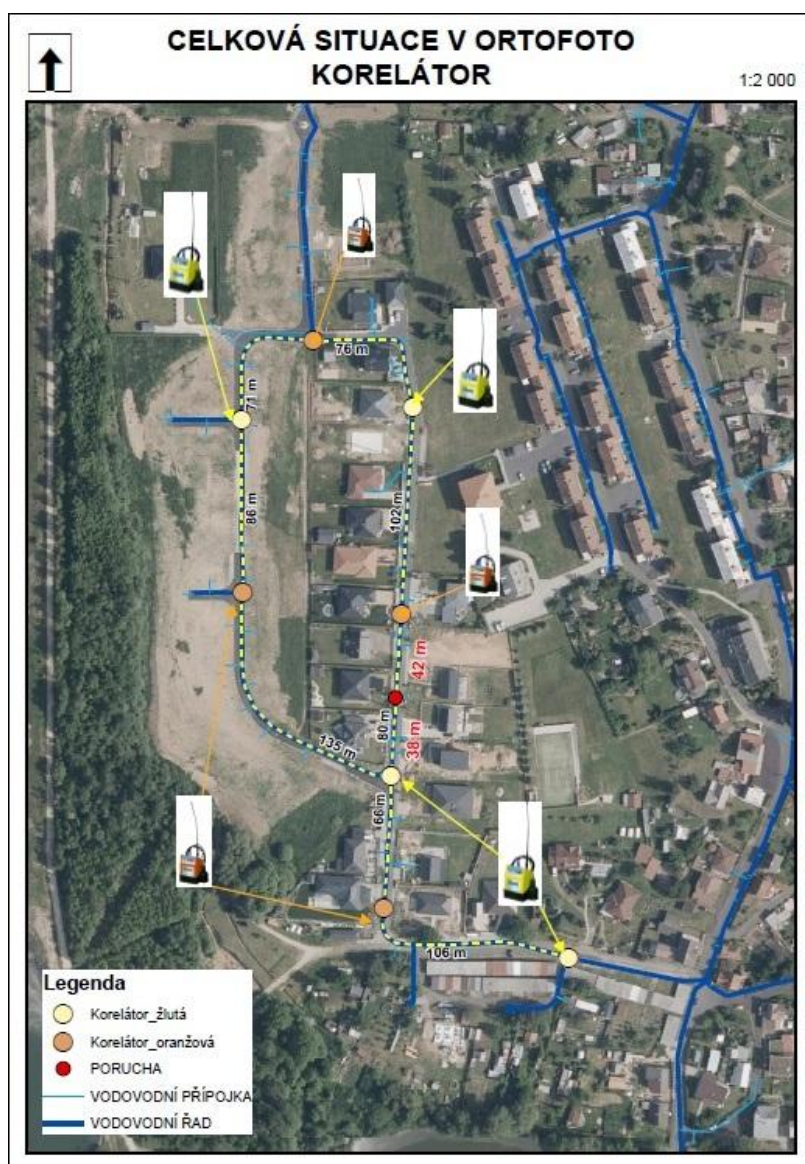
Obr.37 – Plánek měření Enigma



## 7.4. Digitální korelátor Correlux P-2

Pro potvrzení místa pravděpodobné poruchy byla daná oblast přeměřena digitálním korektorem Correlux P-2, který se skládá za dvou vysílacích jednotek. Ty jsou barevně rozlišeny na oranžovou a žlutou. Vyhodnocovací jednotka je označena modře. Vysílací jednotky byly systematicky rozmístřovány tak, aby byla proměřena celá trasa požadovaného úseku a tím se buď potvrdilo nebo vyvrátilo pravděpodobné místo poruchy určené korelačním systémem Enigma. Měření Correluxem P-2 se shodovalo s místem určeným systémem Enigma. Odměřila se vzdálenost od žluté jednotky 38 m a modrým sprejem se vyznačila na pozemní komunikaci.

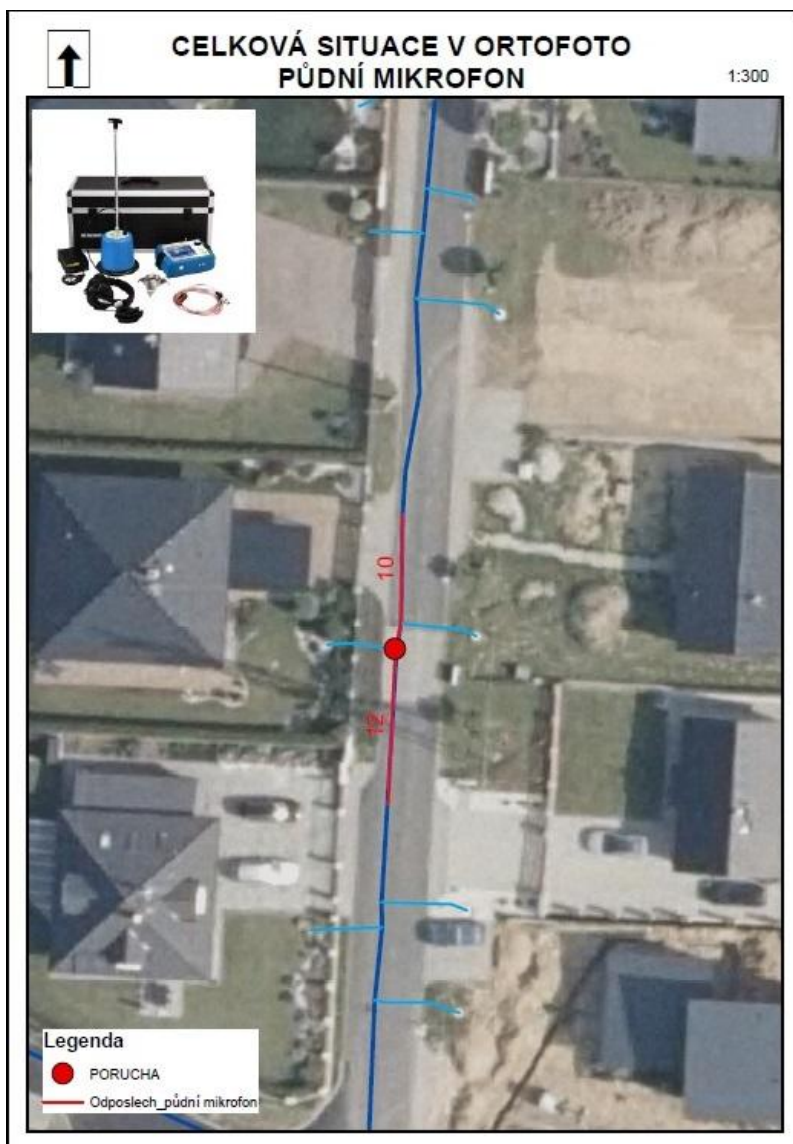
Obr. 38 – Plánek měření Correlux P-2



## 7.5. Půdní mikrofon

Půdním mikrofonem bylo odposlechnuto místo poruchy v délce 22 m s umístěním poruchy uprostřed. Tato akustická metoda potvrdila výsledky předchozích 2 měření.

Obr. 39 – Plánek odposlechu - půdní mikrofon





## 8. Vyhodnocení úspěšnosti nalezení poruchy

### 8.1. Přesnost nalezení poruchy

Použitím hydraulického modelu společnosti byla specifikována část obce Lomnice, kde docházelo ke skrytému úniku vody z vodovodního řadu PE 90 mm. Následně byly zahájeny další provozní postupy, které skrytou poruchu konkretizovaly přesněji.

### 8.2. Oprava poruchy

Po lokalizaci a potvrzení místa poruchy následovala žádost vyjádření provozovatelů k okolním distribučním sítím. Zařízení plynovodu, teplovodu, veřejného osvětlení se nenacházelo. Jediné zařízení, které bylo souběžně s vodovodem, byl elektrický kabel společnosti ČEZ, který byl uložen 50 cm pod povrchem a označen bezpečnostní páskou.

Při započetí zemních ručních prací byla odhalena domovní přípojka, která na povrchu nebyla osazena otevíracím poklopem. Při odebírání podloží se začala postupně objevovat unikající voda z řadu. Uzavřením přípojkové ovládací tyče se nic nezměnilo. Vyloučila se tím možnost, že by porucha mohla být na trase k rodinnému domu. Při prohlubování výkopu přibývalo více vody a bylo nezbytné hlavní řadu odstavit a odčerpat vodu pro další výkopové práce. Při dokopání a dočištění bylo zjištěno, že příčná prasklina nacházející se blízkosti navrtávacího pasu na hlavním řadu Pe 90 mm mohla být způsobena nevhodným hrubým zásypem již při výstavbě.

Proto bylo nutné vyříznutí poškozené části, nahradit ho jiným se stejným průměrem, konce potrubí propojit Synoflex spojkami a nově osazeným navrtávacím pasem, kterým se propojila stávající přípojka. Následovalo otevření sekčního šoupěte, napuštění řadu vodou a zároveň ověření těsnosti nově osazeného a montovaného materiálu. Zpětné zasypání pískem kolem potrubí bylo doplněno přivezeným štěrkem, který byl zhutněn a vrchní část zpevněna živíci.

#### **Soupis použitého materiálu na opravu:**

- 2x Synoflex Multi-range hrdlo/hrdlo
- pas navrtávací pro Pe 90 x 1''
- ventil domovní přípojky 1''
- zemní souprava šoupátková – teleskopická 1,3 – 1,8 m

- spojka přímá pro Pe DN 32 mm
- přechod pro Pe vnější závit 32 x 1''
- koleno pozink 1'' / 90° vnitřní – vnější závit
- deska podkladní přípojková, - poklop uliční přípojkový
- potrubí Pe  $\varnothing$  90 a 32 mm a konopný instalatérský len s mazací pastou

Obr. 40 – Potrubí před opravou



Obr. 41 – Potrubí po opravě



Tab. 1 – Poruchy obec Lomnice (materiál VOSS s.r.o.)

<b>ROK</b>	<b>OBEC</b>	<b>Porucha</b>	<b>Náklady na opravy v Kč</b>
2019	Lomnice	5	189 514.-
2018	Lomnice	2	43 592.-
2017	Lomnice	3	38 966.-
2016	Lomnice	3	120 264.-
2015	Lomnice	2	69 532.-
<b>Celkem</b>		<b>15</b>	<b>461 868.-</b>

Vodohospodářská společnost Sokolov musela v obci Lomnice řešit v uplynulých pěti letech celkem 15 havárií na vodovodní síti. Součet nákladů na opravy je 461 868 Kč. Průměrná cena jedné opravy vychází 30 791 Kč.

Tab. 2 – Voda nefakturovaná Sokolov – Sokolovsko 2014 – 2019

<b>Voda nefakturovaná 2014-2019</b>			
	Voda nefakturovaná v (%) provoz Sokolovsko	Ztráty v ( %) provoz Sokolov	Voda nefakturovaná v (%) město Sokolov
2014	22,17	19,49	6,1
2015	20,75	17,59	11,5
2016	18,78	16,58	7,3
2017	17,57	15,46	8,2
2018	17,15	13,42	7,6
2019	20,38	17,02	11,7

Za provoz Sokolovsko mezi roky 2014 – 2018 je vidět snižování procento vody nefakturované a s tím i úměrné klesající ztráty za provoz Sokolov.

Tab. 3 - Voda nefakturovaná porovnání ČR – SK - PL

<i>společnost</i>	<i>skutečnost</i> % VNF r. 2014	<i>skutečnost</i> % VNF r. 2015	<i>skutečnost</i> % VNF r. 2016	<i>skutečnost</i> % VNF r. 2017	<i>skutečnost</i> % VNF r. 2018
Hradec Králové (KHP)	16,2	18,1	18,8	14,7	16,0
Olomouc (MOVO)	22,5	20,8	18,1	21,5	21,0
Praha (PVK)	18,2	19,0	15,6	16,4	15,0
Sokolovsko (VOSS)	22,1	20,8	18,8	17,6	17,2
Poprad - SK (PVPS)	31,9	31,7	30,7	31,3	31,0
Bratislava - SK (StVPS)	36,9	36,5	35,9	35,7	36,0
Tarnowskie Góry - PL (PWIK)	22,8	25,3	22,2	21,4	21

Legenda:

- České vodohospodářské společnosti
- Slovenské vodohospodářské společnosti
- Polská vodohospodářská společnost
- Nejnižší procento VNF v daném roce
- Nejvyšší procento VNF v daném roce

## 9. Diskuze

V České republice jsou ztráty pitné vody podrobně sledované od počátku 90. let. Změna struktur provozovatelů kanalizačních a vodovodních sítí nastala při přechodu ze státního na soukromý sektor. Ve světě je několik nadnárodních společností, které vlastnily soukromě 100 % akcií, ale tento způsob provozování sítí pomalu končí a vrací se k původnímu modelu, kde si majitelé provozují svůj majetek.

Každý provozovatel distribuční vodovodní sítě na našem území má specifické podmínky svého kraje, ve kterém činnost provozuje. Geologické podmínky jsou různé. Oblasti zasažené těžební činností, poddolovaná území, navážky až po pevné rostlé terény. Rozdílná je i míra urbanizace a množství průmyslových objektů.

Nynější kvalita potrubí a použité materiály se odvíjí od roku výstavby. Nejstarším materiálem pro výrobu potrubí je litina. (Již od roku 1901 vyrábí firma Buderus). Mladší vodovody jsou převážně budovány z plastových potrubí. Výhodou je nejen cena, ale i lepší manipulace s potrubím. Pro dlouhodobý bezporuchový provoz je velmi důležitý správný návrh materiálů potrubí, geologická skladba a obsyp.

Současní spotřebitelé šetří vodou hlavně z finančních důvodů. Každoroční plošné zvýšení vodného a stočného je důkaz toho, že klesá dlouhodobě spotřeba vody. Nynější hodnoty spotřeby vody jsou už tak minimální, že se další snižování nepředpokládá. Cena vodného a stočného na Sokolovsku za rok 2019 byla 77,80 Kč a pro rok 2020 je stanovena na 80,91 Kč.

Většina spotřebitelů ani neví kolik vody průměrně za den, měsíc nebo rok spotřebují. Odhad o denní spotřebě v České republice je mezi 100 – 120 litry. Při osobní hygieně, splachování WC a praní prádla se spotřebuje asi 70 % denní spotřeby. Zbylá voda je využita vařením, mytím nádobím a zaléváním rostlin. Spotřebitelé by mohli snížit denní dlouhodobou spotřebu vody tím, že by osadili na WC mechanismus dvojitého splachování s volbou protečené vody. Výměnou starých sprch za nové lze snížit spotřebu téměř na polovinu. Pračky starší více než 10 let spotřebují za jeden cyklus 80 – 90 litrů, nové moderní využijí jen 40 – 45 litrů. Šetřit se dá i změnou chování. Plné vany nahradit sprchováním, při čištění zubů neposlouchat jak zbytečně odtéká voda zpět do kanalizace puštěným kohoutkem. Mytí nádobí tekoucí pod tekoucí vodou je už přílišný luxus. Výhodnější je mytí v napuštěném dřezu nebo v úsporné myčce, která využije pouze 10 – 15 litrů vody. Když se tyto návyky stanou samozřejmostí pro čtyřčlennou rodinu, tak uleví nejen jejich peněžence, ale také životnímu prostředí. Lidé berou vodu z vodovodu jako

běžnou součástí svého života, až při přerušení dodávky této tekutiny jim teprve dochází jak velkou má pro ně cenu.

Proto odstraňování vzniklých poruch je velmi důležitá součást každého provozovatele především těch skrytých, které se hůře lokalizují. Velké poruchy a střední poruchy se opravují neprodleně. Opravdu malé poruchy někteří provozovatelé nechtějí řešit, protože náklady vynaložené na opravu jsou několikanásobně vyšší a zdá se, že je to ekonomicky nevýhodné, ale z dlouhodobého hlediska je opak pravdou. I sebemenší únik vody v časové ose několika let se stane pro provozovatele finančně nevýhodným. V minulosti byla velká část nefakturována vody realizované z důvodu častých poruch a jednoduchých nebo žádných přístrojů na vyhledávání. To mělo za následek ušlý zisk z fakturace. Historicky se dá říct, že se situace zlepšila se začínajícími analogovými přístroji a jinými jednoduchými odposlechy, které si vyráběli samotní montéři. Začalo více sledovat samotné dohledávání. Proutkaření bylo a je taky jednou z metod pro nalezení vodovodního řádu, případně pro nalezení vodního ložiska. Tato metoda se v dnešní době využívá ve vodárenství spíše jen okrajově nebo z nouze. Několikrát osobně vyzkoušeno. Výrobci přístrojů (např. Primayer, Seba, Fast) nabízí zákazníkům široké portfolio, ve kterém si vybere jak malá firma, která se zabývá hledáním poruch, ale i velká společnost, která může provozovat plošný online monitoring sítě v délce několika kilometrů.

I když cena těchto přístrojů nebyla nikdy malá, spíše se dá říct, že vyšší, tak pro uživatele vždy měly a mají velký přínos. Korelační přístroje, které pracují na principu rychlosti šíření zvuku. Jsou malých rozměrů, jednoduché na ovládání i prvotní vyhodnocení. Informace získané přímo na místě nalezené poruchy urychlují postup prací k odstranění havárie na potrubí. Přístroje mají také své limity. Při měření poruchy na kovových (ocel, litina) materiálech může být vzdálenost i několik stovek metrů. U nekovových materiálů (Pe, PVC) se měřitelná vzdálenost značně snižuje. V dnešní době kdy se preferují při pokládkách a opravách výhradně plasty, které jsou ideální pro rychlé a snadné použití. Postupem času se ukazuje, že tento způsob pokládek a oprav není úplně ideální pro svou malou rychlost šíření zvuku v materiálu, která je 340 – 380 m/s. Při opravě hlavního řádu, kde je proveden výřez vadného kusu litiny a je nahrazen třeba jen metrovým kusem plastu se stát toto litinové potrubí necelistvé. Pro účely vyhledávání je nutnost vědět zda se v měřeném úsek nenachází tento vložený kus, který negativně ovlivňuje výsledky.

## 10. Závěr

Cílem této práce bylo popsat problematiku a postupy při vyhledávání poruch na vodovodním řadu v obci Lomnice.

Tato práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V první teoretické části jsou popsány kapitoly důležité pro znalost realizace vodovodů. Rozdělení materiálů vodovodních řadů. Jejich vlastnosti, výhody a nevýhody použití. Armatury na vodovodní síti jsou nedílnou a důležitou součástí pro bezchybný provoz vodovodních řadů a velmi důležité právě pro hledání poruch. Použity jsou jako kontaktní body s potrubím, které jsou pro měření na síti nezbytné. Kladení vodovodů je děleno na výkopovou a bezvýkopovou část. Každý způsob má své uplatnění za rozdílných podmínek. Ukázka a seznámení s akustickými a digitálními přístroji současnosti pro hledání poruch byla nezbytná, jelikož navazuje na praktickou část.

V praktické části této práce jsou popsány postupy při lokalizaci, zpřesnění místa, ověření odposlechovou metodou, vyhotovení výkopu, samotná oprava a oprava komunikace do původního stavu. Pro názornou ukázkou byla vybrána skrytě tekoucí porucha v obci Lomnice u Sokolova, kdy postupnými provozními kroky byl úspěšně opraven únik vody a tím se předešlo zbytečným ztrátám v oblasti vody nefakturované a případně vzniklé škody na majetku obyvatel.

Neméně důležitou roli v těchto situacích jsou i zkušenosti operátorů, kteří stojí před rozhodováním místa určení poruchy na základě měření. Neexistuje ani žádný univerzální postup, kterým se řídit, protože každá porucha je ovlivněna různými faktory a musí být vyhodnoceny individuálně.

Závěrem lze říct, že provozní postupy a používaná technika měření Vodohospodářské společnosti Sokolov s.r.o. jako provozovatele majetku Sokolovské vodárenské s.r.o. je na velmi dobré úrovni a výsledky jsou velmi dobré. Důkazem toho je tabulka provozovatele viz tab. 3.

## 11. Použité zdroje

### **Knižní zdroje:**

**BAYER H.-J., 2005:** HDD Practice Handbook. Vulkan – Verlag GmbH, Essen, 19-21 s.

**BERÁNEK J., 2004:** Inženýrské sítě. VUT Brno, Brno, 199 s.

**BÍBA J., 2018:** Technická zpráva VDJ Lomnice. VOSS s.r.o., Sokolov.

**BREEN J., 2006:** Expected lifetime of existing PVC water distribution systems. TNO Report, Eindhoven, 68 s.

**FRANCZYK K., 2012:** Klasifikace bezvýkopových technologií. Česká společnost pro bezvýkopové technologie, Praha.

**GRUNDWALD A., MACEK L., ŠRYTR P., 1998:** Vodárenství. Český svaz stavebních inženýrů, Praha, 189 s.

**GRÜNWARD A., MACEK L., ŠRYTR P., 1998:** Vodárenství. Český svaz stavebních inženýrů, Praha, 189 s.

**HASÍK O., 2007:** Stavby vodovodů a kanalizací. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava 132 s.

**HESSEL J., 2007:** 100 Jahre Nutzungsdauer von Rohren aus Polyethylen. 3R International, Eindhoven, 64 s.

**CHEJNOVSKÝ P., 2007:** Vodárenství – vodovodní sítě. Medim, Líbeznice, 66 s.



**KLEPSATEL F., RACLAVSKÝ J., 2007:** Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga Group s.r.o., Bratislava, 142s.

**KRÁLODVORSKÉ ŽELEZÁRNY, 1997:** Vodovodní potrubí z tvárné litiny. Královodvorské železářny, Králův Dvůr, 98 s.

**KROČOVÁ Š., 2004:** Provozování distribučních sítí pitných vod. VŠB Ostrava, Ostrava, 84 s.

**KROČOVÁ Š., 2006:** Havárie a řízení vodního hospodářství. VŠB Ostrava, Ostrava, 96 s.

**NEZBEDOVÁ E., VINARSKÝ P., 2008:** Specifikace aplikace sklolaminátových potrubí. Slovgas 2008/1: 4 - 7.

**NOVÁK J. a kol., 2003:** Příručka provozovatele vodovodní sítě. Medium, Líbeznice, 151 s.

**RATNAYAKA D. D., BRANDT M. J., JOHNSON M., 2009:** Water supply. Butterworth – Heinemann, Oxford, 704 s.

**ŘEHOŘ E., CHALUPA M., 1986:** Ztráty vody a jejich omezování. Ministerstvo lesního a vodního hospodářství, Praha, 331 s.

**SMITH A. L., FIELDS K. A., CHEN A. S. C. TAFURI A. N., 2000:** Options for leak and break detektion and rapair of drinking water systems. Battelle Press, Columbus OH, 180 s.

**ŠŤASTNÝ M. 2007:** Vyhodnocení kamerových prohlídek kanalizačních stok v městské části Ostrava-Vítkovice II, Bakalářská práce, VŠB-TUO, HGF, Ostrava

**TESAŘÍK I., 1987:** Vodárenství. Nakladatelství technické literatury, Praha, 436 s.

**TUHOVČÁK L., ADLER P., KUČERA T., RACLAVSKÝ J., 2006:** Vodárenství. VUT Brno, Brno, 252 s.

**ZLÁMAL K., 1977:** Hledání poruch ve vodovodním potrubí. SZN, Praha, 125 s.

### **Internetové zdroje:**

**BEZVÝKOPU** (online) [cit. 4. 4. 2019], dostupné z  
<[www.bezvykopu.cz/bezvykopove-technologie.php](http://www.bezvykopu.cz/bezvykopove-technologie.php)>

**SEBA KMT**, Vyhledávání poruch na vodovodní (online) [cit. 25. 3. 2020], dostupné z  
<<http://doczz.cz/doc/247557/vyhled%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD-tras-podzemn%C3%ADch-s%C3%ADt%C3%AD-a-lokalizace-poruch-na-v>>

**SOVAK, 2009:** časopis Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, (online) [cit. 23. 4. 2019], dostupné z  
<<https://www.sovak.cz/sites/default/files/nCNtfywbcdCcpkcnb/20099.pdf>>

**SOVAK, 2010:** časopis Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, (online) [cit. 23. 4. 2019], dostupné z  
<<https://www.sovak.cz/sites/default/files/yGuQdD9DYJ94w5bc7/Sovak0910opt.pdf>>

**VHOS, 2013:** Technické standardy pro vodovody a vodovodní přípojky, které provozuje VHOS, a.s. (online) [cit. 22. 3. 2019], dostupné z  
<[http://www.vhos.cz/eag\\_cz/resources/608322290843725615\\_634210849983931025\\_XV3N\\$6gl.pdf](http://www.vhos.cz/eag_cz/resources/608322290843725615_634210849983931025_XV3N$6gl.pdf)>

**VODOVOD INFO, 2011:** Hodnocení poruch na vodovodních řadech a přivaděčích. Online: <<http://www.vodovod.info/index.php/clanky/146-hodnoceni-poruch-na-vodovodnich-a-radech-a-privadecich#.Xm6krbuJKM9>>

## Legislativní zdroje:

**ČSN EN 805 Vodárenství** – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti.

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

**Zákon č. 274/2001 Sb.** – o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů.

## Seznam obrázků:

**Obr. 1 - Potrubí z šedé litiny** - Cast Iron Pipe (online) [cit. 23. 4. 2019], dostupné z [http://image.ec21.com/image/haventung/oimg\\_GC04105734\\_CA04163837/Cast\\_Iron\\_Pipe\\_Mould.jpg](http://image.ec21.com/image/haventung/oimg_GC04105734_CA04163837/Cast_Iron_Pipe_Mould.jpg)

**Obr. 2 - Potrubí z tvárné litiny** – Dingging-castironpipes (online) [cit. 23. 4. 2019], dostupné z <https://www.dinggin-castironpipes.com/ductile-iron-pipe/en545-ductile-iron-pipes/k9-ductile-cast-iron-pipes-with-epoxy-paint.html>

**Obr. 3 - Potrubí ocel** – Zssteeltube (online) [cit. 23. 4. 2019], dostupné z <https://www.zssteeltube.com/china-spirally-welded-steel-pipes-manufacturers/>

**Obr. 4 - Potrubí PVC** – Pipelife (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z [https://www.pipelife.cz/media/cz/pdf\\_products/TLAKOVE\\_POTRUBI\\_PVC\\_2014.pdf](https://www.pipelife.cz/media/cz/pdf_products/TLAKOVE_POTRUBI_PVC_2014.pdf)

**Obr. 5 - Potrubí PE** – Topení levně (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <https://www.topenilevne.cz/pe-trubka-voda-32-x-4-4-mm-ldpe-1m-p5831/>

**Obr. 6 - Potrubí PPR** – Aquatop shop (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <https://www.aquatopshop.cz/PPR-trubka-20-x-2-8-mm-PN-16-d641.htm>

**Obr. 7 - Potrubí GPR** – Hak velkoobchod (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <https://www.hakvelkoobchod.cz/vodovodni-a-tlakove-systemy/1430204923-sklolaminat/potrubí-sklolaminatove-hobas.htm>

**Obr. 8 - Místní vodovod se dvěma zdroji.** Šrytr P., 1998: Městské inženýrství 1. Academia, Praha, 434 s.

**Obr. 9 - Skupinový vodovod se společným vodojemem.** Šrytr P., 1998: Městské inženýrství 1. Academia, Praha, 434 s.

**Obr. 10 - Oblastní vodovod s několika zdroji** Chejnovský, P.: Vodárenství – vodovodní sítě. Líbeznice, 2007. VOŠS a SŠS Vysoké Mýto

**Obr. 11 - Šoupě** – Gas-as (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <<https://gas-as.cz/x77652/soupatko-prirubove-vikove-typ%3Aeko-plus-004dn-250pn-10-pitna-voda>>

**Obr. 12 - Zpětná klapka** - Pvc Alfa (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <<http://www.pcvalfa.cz/klapky-zpetne/klapka-zpetna-prirub-dn-125-epox-reta-pn16-l10-117-616-nerez-epdm-l350mm/>>

**Obr. 13 - Podzemní hydrant** - ATJ special (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <<http://www.atj.cz/hydranty-ostatni-hydrant-podzemni-dvojcinny>>

**Obr. 14 - Nadzemní hydrant** - ATJ special (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <<http://www.atj.cz/hydranty-ostatni-hydrant-nadzemni-standard>>

**Obr. 15 - Neovlivnitelný vodoměr** (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <<https://www.neovlivnitelnyvodomer.cz/produkty/prumyslovy-vodomer-bmeters-wde-k40/>>

**Obr. 16 - Uložení potrubí** - HASÍK O., 2007: Stavby vodovodů a kanalizací. VŠB Ostrava, Ostrava, 132 s.

**Obr. 17 - Hrdlový spoj COPTM** (online) [cit. 24. 4. 2019], dostupné z <<https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=27010&revision=-1&>>

**Obr. 18 - Svařování** – Aliaxis (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <<https://www.aliaxis-ui.cz/svarecky/svarecky-bez-dokumentace.html>>

**Obr. 19 - Metoda propichování kladivem.** BEZROUK P. a kol., 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Medium, spol. s.r.o., Líbeznice, 144 s.

**Obr. 20 - Metoda mikrotunelování se šnekovým odtěžením.** BEZROUK P. a kol., 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Medium, spol. s.r.o., Líbeznice, 144 s.

**Obr. 21 - Metoda směrového vrtání.** BEZROUK P. a kol., 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Medium, spol. s.r.o., Líbeznice, 144 s.

**Obr. 22 - Metoda směrového vrtání – postupné zatahování potrubí. BEZROUK P. a kol., 2008:** Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Medium, spol. s.r.o., Líbeznice, 144 s.

**Obr. 23 - Tabulka – Vodní strážci** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://vodnistrazci.cz/vse-o-vode/vodarensky-proces/ulicni-poklapy-a-znaceni-vodarenskych-zarizeni.html>

**Obr. 24 - Odposlechová souprava Radeton** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://www.radeton.cz/1-dotykov-e-a-zemni-mikrofony/312-hykr-on?language=cs>

**Obr. 25 - Použití v praxi** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://www.radeton.cz/1-dotykov-e-a-zemni-mikrofony/312-hykr-on?language=cs>

**Obr. 26 - Půdní mikrofon Seba KMT** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://www.sebakmt.com/cz/ctenar-portfolio/hl-50-bt-317.html>

**Obr. 27 - Použití půdního mikrofonu Seba KMT** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://www.sebakmt.com/cz/ctenar-portfolio/correlux-c-3-hl-318.html>

**Obr. 28 - Digitální korelátor Correlux P-2**, Sondeq (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z [http://www.sondeq.com.br/pt/nd\\_controle\\_correl.php](http://www.sondeq.com.br/pt/nd_controle_correl.php)

**Obr. 29 - Digitální korelační systém Radeton** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://www.radeton.cz/2-korelatory/292-enigma?language=cs>

**Obr. 30 - Smartball** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://puretechltd.com/audience/experts/>

**Obr. 31 - Aplikování Smartballu** Walledlake (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://walledlake.us/GLWA%20Communication%20FULL%20PACKET.pdf>

**Obr. 32 - Použití metody H<sub>2</sub>** ,Mercontrol (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <https://www.mercontrol.sk/tika/eshop/69-1-Lokalizacia-unikov-vody/496-2-Lokatory-unikov-vody/5/3377-HYDROLUX-HL5000-kombinovany-lokator-unikov-vody>

**Obr. 33 - Inspekční kamerový systém Retel** (online) [cit. 25. 4. 2019], dostupné z <http://www.ret-el-tv.pl/>

**Obr. 34 - Obec Lomnice** (online) [cit. 25. 3. 2020], dostupné z <https://mapy.cz/zakladni?x=12.6221873&y=50.2164132&z=13&source=muni&id=1539>

**Obr. 35 - Skupinový vodovod Horka s vyznačeným VDJ Lomnice** (materiál VOSS s.r.o.)

**Obr. 36 - Situace vodovodu s vyznačením oblasti s novou zástavbou** (materiál VOSS s.r.o.)

**Obr. 37 - Plánek měření Enigma** (materiál VOSS s.r.o.)

**Obr. 38 - Plánek měření Correlux P-2** (materiál VOSS s.r.o.)

**Obr. 39 - Plánek odposlechu - půdní mikrofón** (materiál VOSS s.r.o.)

**Obr. 40 - Potrubí před opravou** (materiál VOSS s.r.o.)

**Obr. 41 - Potrubí po opravě** (materiál VOSS s.r.o.)

### **Seznam tabulek:**

**Tab. 1 - Poruchy obec Lomnice** (materiál VOSS s.r.o.)

**Tab. 2 - Voda nefakturovaná Sokolov – Sokolovsko 2014 – 2019** (materiál VOSS s.r.o.)

**Tab. 3 - Voda nefakturovaná porovnání ČR – SK – PL** (materiál VOSS s.r.o.)