

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A  
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA A JEJÍ FUNKCE  
V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Diplomant: Jakub Kern

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jakub Kern

Voda v krajině

Název práce

**Technická infrastruktura a její funkce v urbanizovaném území**

Název anglicky

**Technical infrastructure and its function in urban areas**

---

### Cíle práce

Rešerše koordinačního řešení vedení technicko-technologického vybavení a jeho výstavba. Návrh několika způsobů řešení technické vybavenosti v urbanizovaném území pro konkrétní úsek.

### Metodika

Práce bude obsahovat

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Popis území a jeho vybraný řešený úsek
4. Definice pojmů a koordinační řešení vedení technicko-technologického vybavení (materiál a zařízení IS, typizace IS)
5. Výstavba vedení technického vybavení
6. Metodika
7. Návrh 3 způsobů řešení technické vybavenosti
8. Diskuse
9. Závěr
10. Literatura
11. Přílohy

## Doporučený rozsah práce

60 stran textu a grafické přílohy

## Klíčová slova

technická infrastruktura, inženýrské sítě, ukládání IS, kolektor, kanálové vedení, zástavba intravilán

---

## Doporučené zdroje informací

Legislativní podklady

MEDEK, František: Technická infrastruktura měst a sídel. Česká technika – nakladatelství ČVUT 2005. 178s. ISBN 80-01-03303-1

Řihošek M., 1981, Inženýrský urbanismus. ČVUT, Praha, 108s.

STEIN D. et NIEDEREHE W., 1987: Instandhaltung von Kanalisationen. Ernst Sohn, Berlin. 356 s.STRABAG, 2007

Šrytr P., Synáčková M. a kolektiv, 1992, Inženýrské sítě. ČVUT, Praha, 256 s. ISBN

ŠRYTR, Petr a kolektiv: Městské inženýrství (1 a 2). ACADEMIA PRAHA 1998. 434s. ISBN 80-200-0663-X

Z.Vyoralová, P.Hrdlička:Technická infrastruktura měst a sídel, skriptum ČVUT, 2013

80-01-00777-4.

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2015

**prof. Ing. Pavel Pech, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma *technická infrastruktura a její funkce v urbanizovaném území* vypracoval pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc. samostatně za použití v práci uvedených pramenů a publikací, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 20. 4. 2015

.....

## **Poděkování**

Za konzultace a připomínky bych chtěl poděkovat Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování diplomové práce a také mým kolegům z firmy Elektroline a.s.

Děkuji také svým rodičům, přítelkyni a dalším lidem, jejich podpora přispěla ke zdárnému vytvoření této práce.

V Praze 20. 4. 2015

.....

## **Abstrakt**

Městské inženýrství je mezioborový obor a obor relativně mladý. Pro své působení stále hledá nejvhodnější a nejúčelnější nástroje a postupy.

Pojetí této problematiky lze označit za koordinační. Pro tuto problematiku pak existuje pojetí specializační, nabízející postupy návrhu (zpracování) vlastního technického řešení v úseku technického vybavení území včetně inženýrských sítí po jednotlivých odvětvích (až do požadovaných detailů v souladu s technickými, legislativními a dalšími podklady).

### **Klíčová slova:**

Technická infrastruktura, inženýrské sítě, ukládání IS, kolektor, kanálové vedení, zástavba intravilán

## **Abstract**

Urban engineering is an interdisciplinary field and this field is relatively young. It's still looking for the most suitable and the most effective tools and procedures for its practical functioning.

The concept of this issue can be described as coordination problem. For this issue, there is the concept of specialization, offering draft procedures (processing) of its own technical solutions in the field of technical equipment, including utilities of individual sectors (until the required details in keeping with technical, legislative and other documents).

### **Keywords:**

Technical infrastructure, utilities, storage utilities, collector, sewer lines, urban area development

# Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Cíl práce a metodika.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Popis území a jeho vybraný řešený úsek .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Definice pojmů a koordinační řešení vedení technicko-technologického vybavení .....</b>	<b>13</b>
4.1 Termíny a definice.....	13
4.2 Koncepce řešení inženýrských sítí .....	15
4.3 Koordinační řešení vedení technicko-technologického vybavení.....	20
4.4 Materiál vedení a zařízení inženýrských sítí .....	27
4.4.1 Materiál potrubních sítí .....	30
4.4.2 Materiál elektrorozvodných sítí .....	32
4.5 Typizace inženýrských sítí .....	38
4.5.1 Vodovodní sítě .....	38
4.5.2 Kanalizační sítě .....	42
4.5.3 Soustavy centralizovaného zásobování teplem.....	44
4.5.4 Plynovodní sítě.....	47
4.5.5 Elektrorozvodové sítě.....	49
4.5.6 Telekomunikační sítě .....	51
<b>5. Výstavba vedení technického vybavení.....</b>	<b>52</b>
5.1 Stavba vedení technického vybavení .....	52
5.1.1 Přípravné práce.....	52
5.1.2 Provádění vykopávek .....	57
5.1.3 Pomocné a zabezpečovací práce .....	64
5.1.4 Montáž vedení.....	65
5.1.5 Dokončovací práce.....	67
5.1.6 Obnova vedení technického vybavení .....	70
<b>6. Návrh čtyř způsobů řešení uložení technické vybavenosti .....</b>	<b>73</b>
<b>7. Diskuze.....</b>	<b>80</b>
<b>8. Závěr .....</b>	<b>82</b>
<b>9. Literatura .....</b>	<b>84</b>
<b>10. Seznam obrázků.....</b>	<b>87</b>
<b>11. Přílohy.....</b>	<b>89</b>

## Seznam použitých zkratek

ASDŘ	Automatizovaný systém dispečerského řízení
BOZ	Bezpečnost a ochrana zdraví
ČR	Česká republika
ČSN	Československá norma (neoficiální název: Česká státní norma)
DN	Diameter Nominal (Jmenovitý průměr)
IS	Inženýrské sítě
KS	Kanalizační síť
MBF	Modernizace bytového fondu
MN	Malé napětí
NN	Nízké napětí
NTL	Nízkotlaký, nízkotlaké vedení
PE	Polyetylen
PP	Přírodní park
RIS	Rekonstrukce inženýrských sítí
SCZT-TV	Systém centralizovaného zásobování teplem a TUV
STL	Středotlaký, středotlaké vedení
SZEE	Systém zásobování elektrickou energií
SZEP	Systém zásobování energetickým plynem
SZV	Systém zásobování vodou
TKS	Telekomunikační systém
TUV	Teplá užitková voda
TZB	Technické zařízení budov
VN	Vysoké napětí
VTL	Vysokotlaký
VVN	Velmi vysoké napětí
VVTL	Velmi vysoký tlak, velmi vysokotlaké vedení
ŽP	Životní prostředí



# 1. Úvod

Inženýrské sítě (dále jen IS) jako zvláštní skupina inženýrských staveb a podstatná složka technického vybavení území došly takového vývoje a uplatnění, že se staly zcela nepostradatelnými pro fungování takřka veškerých aktivit v území a nezbytnými pro další vývoj území. O jejich rozhodování ve všech stupních jejich existence (územně plánovací, projektové, realizační, provozní) se jistě stává dnes značně obtížnější z mnoha důvodů, jimiž jsou: zvětšování jejich rozsahu, kromě toho komplikující se struktury IS, zpříšňující se podmínky a konflikty zájmů v území, narůstající počet a nepřehlednost hlavních technických řešení (ČSN, typových podkladů, apod.), narůstající různorodosti a rychlejší změny i základních podmínek řešení atd. Na úkor toho se do popředí mnohem naléhavěji než dosud vstupuje úkol dokonalejší koordinace jejich technického řešení jako celku.

Vlastní technickou aplikovanou disciplínu inženýrské sítě lze účelně členit do tří základních částí, které představuje:

1. Teoretická část (topologie IS, teorie zatěžovacích stavů a režimů IS, teorie tokových režimů IS, spolehlivost IS).

2. Integrovaná aplikační část (metodika územního plánování IS, metodika projektování IS, metodika provádění IS, ekonomika IS, ochrana IS, metodika řízení a vyhodnocování provozu IS, metodika unifikace IS).

3. Účelová kompilace poznatků z vodárenství, stokování, plynárenství, teplárenství, silnoproudé a slaboproudé elektrotechniky v rozsahu nezbytného k rozhodování o společných problémech, tj. potřebném ke koordinaci jejich technického řešení.

Příslušná inženýrská síť (systém hromadné obsluhy území realizovaný specifickými technickými prostředky) vzniká historicky tehdy, kdy se pro společnost stává racionální a současně i nezbytné jistou službu, dosud zabezpečovanou individuálně a nedokonale, zabezpečovat hromadně, s vyšší úhrnnou spolehlivostí, kvalitou a elegancí.

Rekapitulace podstatných aktuálních problémů, které znesnadňují současnou improvizaci a které mohou znesnadňovat i realizaci možných systémových opatření:

- a) absence ucelené koncepce rekonstrukce inženýrských sítí (RIS),
- b) absence odpovídající informační báze o stavu inženýrských sítí,
- c) neodpovídající úroveň či absence a nepřehlednost technických, technologických a technicko-ekonomických podkladů řešení RIS,
- d) nízká úroveň koordinace technického a ekonomického řešení RIS,
- e) silně heterogenní, převážně špatná až havarijní výchozí situace,
- f) nezbytnost řešit RIS spolu s kompletací a modernizací inženýrských sítí v území,
- g) ekonomické, ekologické a další bariéry RIS,
- h) nízká a nedostatečná práce s veřejností atd.

V oboru inženýrských sítí panuje silný konzervatismus a setrvačnost v rozhodování a neschopnost reagovat zásadním způsobem na výrazné změny podmínek řešení inženýrských sítí, projevující se právě jen lepší či horší improvizací. Chybí zatím odvaha nahradit ji rychle systémovým postupem. K tomu chybí i některé technické a technicko-ekonomické podklady. Navíc zde působí i účinný tlak ze strany těch, kterým tato málo přehledná situace vyhovuje. Je však nutné se alespoň vyvarovat nejhrubších chyb a omylů. Když už zvolíme improvizaci, tak pro ní musí být reálné podmínky a je třeba eliminovat její hlavní nevýhody užitím opravdu kvalitních materiálů a zařízení instalovaných do nesnadno a nepříjemně přístupných míst, garantováním opravdu kvalitní práce i kvalitního provozu.

## 2. Cíl práce a metodika

Rešerše koordinačního řešení vedení technicko-technologického vybavení a jeho výstavba. Návrh několika způsobů řešení technické vybavenosti v urbanizovaném území pro konkrétní úsek.

Diplomová práce je přímým pokračováním na mnou zpracovanou bakalářskou práci „Způsoby ukládání inženýrských sítí“ v roce 2013. V bakalářské práci byly vypracovány klasifikace IS, skladba vedení technického vybavení, vedení technicko-technologického vybavení a dálkovody; dále řešila klasifikační část, koncepci IS a jejich prostorové ukládání.

Diplomová práce je vypracována z větší částí jako typ rešeršní. Rešeršní část obsahuje koncepci řešení inženýrských sítí převzatou z již zmiňované bakalářské práce. Koncepce řešení IS nastiňuje urbanistickou koncepci řešení a s ní související terénní úpravy. Zahrnuje rozhodování o sestavách IS, geometrické struktury IS, základní technické a technicko-ekonomické parametry, způsobu ukládání IS (trasování). Práce pokračuje koordinací řešení vedení technicko-technologického vybavení, materiál vedení a zařízení inženýrských sítí, kde při posuzování materiálu a zařízení liniových částí inženýrských sítí jako celku nás zajímají jejich vlastnost, které zaručují splnění většího počtu podmínek. Dále se věnuji typizaci inženýrských sítí, která je nástrojem pro unifikaci řešení technických problémů a tím i jisté výhodné ekonomiky řešení. Účelem je však i prosazení technického rozvoje, industrializace výrobního procesu a uspokojení požadavků na vyšší užitný standard a provozní spolehlivost. A v poslední kapitole rešeršní části „Výstavba vedení technického vybavení“ zahrnuje vedení nejrůznějšího konstrukčního uspořádání i významu, která mohou být z různých materiálů uloženy nad i pod zemí, či ve stavebních konstrukcích.

V poslední části diplomové práce, která je vypracována jako typ studie, jsem vypracoval čtyři návrhy řešení uložení technické vybavenosti. Vypracování proběhlo metodikou výběru konkrétního řešeného úseku, konkrétně ulice 8. května v centru města Olomouce. Řešený úsek je popsán v následující kapitole, s popisem jeho vlastností, umístěním, inženýrskými sítěmi, atd. Zpracování komplexní rekonstrukce uličního prostoru proběhlo zpracováním výchozích podkladů (zaměření, stávající IS, atd.) a vypracováním čtyř návrhů řešení uložení technické vybavenosti.

### 3. Popis území a jeho vybraný řešený úsek

Řešený úsek se nachází v severní části historického jádra města Olomouce. Jedná se o stavbu uvnitř městské památkové rezervace. Samotná ulice, která je předmětem studie, se vyznačuje přiléhající historickou zástavbou (různého stupně historické cennosti budov) s četnými obchody a provozovny služeb v přízemí těchto domů. Z důvodu četných obchodů a provozoven, je důležité i z hlediska nezbytné dopravní obsluhy, zahrnující zásobování, provádění úklidu a odvoz odpadků, umožňující vjezd pro vozidla záchranné služby a hasičů. Ulicí probíhá stávající tramvajová dvoukolejná trať s krátkým intervalem průjezdu tramvají. Z hlediska infrastruktury bude napojena na plynovod STL a NTL, stávající jednotnou kanalizaci a vodovod. Přes ulici probíhají stávající kabely NN, VN, trasa tvárniceové tratě s kabely různého určení a samostatné trasy kabelů slaboproudých, sdělovacích a optických.

Studie řeší komplexní rekonstrukci uličního prostoru včetně inženýrských sítí. Rekonstrukce inženýrských sítí a uličního prostoru je v rozsahu od konce ul. Pekařské, křižovatku ul. 8. května – Zámečnická – Opletalova, až po zaústění ul. 8. května do náměstí Národních hrdinů.

Vedle rekonstrukce povrchů chodníků, vozovek, inženýrských sítí dojde k rekonstrukci tramvajové trati. V celé trase bude provedena rekonstrukce vodovodu, plynovodu a kanalizace. V místech kolizí s kabelovými trasami slaboproudu bude provedena potřebná úprava, resp. přeložka. Bude řešena rovněž přeložka kabelů pro veřejné osvětlení.

Zařazení ulice do kostry místních komunikací města se nemění. Jedná se o obslužnou komunikaci s dvoukolejnou tramvajovou tratí ve vozovce. Na celý uliční prostor vzhledem k množství obchodních zařízení a umístění v centru města bude vyvíjen tlak ze strany obsluhy a zásobování. Uliční prostor stísněný historickou zástavbou nedovoluje řešit při rekonstrukci vozovek a inženýrských sítí oddělení kolejové obsluhy a automobilové dopravy, řešit bezpečný provoz pěších a umožnit zároveň obsluhu a zásobování přilehlé zástavby. V průběhu zpracování studie bude navržena stručná organizace dopravy v uličním prostoru:

- v celé trase je řešen kolejový pás jako pojížděný,
- v místech, kde to šířkové uspořádání dovolí je navržen zastavovací, parkovací, resp. zásobovací pruh,
- Pro jasné vymezení dopravních ploch a zvýšení bezpečnosti všech druhů dopravy včetně chodců, bude použito zvýšených obrub a vysazených chodníkových ploch.

## 4. Definice pojmů a koordinační řešení vedení technicko-technologického vybavení

### 4.1 Termíny a definice

- **Kanalizační přípojka**  
Potrubí vedené od svodného potrubí vnitřní kanalizace do stoky, (*Šrytr a kol., 1998*).
- **Centralizované zásobování teplem**  
Výroba, rozvod a dodávka tepla do míst jeho spotřeby tepelnými sítěmi, (*Šrytr a kol., 1998*).
- **Kolektor**  
Objekt, zpravidla podzemní, realizovaný jako samostatná (stavebně od ostatních staveb oddělená) průchozí liniová stavba. Jeho využití je možné pro všechny kategorie vedení technického vybavení, (*ČSN 73 6005*).
- **Krytí**  
Vzdálenost vnějšího líce nechráněného potrubí a kabelu nebo vnějšího povrchu ochranné konstrukce od povrchu komunikace, zpevněné plochy nebo původního či upraveného terénu, (*ČSN 73 6005*).
- **Křížení**  
Místo v němž se sítě technického vybavení v půdorysném průmětu vzájemně, nebo s jinými zařízeními technické infrastruktury protínají, aniž jsou vzájemně propojeny, (*Šrytr a kol., 1998*).
- **Ochranná konstrukce**  
Chránička, kanál, kabelovod, štola, kolektor. Jejím účelem je ochrana podzemních sítí před mechanickým poškozením a jinými škodlivými účinky prostředí, nebo ochrana okolí před následky havárií podzemních sítí, popř. možnost provedení výměn nebo oprav podzemních sítí bez porušení nadloží, (*Šrytr a kol., 1992*).
- **Plynovod**  
Je zařízení k potrubní dopravě plynu přepravní nebo distribuční soustavou a přímé a těžební plynovody, (*ČSN 38 6413*).

- **Sdružená trasa**  
Směrově a výškově koordinované sjednocení minimálně dvou podzemních sítí uložených do kolektoru, technické chodby, technického kanálu nebo formou suterénních rozvodů, (*ČSN 73 6005*).
- **Společná trasa**  
Směrově a výškově koordinované sjednocení podzemních sítí technického vybavení, ukládaných do společného výkopu, (*ČSN 73 6005*).
- **Sítě technického vybavení**  
Kabely či potrubí včetně armatur a objektů na vedení, zabezpečují napojení území měst, obcí, jejich částí a jednotlivých objektů na jednotlivé druhy technického vybavení. Podle územní působnosti, funkčního a kapacitního významu se vedení technického vybavení dělí na 4 kategorie, (*ČSN 73 6005*).
- **Stoková síť jednotné soustavy**  
Stoková síť, která odvádí jednotlivé druhy odpadních vod společně jednou soustavou stok. Zpravidla odvádí dohromady splaškové a dešťové odpadní vody, (*Šrytr a kol., 1998*).
- **Stoková síť oddílné soustavy**  
Stoková síť odvádějící jednotlivé odpadní vody odděleně. Většinou se jedná o soustavu tvořenou dvěma stokovými sítěmi, kde jedna slouží pro splaškové vody a druhá pro dešťové vody (splašková kanalizace, dešťová kanalizace), (*Šrytr a kol., 1998*).
- **Technický kanál**  
Samostatná, stavebně od ostatních staveb oddělená, neprůhledná liniová stavba, jejíž stropní desky mohou být až v úrovni komunikace či upraveného terénu veřejného prostoru, (*Šrytr a kol., 1998*).
- **Technické vybavení**  
Soubor vedení, objektů a ploch, který zajišťuje zásobování vodou, zásobování energiemi (teplo, plyn, elektřina), přenos a zabezpečení území před škodlivými účinky přírody a činnosti lidí (udržování vodních toků, odvedení dešťových a splaškových vod, odvedení tuhého domovního odpadu), (*Šrytr a kol., 1998*).
- **Vodovod**  
Je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující vodovodní řady a vodárenské objekty, jimiž jsou zejména stavby pro jímání a odběr povrchové nebo podzemní vody, její úpravu a shromažďování. Vodovod je vodním dílem, (*Šrytr a kol., 1998*).

## 4.2 Koncepce řešení inženýrských sítí

Koncepce řešení inženýrských sítí by měla být řešena paralelně s urbanistickou koncepcí řešení včetně řešení koncepce dopravní obsluhy a souvisejících terénních úprav. Obsahuje hlavně rozhodnutí o sestavě IS (a jejich základní koncepci řešení – jednotlivě na bázi bilance zdrojů a potřeb), o geometrické skladbě IS (trasování), o postupu ukládání IS, o základních technických a technicko-ekonomických parametrech, rozhodnutí koordinační a regulační. Odtud plynou i rozhodující hlediska pro tvorbu variant (subvariant), (*Borovička a kol., 1981*):

- sestava sítí (u vodohospodářských sítí jde hlavně o základní koncepci vodovodu a kanalizace v zájmovém území jako celku a v jeho jednotlivých částech, totéž platí v případě energetických sítí a sítí telekomunikačních), (*Řihošek, 1981*),
- trasování IS (v závislosti na postupech ukládání a konkrétních místních podmínkách),
- způsob ukládání IS (sdružená trasa, společná trasa, kombinovaná trasa v zájmovém území jako celku a jeho jednotlivých částech),
- základní technické parametry IS (základní zatěžovací parametry, počet, poloha a kapacita rozhodujících objektů a liniových částí, další technické parametry, např. druh materiálu potrubí), (*Šrytr a kol., 1992*).

Řešení urbanistické koncepce inženýrských sítí technického vybavení v závislosti na hustotě obyvatelstva se řídí obdobnými metodikami jako v Německu, (*Stein, Niederehe, 1987*).

Tab. č. 1 - Závislost hustoty obyvatelstva na výšce obytné zástavby (podlažnosti) a na typu zástavby pro obytné území (města, obce) různé kategorie (Šerek a Lhotáková., 1981).

Výška obytné zástavby (p. p.)			3	4	6	8	10	12
Číslo	Typ	Obytný soubor s počtem obyvatel	Hustota obyvatel (obyv.ha <sup>-1</sup> )					
1	A	do 1000	304	339	381	407	425	437
2	A	1001 - 2000	249	273	307	325	337	347
3	A	2001 - 5000	212	235	265	281	292	300
4	A	5001 - 10000	200	222	251	267	277	285
5	A	10001 - 20000	195	217	245	262	273	281
6	A	nad 20000	193	214	242	258	269	276
7	B	5000 - 10000	145	165	177	186	192	196
8	B	10001 - 20000	131	144	159	168	173	177
9	B	20001 - 50000	114	125	135	142	146	148
10	B	nad 50000	101	109	118	124	127	129

Poznámka: p. p. je počet nadzemních podlaží,

A – zástavba soustředěná,

B – zástavba rozptýlená, skupinová.

Za výchozí podklad k rozhodování o koncepci inženýrských sítí, zpřehledňující souhrnně výchozí podmínky jejich řešení a koordinace, lze pokládat tuto typologii území (Šrytr a kol., 1986a):

a) Území s uplatněním rozdílného počtu a skladby vedení a s rozdílným stupněm jejich heterogenity – strukturální, ekonomické, technické; počet základních variant činí 11; počet podvariant je nepřehledný.

b) Území s uplatněním rozdílného charakteru zástavby a charakteru rozmístění aktivit; počet základních variant je dán 4; souvislá uliční fronta, nesouvislá uliční fronta, bloková zástavba, rozptýlená zástavba; počet podvariant je rovněž značný (může jít o jednostrannou či oboustrannou zástavbu nebo zástavbu s různou podlažností apod.), nejjednodušeji lze charakter zástavby vázat na ukazatel hustoty osídlení, tab. č. 1.

c) Území s různou dobou a stupněm urbanizace (s různou délkou vývoje); počet základních variant činí 10, jsou jimi:

c1 – území historického jádra starých měst s těsnou zástavbou a úzkými komunikacemi,

c2 – území historického jádra starých měst s volnější zástavbou a s prostranstvími náměstí či plochami zeleně,

c3 – území historického jádra starých měst s výskytem narušení celistvosti zastavěného území (rozsáhlými parky, sportovišti, železničním tělesem, ...),

c4 – typická zástavba městská s převažující souvislou uliční frontou (1900-1945),

c5 – nová zástavba (poválečná), typická sídlištní,

c6 – zástavba rodinnými domky, vilová,



c7 – zástavba kombinovaná (c1 až c6), asanační,  
c8 – zástavba kombinovaná (c1 až c6), zahušťovací,  
c9 – zástavba kombinovaná (c1 až c6), spojená s MBF (modernizací bytového fondu a humanizací sídel),

c10 – zástavba kombinovaná (c1 až c6 s c7 až c9); počet podvariant je již málo přehledný. Území s uplatněním různého tvaru, různé velikosti a celistvosti území (jako samostatné urbanistické jednotky); počet základních variant činí 11, počet podvariant je nepřehledný.

d) Území s uplatněním různého řešení systému pozemních komunikací; nejjednodušeji lze vázat na ukazatel hustoty komunikací; počet základních variant činí 5 až 10; počet podvariant je nepřehledný.

e) Území s různým charakterem (morfologií) terénu a charakterem čistých terénních úprav; počet základních variant činí 6 (tab. č. 2); počet podvariant je nepřehledný.

f) Území s různou strukturou a stabilitou aktivit; počet základních variant činí 15; počet podvariant je nepřehledný.

g) Území s výrazně odlišnými klimatickými vlivy (na území ČR se v podstatě neprojevuje; jistý vliv lze zaznamenat při srovnávání klimatických rozdílů horských a nížinných oblastí), (*Uhliarik, 1986*).

Hlavním cílem koordinace technického řešení je prostorová koordinace, která objektivně určuje podobu ukládání IS. Rozhodnutí je realizováno na základě kompletní klasifikace metodě ukládání (příloha č. 1) a na základě jejich ohodnocení prostřednictvím souboru kritérií ideálního způsobu uložení (tab. č. 3). V daném území to ale nevylučuje možnost zahrnout i působení místních specifických podmínek.

Výsledky hodnocení způsobů ukládání, uvedených v (tab. č. 3), není žádoucí absolutizovat, nicméně zcela jasně ukazuje, že preference by měly být dávány těm způsobům ukládání, které se svými vlastnostmi nejvíce přibližují k vlastnostem ideálního způsobu ukládání. Ani jeden ze způsobů by tedy neměl být automaticky favorizován. Při běžném ukládání do země v zastavěném území by měly být efektivně vyváženy nevýhody tohoto způsobu (volbou a užitím kvalitních materiálů, jejich kvalitním zpracováním, kvalitní kontrolou výsledků) a měly by být dány relativně dostačující záruky, že v daném místě nedojde v budoucnosti k nadměrnému nárůstu hustoty vedení, (*Vávra, 1992*).

Tab. č. 2 - Charakteristika přírodních terénních území, hodnocení vhodnosti území pro sídelní útvary (včetně SIS), (Vávra, 1992).

Faktory přírodních terénních podmínek		Varianty přírodních terénních podmínek území		
		f/1	f/2	f/3
		výhodné podmínky	nevýhodné podmínky	obzvláště nevýhodné podmínky
druh půdy, (povrchové vrstvy)		písek, písčité půda, písčitohlinitá půda	těžké písčitohlinité půdy, hlíny	málo únosné, nestabilní, rozbředlé, bažinaté půdy
únosnost půdy		> 0,15 MPa	0,1 až 0,15 MPa	< 0,1 MPa
rokle, sráže, výmoly	náchylnost ke vzniku, stupeň rozvoje	nerozvinuté	nerozvinuté nebo slabě rozvinuté	rozvinuté (zvětšující se a stabilizující se)
	sklonitost (strmost) svahů	svahy ploché	svahy strmé	svahy strmé
	jejich plocha	< 3 m	3 až 10 m	> 10 m
bažiny, rašeliniště s mocností vrstvy		nevyskytují se	< 2 m	> 2 m
výskyt zatopení (inundace) v území a jeho četnost výskytu		nezatápěné území nebo zatápěné území ne častěji jak jednou za 100 let (zabezpečení 1%)	zatápěné jednou za 100 let a jednou za 25 let s max. úrovní velké vody ne více jak 0,6 m nad terénem	zatápěné území jednou za 25 let a častěji a s katastrofickými důsledky
nestabilita břehů vodních toků - výmoly - jejich rozsah (šířka)		nevyskytuje se	< 10 m	> 10 m
sesuvy půdy, nestabilita svahů		nevyskytují se	jednotlivě se vyskytují	častý dílčí nebo souvislý výskyt
krasové jevy (výskyt závrťů)		nevyskytují se	dílčí výskyt závrťů	četný výskyt krasových závrťů
varianty reliéfu terénu v území		sklon povrchu území (‰)		
		stupeň vhodnosti území	v případě zastavěného území obytného pásma	v případě zastavěného území průmyslových závodů
f/4	vhodné území	5 až 100 ‰	3 až 50 ‰	
f/5	nehodné území	100 až 200 ‰ (v hornatém území až do 300 ‰)	< 3 ‰ a > 50 ‰	
f/6	obzvláště nehodné území	> 200 ‰ (v hornatém území > 300 ‰)	beze sklonu a > 50 ‰	

Tab. č. 3 - Kritéria ideálního způsobu ukládání inženýrských sítí; zhodnocení vybraných způsobů ukládání inženýrských sítí pro obytné pásmo (rozhodovací analýza), (Vávra a Zapletal, 1983).

Varianta č.		1.	2.	3.	4.	6.	7.	10.	12.	28.	31.	32.	33.	34.
Kritérium	a	0	5	50	40	60	45	55	45	50	45	45	55	50
	b	0	0	10	15	20	15	25	15	30	30	30	30	25
		0	5	50	5	60	20	60	40	70	60	45	65	50
		40	40	70	40	80	70	100	60	90	90	60	95	80
		40	50	80	60	90	70	100	70	110	100	60	100	90
	c	0	5	100	80	100	90	100	50	100	100	80	100	95
	d	90	100	50	5	60	50	55	40	110	100	80	100	70
	e	5	10	90	80	90	90	100	90	90	90	60	90	90
	f	5	10	100	90	100	100	100	100	95	95	100	95	100
	g	5	10	100	95	100	100	100	100	100	100	90	100	100
	h	40	50	100	95	100	100	110	100	100	100	95	100	100
	i	40	50	80	70	80	70	100	75	90	90	70	90	80
	j	5	10	60	100	95	90	70	90	100	90	95	95	95
	k	50	50	90	80	90	80	100	85	90	90	80	90	85
	l	0	0	80	80	80	80	100	80	80	80	80	80	80
	m	5	5	60	60	60	60	100	60	60	60	60	60	60
	n	5	5	90	90	90	90	100	90	90	90	90	90	90
o	5	10	100	80	100	100	100	100	100	100	80	100	100	
p	5	10	70	60	70	60	100	65	60	60	60	60	60	
Σ		340	425	1430	1225	1525	1380	1675	1355	1615	1570	1370	1595	1500
%		80	100	377	288	359	325	394	319	380	369	322	375	354
Pořadí		13.	12.	7.	11.	5.	8.	1.	10.	2.	4.	9.	3.	6.

Hodnocené varianty způsobů ukládání, viz tab. č. 3; č. 32. – kombinace sdružené trasy 3 nebo 4 s 1 či 2; č. 33. – kombinace sdružené trasy 16 a 18; č. 34. – kombinace sdružené trasy 3 či 4 s 10.

- a - Stupeň uspokojení požadavku na bezkolizní realizaci (rekonstrukci, modernizaci), údržbu, revizi, opravy IS ve vazbě na životní prostředí a nutnost odstranění nepříjemné manuální práce,
  - b - Stupeň uspokojení požadavku úspory prostoru, energie, materiálu, práce,
  - c - Stupeň uspokojení požadavku – zajištění snazší, včasné a důsledné reprodukce hmotných prostředků IS v podmínkách narůstajícího jejich objemu a zanedbatelné údržby,
  - d - Stupeň uspokojení požadavku na snížení celkových pořizovacích nákladů IS či jejich udržení na současné úrovni při výrazném zvýšení jejich spolehlivosti,
  - e - Stupeň uspokojení požadavku na snížení celkových provozních nákladů,
  - f - Stupeň uspokojení požadavku na zvýšení funkční účinnosti IS (např. vodo hospodářské, energetické atd.),
  - g - Stupeň uspokojení požadavku na usnadnění řízení (rozhodování) ve všech fázích řízení (rozhodování),
  - h - Stupeň uspokojení požadavku na zvýšení provozní spolehlivosti IS,
  - i - Stupeň uspokojení požadavku – zajištění podmínek zprůměrnění výstavby IS,
  - j - Stupeň uspokojení požadavku na odstranění dílčích problémů spojených s výstavbou (rekonstrukcí, modernizací) IS jako např. nenarušení životního prostředí, nenarušení dopravy, možnost uplatnění souběhu výstavby, zamezení vzniku škod na inž. sítích v průběhu jejich výstavby na staveništích apod.,
  - k - Stupeň uspokojení požadavku – zkvalitnění materiálové technické základny IS (např. i formou zvýšení stupně unifikace),
  - l - Stupeň adaptability IS na změny podmínek v území (např. změny v rozmístění, kvalitě a rozsahu aktivit v území),
  - m - Stupeň uspokojení požadavku – usnadnění odstraňování stávajících organických vad IS (usnadnění jejich modernizace),
  - n - Stupeň uspokojení požadavku – usnadnění zavádění automatizace provozu IS,
  - o - Stupeň uspokojení požadavku na zajištění kvalitních úložných podmínek IS (eliminace negativního vlivu prostředí, prodloužení životnosti IS),
- Stupeň uspokojení požadavku na operativní využitelnost úložného prostoru příslušné IS (zaměnitelnost IS).

### 4.3 Koordinační řešení vedení technicko-technologického vybavení

Jak bylo zmiňováno v úvodu, diplomová práce je přímým pokračováním na mnou zpracovanou bakalářskou práci v roce 2013. V bakalářské práci bylo zpracováno koordinační řešení technického vybavení v zastavěném území. Řešení bylo zpracováno pro klasickou zástavbu v obytném pásmu, ale i v sídlištní zástavbě pro řešení inženýrských sítí dle ČSN 73 6005 a ČSN 73 7505.

Území průmyslových závodů a různých areálů je zvláštním zastavěným územím, které se odlišuje od území obytného pásma odlišnými funkcemi a dalšími vlastnostmi, které vytvářejí často i výrazně odlišné podmínky pro koordinaci řešení inženýrských sítí. Podle těchto podmínek lze průmyslové závody členit do tří skupin (za situace, kdy pro toto území chybí souhrnná koordinační ČSN), kterými jsou:

1. Průmyslové závody, kde lze bez větších potíží aplikovat ČSN 73 6005.
2. Průmyslové závody, kde lze aplikovat ČSN 73 6005 jen částečně.
3. Průmyslové závody, kde lze aplikovat ČSN 73 6005 velice málo nebo vůbec ne.

Srovnáme-li zastavěná území průmyslových závodů s územím obytného pásma, zjistíme, že se podstatně odlišují, (*Šrytr a kol., 2001*):

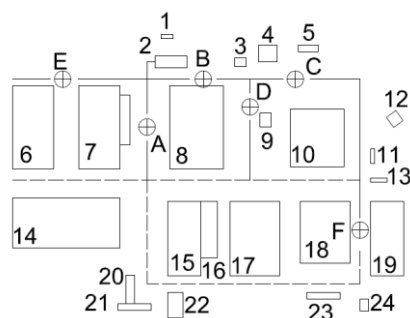
(1) v počtu a skladbě inženýrských sítí,

– u obvyklých druhů, jako je vodovod nebo kanalizace, dochází ke zvyšování jejich množství tím, že jsou vybírány jednoúčelové systémy místo jednotných, víceúčelových. Existují například zvláštní vodovody pro vodu pitnou, vodu užitkovou, vodu provozní a výrobní, chladicí vodu, vodu požární atd. Také u kanalizace je mnohdy užitečné nemísit jednotlivé druhy vyskytujících se odpadních vod, hlavně těch, které by zkomplikovaly čištění velkých objemů relativně málo znečištěných druhů odpadních vod. Navíc se vyskytuje různorodá skladba vedení technologického vybavení, především rozvody specifických plynů a kapalin (acetylen, propanbutan, kyslík, stlačený vzduch, kyseliny, louhy, oleje atd.), potrubní vedení transportu sypaných látek, vedení signalizace a regulace apod., (*Šrytr a kol., 2001*).

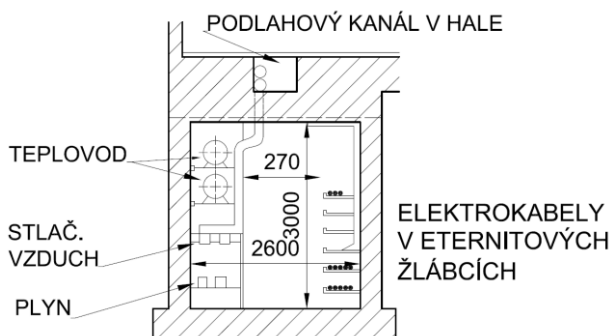
(2) v pestřejší a náročnější skladbě podmínek řešení,

– pestřejší a náročnější skladba podmínek je dána tím, že pro průmyslové závody by mělo být přednostně využíváno území, které se nehodí k intenzivní zemědělské a lesnické výrobě, k rekreaci ani jako obytné území (viz tab. č. 2). Řeší též druh a rozsah průmyslového závodu či areálu a okolnost, zda jde o starý (rekonstruovaný) či nový závod, zda jde o výraznější změny ve výrobním programu atd. Pestřejší a náročnější skladba podmínek ostatně vyplývá i z dalších bodů (1) až (13), (*Šrytr a kol., 2001*).

(3) v odlišných podmínkách trasování (a podmínkách ukládání inženýrských sítí),  
 – trasování vedení v tomto případě plyne ze vztahu zásobovacích, koncentračních, převáděcích a dispečerských center k výrobním a pomocným objektům. Tyto vztahy jsou stanovovány jednak nárokem nejkratších rozvodů od místa výroby nebo dopravy médií ke spotřebitelům a jednak dalšími nároky, které vyplývají například z potenciálností vnitrozávodové dopravy, větrných podmínek, z podmínek území pro další rozvoj závodu, z podmínek přívodu energie k závodu atd. Tyto podmínky ovlivňují celkové dispoziční řešení závodu a



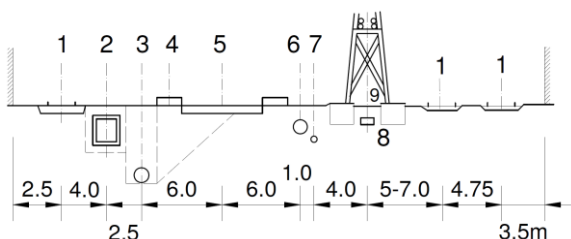
Obr. č. 1 - Příklad návrhu trasy kolektorů v závodě těžkého strojírenství: 1 – plynová regulační stanice, 2 – vstupní stanice, 3 – acetylenová stanice, 4 – kotelna, 5 – generátorová stanice, 6 – hrubovna, 7 – cidírna ocelolitiny, 8 – slévárna ocelolitiny, 9 – kompresorovna, 10 – kovárna a kalírna, 11 – kyslíková stanice, 12 – remíza, 13 – sklad hořlavin, 14 – nářadovna, 15 – centrální laboratoř, 16 – cidírna šedé litiny, 17 – slévárna šedé litiny, 18 – sklad modelů, 19 – modelárna, 20 – administrativní budova, 21 – zdravotnické středisko, 22 – závodní kuchyně, 23 – garáže, 24 – vodárna. A až F – různé profily kolektorů, (Šrytr a kol., 1998).



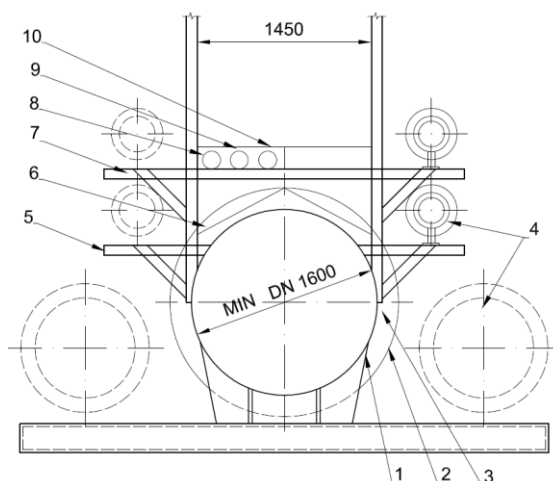
Obr. č. 2 - Příklad uplatnění a uspořádání vedení technicko-technologického vybavení v prostoru pod podlahou výrobní haly (technická chodba), (Šrytr a kol., 1998).

tím následně i trasování inženýrských sítí. Trasy mohou být ovlivněny bezpečnostními předpisy a ustanoveními ochranných pásem. V případě požárního vodovodu, též například minimálními odstupovými vzdálenostmi odběrových armatur (hydrantů) od míst možného požáru. Na trasování má vliv též počet a skladba vedení v dané trase (počet druhů vedení a celkové prostorové nároky),

specifičnost jednotlivých závodů a areálů, specifické podmínky a požadavky na spolehlivost a hlavně uplatněný způsob ukládání. Volbou způsobu ukládání řešíme současně i celou řadu problémů, které se týkají bodů (1), (2), (4), (6) až (10) a (13). Trasování může být též ovlivněno uplatněním zokruhování. To bude záležet na způsobu, na druhu vedení a na způsobu spolehlivosti nároků spolehlivosti podle bodu (4), (Šrytr a kol., 2001).



Obr. č. 3 - Příklad uplatnění různých způsobů ukládání a prostorového uspořádání vedení technicko-technologického vybavení v příčném řezu komunikačního prostoru průmyslového závodu: 1 – vlečka, 2 – průchozí montážní kanál silových kabelů, 3 – kanalizace, 4 – chodník, 5 – vnitrozávodová komunikace, 6 – vodovod užitkové vody, 7 – vodovod pitné vody, 8 – tvárniceová trať, 9 – energomosty, (Šrytr a kol., 1998).



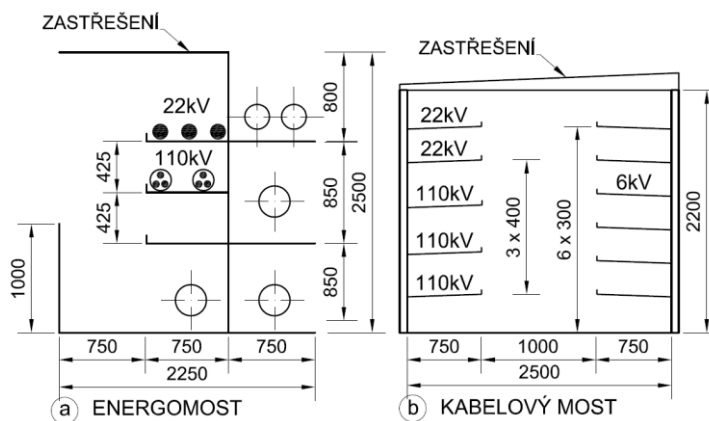
Obr. č. 4 - Příklad uložení doprovodných potrubí a kabelů VN kolem nosného potrubí: 1 – nosné potrubí, 2 – výztužný prstec nosného potrubí, 3 – výztužný plech, 4 – doprovodné potrubí, 5 – konzola, 6 – azbestocementová zákrytová deska, 7 – lávka pro kabely a potrubí, 8 – kabely VN, 9 – ochranné plechy, 10 – odnímatelný rošt, (Šrytr a kol., 1998).

Příklad návrhu tras kolektorů v závodě těžkého strojírenství je na obr. č. 1. Praxe uplatňuje téměř všechny způsoby ukládání inženýrských sítí (příloha č. 1), s tím, že jsou dnes preferovány zejména způsoby představované různými typy sdružených tras – kolektory, technickými chodbami, montážními kanály, tvárniceovými tratěmi, trubními a potrubními mosty apod. – dále i ostatní způsoby využívající ochranných těles (např. chráničky), obrázky č. 2 až 5, (Šrytr a Kratochvíl, 1987).

Kritéria ideálního způsobu ukládání mohou být i v tomto typu zastavěného území v podstatě velmi podobná kritériím pro obytné pásmo, viz tab. č. 3, avšak přizpůsobená zvláštnostem tohoto území. Tato kritéria mohou při stejném označení nabývat částečně odlišného obsahu či mohou mít v souboru s ostatními odlišný stupeň významnosti, (Šrytr a kol., 2001).

Po zhodnocení praxe vycházející jako velmi výhodné způsoby ukládání na energomostech (kabelových, potrubních a kombinovaných) a na potrubních mostech. Potrubní mosty se používají hlavně v závodech, ve kterých je požadavek dopravy velkého množství plynného média o nízkém tlaku potrubím velkého DN (Diameter Nominal – jmenovitý průměr). Toto potrubí je potom využito jako nosný prvek pro doprovodná vedení. Takováto kombinace nastává zpravidla ve velkých hutních závodech, kde je nosným potrubím odváděn vysokopecní nebo koksárenský plyn a doprovodná vedení tvoří například potrubí s horkou vodou, argonem, kyslíkem i jinými plyny s vysokým tlakem, dále silové kabely apod. Nosné potrubí plní dvě funkce – je potrubím nosným a technologickým. Do jisté míry lze připustit, že toto řešení může být výhodným i v situaci, kdy nosné potrubí nebude plnit žádnou obvyklou funkci, nebo například jen funkci sušového či chráničky (sdružené chráničky), (Šrytr a kol., 2001).

Při zpracování návrhu uspořádání technologického profilu potrubního či trubního mostu vycházíme z toho, že dole je umístěno vedení s větší hmotností (potrubí s relativně velkou měrnou hmotností, potrubí vedoucí kapaliny, například studenou a horkou vodu atd.), nahoře pak vedení pro lehké plyny (zemní plyn, svítiplyn, koksárenský plyn), (Šrytr a kol., 2001).



Obr. č. 5 - Příklad uspořádání příčného řezu sdružené trasy na trubním mostu, (Šrytr a kol., 1998).

Kabely mají být umístovány do stínu nad vedeními s kapalinami (z důvodu nebezpečí vlivu jejich netěsnosti), potrubí s kyslíkem ukládáme na samostatnou konzolu nebo na konec společné konzoly (vždy v nižší úrovni, než potrubí s lehkými hořlavými plyny) a vodovodní potrubí pak nikoliv na návětrnou stranu, ev.

využíváme možnosti chránit je proti větru jinými potrubími větších DN, pro ukládání dalších vedení či změny za provozu je nutná přiměřená prostorová rezerva, (*Šrytr a kol., 1998*).

Jestliže potrubní most tvoří uzavřenou konstrukci, není z důvodu montáže vhodné umisťovat potrubní vedení dovnitř konstrukce. Tam se v případě kombinovaných potrubních mostů ukládají na kabelové lávky kabely (jsou zde zároveň chráněny před slunečním zářením). V případě čistě kabelového mostu platí pro jeho technologický profil podobná pravidla jako pro průchozí kabelové montážní kanály. Dle množství a druhu potrubí a kabelů je ocelová konstrukce mostu opatřena průchozí lávkou. U kabelových mostů je lávka vždy. Dále se uplatní i doplňující konstrukce, prostřednictvím kterých je umožněn přístup na obslužné lávky, převádění kabelů a potrubí z mostů do objektů, umisťují se na nich kompenzátory apod. Podle podmínek je možné energomosty zakrýt, nebo tak učinit jen pro některá vedení (některé části). Pro typové trubní a potrubní mosty je navržena základní rozměrová a zatěžovací řada. Jisté obtíže může představovat řešení tzv. přechodů z jednoho způsobu ukládání na druhý a převody inženýrských sítí do objektů. Nelze však zcela zavrhnout ani variantu, kdy potrubí bude plnit pouze nosnou. Velmi závažným problémem je fixování vedení. Dnes je řešeno též pestrou nabídkou firem, nabízejících sortiment výrobků v ucelených systémech, (*Šrytr a kol., 2001*).

(4) ve specifických požadavcích na spolehlivost,

– spolehlivost inženýrských sítí je zde chápána jako spolehlivost výrobních prostředků s přímým vlivem na výslednou produkci (i z kvalitativního hlediska). O parametrech spolehlivosti rozhodujeme již tím, že některé sítě řešíme v podobě jednoúčelových systémů, či respektujeme přísné bezpečnostní předpisy v případě vedení s nebezpečnými látkami či nebezpečnými provozními parametry. Specifické požadavky, vyplývající dále z okolnosti, že často nelze připustit přerušení výrobního procesu, vyvolávají nutnost důslednější aplikace poznatků a metod teorie spolehlivosti (užití rezervních vedení, odolnějších materiálů a zařízení, volbu vhodnějšího způsobu uložení, umožňující pružnější reakci na výskyt poruch a havárií či jejich předcházení vědecky řízenou údržbou atd.), viz bod (5), (*Šrytr a kol., 2001*).

(5) v přednostním uplatnění struktury systému technické obsluhy s vlastními nezávislými zdroji zásobování,

– motivem mít vlastní zdroje zásobování) vodou, energiemi a dalšími látkami potřebnými pro výrobu) a tím i vlastní nezávislé systémy technické obsluhy je maximálně garantovat tyto služby pro příslušný závod, ale někdy jde jen o přehnanou snahu po nezávislosti (i za cenu vyšších nákladů a ev. za cenu dalších komplikací, např. ve vztahu k životnímu prostředí). Napjatost vztahů v území si však dnes vynucuje komplexní přístup. V některých případech je instalace vlastních zdrojů a vlastních nezávislých systémů zcela opodstatněna (např. u závodů s velikými energetickými nároky). Kompetentně a odpovědně posuzovat tuto otázku lze jen individuálně pro jednotlivé konkrétní případy, (*Šrytr a kol., 2001*).



(6) ve větších variantnosti možných i existujících řešení,

– variantnost řešení vyplývá již ze samotného faktu, že jde o inženýrské sítě, dále z působení zvláštností, viz body (1) až (5) a (7) až (11), a v neposlední řadě též proto, že často nelze uplatnit normativní či typové řešení, nebo normativní ani typové řešení prostě neexistuje. Variantnost řešení je zde jako základní vlastnost inženýrských sítí dále umocňována a neměla by být při rozhodování potlačována, nebo přímo popírána, (*Šrytr a kol., 2001*).

(7) v absenci uceleného podkladu pro prostorovou koordinaci,

– ucelený normativní podklad pro koordinaci řešení vedení technicko-technologického vybavení v území průmyslových závodů zatím nemáme k dispozici; dílčí neúplné údaje jsou roztroušeny v některých profesních normách pro území průmyslových závodů. Důležitým podkladem pro řešení pomocí potrubního či trubního mostu je typový podklad „Nosné ocelové konstrukce pro energetické rozvody v průmyslových závodech“. V případech, které jsou podmínkami analogické podmínkám obytného pásma, lze ve větší či menší míře použít ČSN 73 6005 a ČSN 73 7505. Mnohem důsledněji je třeba se vyrovnat s problémem koordinace na prvky vnitrozávodové dopravy. Ve větším rozsahu, než je tomu v obytném pásmu, musíme navrhovat a zajišťovat pohotovostní prostorové rezervy pro rychlou výměnu či doplnění technologických a jiných vedení a doprovodných zařízení, (*Šrytr a kol., 1998*).

(8) ve výskytu řady dílčích, ale nezanedbatelných vážných problémů) např. častější výskyt provizorních či improvizovaných řešení apod.),

– stav podceňování tohoto úseku, vyplývající z okolnosti, že na dobré funkce některých sítí není zaměstnanec závodu bezprostředně závislý,

– častější výskyt provizorních a improvizovaných řešení (je však v mnoha případech optimálním řešením),

– stav informační soustavy inženýrských sítí v průmyslových závodech je zatím v průměru ještě horší, než je tomu v obytném pásmu (rozhodování je tím ztíženo a probíhá s prodlevou),

– rozdíl mezi tzv. vnějšími a vnitřními (technické zařízení budov – TZB) sítěmi je méně výrazný a nebývá často účelné a možné takového dělení užít se všemi důsledky z toho vyplývajícími atd, (*Šrytr a kol., 2001*).

(9) v kvalitativně odlišném vztahu k pozemním komunikacím,

– prvky vnitrozávodové dopravy jsou součástí výrobních prostředků. Proto se nedoporučuje umisťovat vedení technicko-technologického vedení pod vnitrozávodové komunikace, ani pod chodníky (komunikace může být rozšířena na úkor chodníků). Dále je třeba s větší obezřetností (rezervou) dimenzovat i podjezdové výšky v případech křížování tras vedení s komunikacemi. Základní údaje o minimálních odstupových vzdálenostech (podjezdových výškách) vedení inženýrských sítí a jejich nosných konstrukcí (i přídavných zařízení) a

dopravníkových mostních objektů od povrchu vozovky či od horní hrany kolejnice jsou k dispozici v ČSN 73 6201 *Projektování mostních objektů*, činí 7 m (v případě železnice) a 6 m (v případě vozovky). V jednotlivých případech je dále nutné podle této ČSN přičíst minimální rezervu na bezpečnou vzdálenost dopravního prostředku 0,15 m a další rezervu individuálně podle dalších konkrétních podmínek s uplatněním nezbytných hledisek konstrukčních, provozních, hlediska obnovy atd. Prvky vnitrozávodové dopravy a trasy inženýrských sítí fungují jako překážky, proto je snaha jejich střet řešit v co nejkratším úseku (orientovat je vzájemně kolmo) a minimalizovat i celkový počet těchto kolizí, (*Šrytr a kol., 1998*).

(10) v odlišné organizaci a způsobu řízení provozu inženýrských sítí,

– správa a řízení provozu vedení technicko-technologického vybavení (vnější i vnitřní sítě) bývá soustředěna organizačně do úseku energetiky a vodního hospodářství. Tedy jediného správce (i investora), což představuje podstatnou výhodu oproti situaci v obytném pásmu či v extravilánu. Přesto i zde se projevuje často tendence k zanedbání péče o základní prostředky (hmotné prostředky) se všemi důsledky z toho vyplývajícími. Zejména to postihuje ty druhy sítí, které nemají tak těsný vztah a tím i bezpečnostní vliv na výrobu, (*Šrytr a kol., 1998*).

(11) ve větším riziku pro okolí inženýrských sítí i okolí průmyslových závodů a areálů,

– větší rizika existují většinou v případech vypouštění zpracovaných odpadních vod z vlastních čistíren odpadních vod, či v případech poruch a havárií dalších zařízení (např. nebezpečí úniku nafty, olejů a jiných látek). Vedle soustavného znečišťování vod, ovzduší a půdy může docházet a dochází i k přímému ohrožování obyvatel obytné zóny v sousedství. Ve všech těchto případech jsou účinná jediné preventivní opatření, (*Šrytr a kol., 1998*).

(12) v nárůstu významnosti dobré funkce inženýrských sítí po všech stránkách,

– nárůst významnosti dobré funkce inženýrských sítí v průmyslových závodech souvisí s intenzifikací výroby, která vyvolává též intenzifikaci systémů technické obsluhy prostřednictvím kvalitativně odlišných nároků na zvyšování jejich funkční účinnosti. Podporu a přednost mají potom taková řešení inženýrských sítí, která jsou již takto koncipována, nebo umožní (neznepohodlí) jejich postupnou intenzifikaci následně po etapách. Podíl vedení technicko-technologického vybavení průmyslových závodů a areálů narůstá v celkovém objemu základních prostředků (hmotných prostředků) a v investicích do sféry průmyslu a vyvolává silný tlak na růst úrovně jejich technického řešení, což též posiluje jejich postavení a význam, (*Šrytr a kol., 1998*).

(13) v rámci příznivějších organizačních podmínkách k důslednějšímu řešení všech základních problémů,

– rámci příznivější organizační podmínky k důslednějšímu řešení problematiky inženýrských sítí v průmyslových závodech jsou dány systémem jejich integrované správy, relativně menší rozlohou obhospodařovaného území s přesným vymezením jeho hranic, přehlednějším a jednoznačnějším působením ekonomických zákonů, dále též ekonomickou silou průmyslových podniků, v průměru kvalitnějším řídicím aparátem, vyšší jednotou zájmů atd., (*Šrytr a kol., 2001*).

Specifické problémy existují v případě tzv. vnitroareálových sítí (např. sítě sportovních či rekreačních areálů, zdravotních zařízení, studentských kolejí, vysokých škol, technopolů, dopravních areálů, trvalých stavebních dvorů apod.), které svým technickým řešením odpovídají vnějším sítím. Těžkosti vyplývají z toho, že jejich správce není zcela kompetentní k jejich provozování. Buď je třeba upravit technické způsoby jejich řešení, či zabezpečit jejich předání do péče profesionálnímu správci (např. formou smluvních vztahů), (*Šrytr a kol., 2001*).

Zastavěné území průmyslových závodů (stejně jako jiné podobné území, např. území velkých dopravních závodů automobilové dopravy, železničních uzlů, velkých a trvale působících stavebních dvorů apod.) by mělo být pravidelně kontrolováno, jak je s ním celkově nakládáno, jak jsou dodržovány obecně platné normy týkající se ochrany PP (přírodní park) a ŽP (životní prostředí), a měla by být i účinně zjednána náprava ev. závad. Často byl v minulosti pro nové průmyslové závody vyhražován prostor příliš velkoryse, s neúměrnými rezervami, někdy i nevhodný prostor, a často i na úkor ostatních nositelů zájmů a aktivit v území. Průmyslové závody by měly být i v tomto ohledu mnohem důsledněji dány pod nezávislou kontrolu se zajištěním relativně účinné a pružné (včasné) nápravy zjištěných nedostatků v souladu s veřejnými zájmy (vodohospodářské zájmy, zájmy ochrany PP a ŽP a ochrany zdraví lidu nevyjímaje), (*Šrytr a kol., 2001*).

#### **4.4 Materiál vedení a zařízení inženýrských sítí**

Pojem materiál inženýrských sítí lze chápat jako materiál liniových částí (materiál potrubních a kabelových vedení a jeho příslušenství) a materiál objektů. Materiál objektů, jako jsou úpravny vody, čerpací stanice, vodojemy, čistírny odpadních vod, výtopny, výměňkové stanice, trafostanice, rozvodny, telekomunikační ústředny atd., je materiálem objektů inženýrských staveb nebo pozemních staveb obecně s tím, že i v těchto objektech je uplatňován materiál liniových částí a mohou se zde projevit dílčí odlišnosti vázané na konkrétní podmínky, (*Šrytr a kol., 2001*).

Stupeň materiálové unifikace dnes asi z 80% charakterizuje stupeň unifikace technického řešení problematiky oboru. Rozhodování o technickém řešení může být v praxi ovlivňováno též dostupností určitého materiálu a zařízení. To je logické pouze do té míry, není-li výběrem materiálu a zařízení neúnosným způsobem znehodnocována funkce systému a není-li příliš zkracována plánovaná životnost.

Volba materiálu a zařízení výrazně ovlivňuje spolehlivost systémů technické obsluhy. V oblasti inženýrských sítí je tento poznatek ještě umocňován okolností, že byl a je dosud materiál převážně zabudován do obtížně přístupných míst, (*Šrytr a kol., 1998*).

Stupeň materiálové unifikace v oblasti inženýrských sítí je formálně vysoký. Používáme téměř výhradně normalizované výrobky, normalizovaná zařízení a často typová řešení. Přesto zůstávají nevyřešeny vážné problémy zprůmyslnění výstavby a obnovy inženýrských sítí. Jednou z příčin je, že materiálová základna zůstává příliš rozsáhlá, různorodá, nespolehlivá, nahodilá, nepružná a částečně i zastaralá, (*Šrytr a kol., 1998*).

Při posuzování materiálů a zařízení liniových částí inženýrských sítí jako celku nás v první řadě zajímají jejich vlastnosti, které zaručují splnění většího počtu podmínek, (*Šrytr a kol., 1998*):

1. Vlastnosti bezprostředního splnění funkce vedení. U potrubních vedení jde například o drsnost vnitřní stěny, ovlivňující hodnoty součinitele tření  $\lambda$ , nebo mechanické vlastnosti (pevnostní vlastnosti) materiálu, které spolu s dimenzí tloušťky stěny potrubí čelí namáhání za provozu zevnitř (i z vnějšku). K funkci vedení patří též odbočování a křižování vedení, jeho vybavení nezbytnými ovládacími prvky v podobě armatur atd. Z toho vyplývá, že je například velmi důležité, aby k výrobnímu programu trub existoval i odpovídající program tvarovek a armatur; u teplovodů má funkční význam například i materiál tepelné izolace.

2. Vlastnosti minimalizace pořizovacích (optimální životnost) a provozních nákladů. Půjde vždy o průnik vlastností skupiny 1 až 7. Ekonomické vlastnosti syntetizují ostatní vlastnosti.

3. Vlastnosti snadného provádění (minimalizace pracnosti, hmotnosti atd.) a snadné opravy či obnovy základních prostředků, ale též odolnost proti chybám a prohřeškům při stavbě.

4. Vlastnosti nízké energetické náročnosti. To se týká již výroby materiálu, dopravy a dále všech manipulací s materiálem až po jeho zabudování. U energetických sítí jde o funkční energetickou účinnost, u jiných o prostou energetickou účinnost, např. u SZV (systém zásobování vodou). Jde tedy o jakýsi průnik vlastností skupin 1.

5. Vlastnosti odolnosti vedení vůči vlivu prostředí (mechanické namáhání z vnějšku, agresivita prostředí, klimatické vlivy, svévolné nekvalifikované zásahy atd.).

6. Vlastnosti celkové spolehlivosti vedení. Zároveň jde o průnik vlastností skupiny 1, 2, 3, 5 a 7.

7. Vlastnosti optimálních podmínek řízení provozu vedení, rychlého a snadného zjištění příčin a míst poruch a havárií a jejich rychlého a snadného odstranění. Jde o průnik vlastností skupiny 1 až 6.

8. Vlastnosti usnadňující bezprostřední výrobu materiálu, včetně kontroly jeho jakosti.

9. Vlastnosti usnadňující odstranění materiálu vedení z prostoru po ukončení jeho faktické životnosti atd. (*Šrytr a kol., 1998*).

Uvedený souhrn požadovaných vlastností a schopností by mohl být dále doplňován. V každém případě lze na jeho základě současně sestavit odpovídající soubor základních kritérií použitelných pro testování například potrubních programů a při objektivizovaném rozhodování o dalším rozvoji materiálové základny inženýrských sítí jako celku a jejich jednotlivých druhů, ale též i při rozhodování o technologické materiálové variantě v konkrétních případech situace. V takových případech lze, podle stupně závažnosti očekávaných rozhodnutí a podle dostupnosti vstupních údajů, použít odpovídající metodu z nabídky existujících a dále vyvíjených metod hodnocení variantních řešení, (*Šrytr a kol., 2001*).

Kromě sledování společných vlastností materiálů a zařízení liniových částí inženýrských sítí je třeba věnovat pozornost i dílčím vlastnostem, odpovídajícím specifickým požadavkům a podmínkám jednotlivých druhů či skupin sítí (potrubních, kabelových), (*Řihošek., 1981*).

Účelné je též z hlediska potřeb koordinace řešení inženýrských sítí sestavit základní přehled o materiálu potrubních sítí a sítí elektrorozvodných a telekomunikačních. Jako nejpříznivější forma (nejekonomičtější a nejrámcovější) se jeví tabelární zpracování, zejména v případě potrubních sítí, (*Brož, 1997*).

Zkušenosti praxe ukazují, že nejčastější hrubé závady a nedostatky, či přímo omyly související s volbou materiálové technologické varianty v konkrétních případech jsou způsobeny, (*Šrytr a kol., 1998*):

- podceněním statických a dynamických problémů,
- podceněním problémů zakládání,
- spěchem (tlakem času), pohodlností, nepřipraveností podkladů,
- podceněním montážních a následných operací (nízká pečlivost montáže a kontroly výsledků práce, technologická nekázeň atd., a to podle druhu materiálu i podle dalších konkrétních podmínek aplikace),
- podceněním problémů koroze, abraze a inkrustace (ev. i dalších analogických jevů, např. sedimentace v případě kanalizace),
- nekvalifikovanými zásahy investora či budoucího provozovatele,
- nekvalitním projektem (nekvalitní projektovou dokumentací) a zejména neodbornými změnami projektu v průběhu realizace,
- vědomým zaostáváním v technické úrovni řešení,
- trestnými činy hospodářského charakteru (např. vědomá záměna dražšího kvalitního materiálu laciným nekvalitním) apod.

Současná praxe (též i praxe materiálového zabezpečení) nedostatečně reaguje na zásadní změny v podmínkách řešení inženýrských sítí, které spočívají zejména, (*Šrytr a kol., 1998*):

- v dosaženém rozsahu již instalovaných sítí,
- v často extrémní různorodosti jejich stavu (mnohde havarijním, kritickým),

- v často extrémním zahuštění prostoru inženýrskými sítěmi (při jejich klasickém ukládání),
- v extrémním tlaku na jejich kompletaci v území, kde již částečně existují, či na jejich urychlenou instalaci v zastavěném území obcí a měst, kde dosud chybí apod.

#### **4.4.1 Materiál potrubních sítí**

##### **4.4.1.1 Materiál vodovodů a kanalizací**

Základní informace o materiálu vodovodů jsou uvedeny v příloze č. 2 tabulka č. 1. Základní informace o materiálu kanalizací jsou uvedeny v příloze č. 2 tabulka č. 2.

##### **4.4.1.2 Materiál plynovodů**

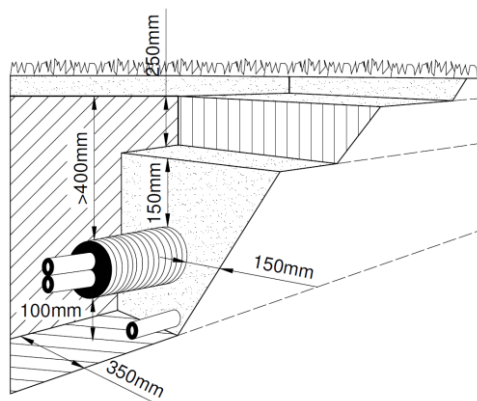
Pro plynovody se téměř výhradně používaly trouby ocelové bezešvé (ČSN 13 1030) nebo svařované, příloha č. 2 tabulka č. 1, 3 a 4. V našich podmínkách se částečně a relativně krátce uplatnily azbestocementové trubky, viz příloha č. 2 tabulka č. 1, pro nízkotlaké plynovody. Dnes je hojně používáno trubek z PE, viz příloha č. 2 tabulka č. 1, pro distribuční plynovodní sítě s tím, že jde většinou o vysokohustotní PE (polyetylen (HD)) s indexem toku taveniny ve třídách 005 až 010, tj. od 0,4 do 1,3 g/10 min, ve kterých výrobci zaručují svařitelnost trubek a tvarovek. Dříve se pro nízkotlaký rozvod též používaly i litinové trouby a trubky, viz příloha č. 2 tabulka č. 1.

Kvalita trubního materiálu plynovodů VVTL je ovlivněna snahou vyrobit a použít trouby z vhodné oceli, která by při stoupajících provozních tlacích umožnila zmenšení tloušťky stěn trub, a tím výraznou úsporu materiálu a snížení investičních nákladů (dnešní tloušťka stěn plynovodů VVTL s provozním přetlakem 6 MPa činí až 1/130 průměru trub). U oceli pro výrobu trub se především požaduje dostatečná mez kluzu a dobrá svařitelnost v polních podmínkách. Podstata možných úspor spočívá v tom, že cena 1 kg oceli v závislosti na hodnotě meze kluzu stoupá pomaleji, než klesá potřebná tloušťka stěny. To znamená, že cena za 1 m trubky klesá se zvyšující se mezí kluzu použité oceli, (*Šrytr a kol., 1998*).

##### **4.4.1.3 Materiál potrubí tepelných sítí**

Pro vedení tepelných sítí se téměř výhradně používaly ocelové trubky a trouby bezešvé nebo svařované, viz příloha č. 2 tabulka č. 1, 3 a 4. Pro kondenzátní a vratná potrubí se doporučuje kvalitní nekorodující ocel.

V posledním období se v zahraničí i u nás již uplatňuje bezkanálový způsob ukládání teplovodů využívající plastových materiálů. Příkladem může být ECOFLEX holandské firmy Uponor, využívající polyetylenové potrubí (PE; -50 až +80 °C), obr. č. 6. S užitím těchto druhů materiálů (trub, tvarovek i armatur) kalkuluje též řešení teplovodů a plynovodů v rámci sdružené trasy (viz příloha č. 1, varianta č. 10) označené jako univerzální tvárniceová trať.



Obr. č. 6 - Způsob uložení teplovodu ECOFLEX, (Uponor, 2014).

Ostatní trubní materiály přicházejí v úvahu jako chráničky. Nedílnou součástí liniové části vedení tepelných sítí je tepelná izolace, (Šrytr a Kratochvíl, 1987).

Materiál tepelné izolace má mít malou tepelnou vodivost, malou měrnou hmotnost, nemá být hydrokopický a hořlavý, nemá podléhat hnití, nemá mít nepříznivý vliv na potrubí a má být dostatečně pevný, (Šrytr a kol., 1998).

Izolace vedení tepelných sítí podle způsobu provádění dělíme na, (Šrytr a kol., 1998):

- vinutou,
- prefabrikovanou (skruže),
- cpanou,
- sypanou,
- litou,
- sekundární konstrukční (pěnobeton, pórobeton, pěnový PUR, apod.)

Izolaci vedení tepelných sítí podle druhu izolačního materiálu a formy klasifikujeme jako, (Šrytr a kol., 2001):

- rohože ze skelné nebo minerální (čedičové) vlny,
- skruže čedičové, skleněné,
- křemelinové a polystyrenové segmenty, pěnový polyuretan atd.

Žádný tepelně izolační materiál není ideální tepelný izolátor. Na tepelně izolační vlastnosti má největší vliv vlhkost a možnost proudění vzduchu, a proto těmto dvěma faktorům bývá věnována největší pozornost, (Šrytr a kol., 1992).

## 4.4.2 Materiál elektrorozvodných sítí

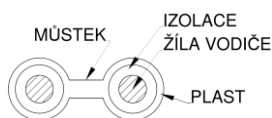
### 4.4.2.1 Materiál vedení rozvodu elektrické energie

Vodiče podle druhu izolace dělíme na holé (neizolované), izolované a kabely. Jmenovité průřezy vodivých částí jak holých, tak i izolovaných vodičů jsou, (*Šrytr a kol., 1998*):

0,5-0,75-1-1,5-2,5-4-6-10-16-25-35-50-70-95-120-150-185-(210)-240-300-(350)-400-450-500-(670) mm<sup>2</sup>

Standardně užíváme tyto holé vodiče: dráty Cu 4 až 25 mm<sup>2</sup>, lana Cu 10 až 300 mm<sup>2</sup>, lana l prostá 16 až 300 mm<sup>2</sup>, lana AlFe 25 až 670 mm<sup>2</sup>, ocelová lana 16 až 120 mm<sup>2</sup>.

Izolované vodiče a kabely mohou mít různé konstrukční provedení, které je znázorněno na obrázcích 7 až 9. Základní informace o nich jsou zakódovány již v sekvenci čtyř až pěti písmenových znaků, které jsou dle normy užívány k jejich označení. První písmeno označuje obvykle materiál jádra A (hliník), C (měď); druhé písmeno určuje materiál izolace; třetí písmeno rozlišuje typy vodičů s různým použitím, vlastnostmi apod., či označuje, že jde o kabel (K); čtvrté písmeno označuje materiál pláště, popř. dalšího obalu; páté písmeno a ev. další písmena určují v případě kabelů obaly nad pláštěm. U kabelů rozlišujeme, pro jaká napětí jsou



Obr. č. 7 - Příčný řez můstkovým vodičem, (*Šrytr a kol., 1998*).



Obr. č. 8 - Příčný řez modifikace závěsného silového kabelu AYKYz, (*Šrytr a kol., 1998*).

určena (dle normy jde o kabely pro nízká napětí do 750 V, silové kabely do 1 kV, kabely pro vysoké napětí 22 a 35 kV a kabely pro velmi vysoké napětí 110 kV). Základní technické parametry silových kabelů, které nás prvořadě zajímají z hlediska koordinace technického řešení inženýrských sítí jsou uvedeny v tab. č. 4, (*Šrytr a kol., 1992*).



Tab. č. 4 - Základní technické parametry silových a sdělovacích kabelů, (Šrytr a kol., 1998)

Označení (druh) kabelu		Vnější průměr $D$ (mm)	Výrobní délka (m)	Hmotnost ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$ )	Min. poloměr ohybu $R$ (m)	
silové	kabely pro nízké napětí do 750 V	25-80	1000-450	0.8-4.0 (Al) 2.5-9.0 (Cu)	15 D ( $D \leq 20$ ) 10 D ( $D \leq 40$ )	
	kabely silové do 1 kV	40-80	500-400	2.5-9.0 (Al) 4-14 (Cu)	dtto	
	kabely pro vysoké napětí	22 kV	60-100-120	800-200	11-19 (Al)	20 D
		35 kV	60-120	500-800-200	11-23 (Cu)	20 D
	kabely pro velmi vysoké napětí 110 kV	70-90	800-600	8-12 (Al) 10-16 (Cu)	1.5 m (s PE izolací)	
sdělovací	Dálkové (DK)				20 D	
	5 DM 0.9 až 90 DM 0.9	19.4-73.7	1000-180	1.3-7.42	s Pb pláštěm: párových 15 D čtyřokých 20 D celoplastových: jednoplášťových 10 D dvouplášťových 15 D	
	4 XV 0.9; 12 XV 0.9; 7 XV 1.3	17.0-50.5	1000-375	1.2-7.10		
	4 RP 1.3; 37 RP 1.3	24.5-77.0	750-165	1.8-16.0		
	1 RP 1.3 + 10 DM 0.9 až 7 RP 1.3 + 108 DM 0.9	26.0-84.2	750-150	1.9-12.8		
	1 XV 1.3 + 10 DM, 9 XV 1.2 + + 33 DM 0.9	25.0-65.0	750-230	1.9-11.8		
	Místní (telefonní) (TK)					
1 XN 0.5 až 0.8 až 600 XN 0.5 až 0.8	8.7-85.7	1000-150	0.42-18.05			
1 OP 0.4 až 0.6 až 2000 P 0.4 až 0.6	10.0-84.7	1000-150	0.50-23.55			
5 P 0.5 až 0.8 až 1200 P 0.5 až 0.6	11.0-80.0	1000-165	0.12-8.15			
1 P 1.0 až 61 P 1.0	8.0-57.5	1000-250	0.06-5.80			

#### 4.4.2.2 Materiál telekomunikačních sítí

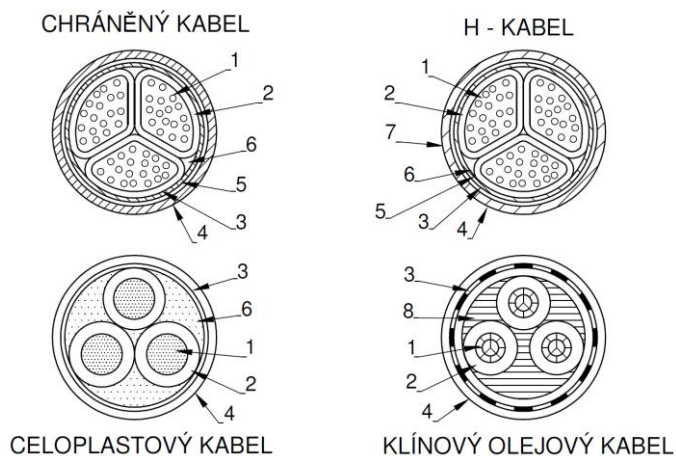
Sdělovací (telekomunikační) kabely sestávají z kabelové duše a ochranných obalů. *Kabelová duše* je soustava prvků, stáčených buď v protisměrných koncentrických polohách (vrstvách), nebo svazkové (skupinově, Unit) s vložkami, s výplňovým obalem a obvodovou izolací, (Šrytr a kol., 1992).

Ochranné obaly chrání duši kabelu, (Šrytr a kol., 1998):

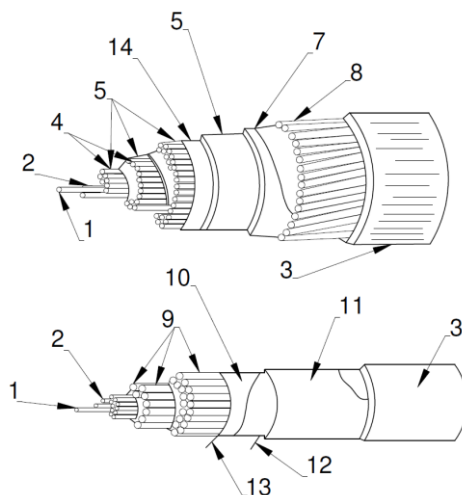
- proti mechanickému poškození,
- proti vnikání vlhkosti do kabelu (popř. jiných tekutin a par),
- před nebezpečným napětím, indukovanými do ní z vedení VN, VVN a z trakčních systémů,
- před rušením od vedení VN, VVN, od vedení trakčních systémů a od vedení jiných silnoproudých zařízení (ČSN 34 1050), popř. radiových vysílačů. Příklady konstrukčních uspořádání klasických telekomunikačních kabelů viz obr. 10.

Prvky sdělovacích kabelů rozumíme základní konstrukční elementy kabelu. U symetrických kabelů (elektricky symetrických) jde o tyto prvky, (Šrytr a kol., 1998):

- Páry* (označení P), tj. dvě žíly spolu stočené s určitou délkou skrutu. Žíla je izolované měděné jádro (Cu) nebo jádro z hliníkové slitiny (Al). Jádro je vlastní kovový vodič uvnitř žíly.
- Stíněné páry* (RP) pro rozhlasové přenosy. Obvykle jde o zvláštní konstrukce páru elektrostaticky stíněné ovínem pomocí jednostranně pokoveného papíru.

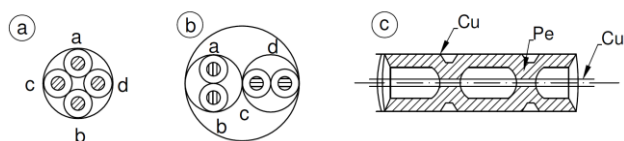


Obr. č. 9 - Příklady konstrukčního uspořádání silových kabelů: 1 – vodič, 2 – izolační obal, 3 – Pb (Al) plášť kabelu, 4 – ochranný plášť kabelu, 5 – ochranná vrstva, 6 – výplňová hmota, 7 – ochranný pancíř, 8 – izolační olej, (Šrytr a kol., 1998).



Obr. č. 10 - Příklady konstrukčního uspořádání telekomunikačních kabelů: 1 – vodič (jádro), 2 – izolace, 3 – vnější ochranný obal (plášť), 4 – přídržovací spirála, 5 – obvodová izolace, 6 – plášť kabelu, 7 – vnitřní ochranný obal (polštář), 8 – ochrana z ocelových pásků, drátů, 9 – prvky kabelové duše, 10 – opletení, 11 – stínící obal, 12 – přidavný drát, 13 – značkovací vlákno, 14 – opletení svazku, (Šrytr a kol., 1998).

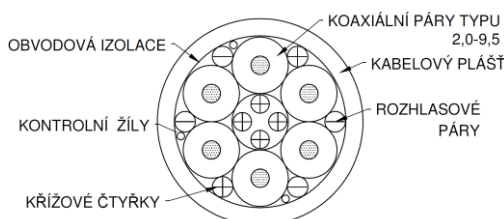
- c) *Křížové čtyřky*, tj. čtyři žíly stočené s jednou délkou skrutu, takže řez čtyřkou má v kterémkoliv místě tvar kříže. Protilehlé žíly a-b a c-d tvoří vždy jeden kmen (obr. č. 11a). Křížové čtyřky (mají minimální magnetické vazby) jsou nízkofrekvenční (XN) a vysokofrekvenční (XV). Kabely se čtyřkami XN se používají v tranzitních a vyšších úrovních sítě.
- d) *Čtyřky DM* (Dieselhorst/Martin). Pár 1 (žíly a-b) je kroucen s délkou skrutu  $l_1$ , pár 2 (žíly c-d) s jinou délkou skrutu  $l_2$ , a oba páry jsou spolu skrouceny s další délkou skrutu  $l_3$ . Na řezu mají oba páry nejruznější vzájemné polohy (obr. č. 11b). Kabely s prvky DM jsou používány v uzlových sítích.



Obr. č. 11 - Příklady konstrukce prvků sdělovacího kabelu: a – křížové čtyřky, b – čtyřky DM (Dieselhorst-Martin), c – konstrukce koaxiálního páru typu 1,2/4,4 s balónkovou izolací z PE, (Šrytr a kol., 1998).

U elektricky nesymetrických kabelů je prvkem koaxiální pár, který je tvořen vnitřním vodičem s průměrem  $d$  a vnějším vodičem ve tvaru trubky se světlostí  $D$  (viz obr. č. 11c). Souosost vnitřního a vnějšího vodiče je zajištěna vhodnou izolací (balónkovou, distančními kotoučky apod.). Koaxiální páry typu 1,2/4,4 ( $d/D$ ), tzv. malé koaxiální páry, mohou přenést po jednom páru jednosměrně až 2700 současných telefonních kanálů, 0,3 až 3,4 MHz, nebo dva televizní kanály (analogový nosný systém do 12,5 MHz). Koaxiální páry typu 2,6/9,5 tzv. střední koaxiální páry, mohou přenést po jednom páru jednosměrně až 10 800 současných telefonních kanálů 0,3 až 3,4 kHz a analogový nosný systém do 60 MHz. Konstrukce kombinovaného telekomunikačního kabelu je na obr. č. 12, (Šrytr a kol., 1992).

Místní sdělovací kabely jsou označovány základní značkou TK (telefonní kabel), dálkové kabely (v uzlových a vyšších sítích) značkou DK, kabely s malými koaxiálními páry značkou MK a se středními koaxiálními páry značkou SK. Další



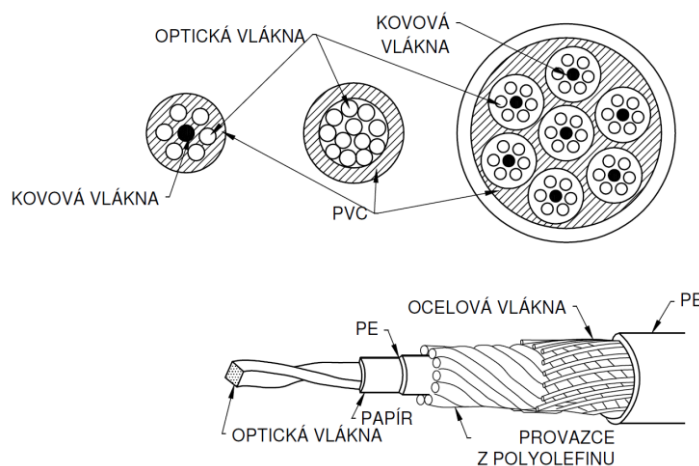
Obr. č. 12 - Příčný profil kombinovaného telekomunikačního kabelu, (Šrytr a kol., 1998).

značení je u všech kabelů shodné. Značení před K (kabel) popisuje prvky v kabelové duši, značení za písmenem K popisuje ochranné vrstvy kabelové duše. Při označení kabelů je nutné k písmenové značce udat ještě doplňkovou značku udávající počet prvků, druh prvků a průměr jader žil, např. DCKOPV 37 DM 0,9, DCKQYDV 12 XV 0,9. Velmi často se však uplatňují kabely kombinované, v jejichž kabelové duši je více druhů prvků. Například magistralní koaxiální kabel SCBKQY 6 x 2,6/9,5 + 6 XN 0,9 + 4 RP 1,3; profil kabelové duše je značen na obr. č. 11. Základní technické parametry sdělovacích kabelů pro účely koordinace technického řešení IS viz tab. č. 4, (Šrytr a kol., 1992).

Sdělovací kabely s optickými vlákny umožňují přenos mnohonásobně širších kmitočtových pásem než všechny dosud známé přenosové systémy.

Hlavní výhody světlovodů, (Šrytr a kol., 1998):

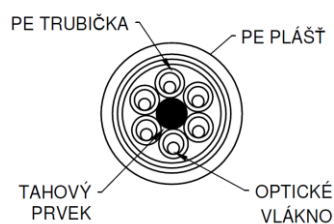
- Velká přenosová kapacita,
- Větší délky opakovaných úseků než u klasických kabelů (méně zařízení, méně zemních a montážních prací, omezené nároky na údržbu),
- Malé útlumové zkreslení, malá teplotní závislost světlovodů (nejsou nutné korektory),
- Velká odolnost linkového traktu proti rušení (optický okruh je elektricky izolován a je imunní na elektromagnetické rušení a přeslechy),
- Velká odolnost proti odposlechu (téměř nemožný),
- Malý objem a hmotnost linkového traktu (jednodušší manipulace, jednodušší stavba, např. ve městech, kde je velký nedostatek prostoru),
- Obrovská úspora drahých materiálů (Pb, Cu, Al, např. 12 koaxiálních párů je třeba 600 kg Cu na 1 km a pro 12 vláken 0,1 kg skla na 1 km).



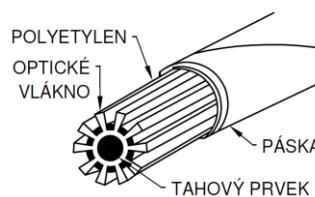
Obr. č. 13 - Příklad konstrukce sdělovacích kabelů se strukturou zalévaných optických vláken, (Šrytr a kol., 1998).

Příklady konstrukčního řešení optických kabelů jsou na obrázcích č. 13 až 15. Hmotnost takového kabelu je vlastně určena hmotností obalů a je podstatně (několikanásobně) menší než u klasických kabelů, což mj. umožňuje vyrábět je ve výrobních délkách 1 až 2 km i více, (Šrytr a kol., 1992).

V každém optickém kabelu pro tratě, v nichž budou opakovaně (při velkých vzdálenostech), musí být jeden pár s kovovými jádry pro dálkové napájení průběžných opakovačů, (Šrytr a kol., 1992).



Obr. č. 14 - Kabel s klasickou strukturou s volnými vlákny, (Šrytr a kol., 1998).



Obr. č. 15 - Kabel s válcovou drážkovou strukturou, (Šrytr a kol., 1998).

## 4.5 Typizace inženýrských sítí

Typizace je nástrojem pro unifikaci řešení technických problémů a tím i jisté výhodné ekonomiky řešení. Účelem typizace však je i prosazení technického rozvoje, industrializace výrobního procesu a uspokojení požadavků na vyšší užitný standard a provozní spolehlivost, (*Šrytr a kol., 2001*).

V porovnání s jinými druhy staveb jsou podmínky pro opakovatelné řešení inženýrských sítí značně ztíženy i v soustředěné výstavbě pro tvarovou rozmanitost, pro menší opakovatelnost některých konstrukcí a objektů, pro zvýšenou závislost na proměnných přírodních podmínkách u liniových staveb a sníženou zaměnitelnost skladebných prvků, dílů a konstrukcí, (*Šrytr a kol., 1998*).

I když se bude typizace v oboru inženýrských sítí dále vyvíjet užitím jiných postupů, je třeba, již vzhledem k četným realizovaným typovým řešením staveb, objektů či konstrukčních prvků inženýrských sítí, zachovat existující typové podklady jako důležitý zdroj informací, dokumentující současný stav a poskytující základní východisko pro inovaci. Zůstává tedy důležité a užitečné zajistit dostatečný přehled o tomto oboru pro projektanty, investory, dodavatelské firmy i provozovatele. Typizační podklady v oboru inženýrských sítí je účelné klasifikovat jako podklady obecně použitelné bez ohledu na druh inženýrské sítě (jde zejména o typizaci ochranných konstrukcí inženýrských sítí, třebaže některé z nich vznikly účelově pro jeden druh sítě) a dále jako podklady úzce vázané na jednotlivé druhy sítí, (*Šrytr a kol., 1992*).

### 4.5.1 Vodovodní sítě

Prosazovanou koncepcí stávajících SZV je koncepce skupinových a oblastních vodovodů, třebaže si souběžně s ní zachovávají oprávněnou existenci i centralizované SZV, popř. i čistě lokální SZV, (*Šrytr a Kratochvíl, 1987*).

Skupinové a oblastní vodovody obvykle vznikají spojením centralizovaných SZV a dále v souvislosti s aktivací velkých vodních zdrojů (např. vodárenská nádrž na řece Želivce s úpravnou v Nesměřicích či vodní dílo Římov s úpravnou vody Plav atd.). U takových teritoriálně rozsáhlých systémů lépe zvládneme existující nerovnoměrnosti v rozmístění zdrojů a jejich kapacity, lépe zvládneme narůstající nároky spotřebitelů vody a dále vytváříme nejvýhodnější podmínky pro řešení většiny závažných problémů na vyšší technické úrovni včetně zavádění ASDŘ (automatizovaný systém dispečinkového řízení) při relativně nižších nákladech, (*Šrytr a kol., 2001*).

*Skupinovým vodovodem* rozumíme takový SZV, který obsahuje jeden a více zdrojů a kterým je zabezpečováno zásobování několika relativně samostatných spotřebišť (obcí) bez celkového omezení jejich počtu. Oblastní vodovod je vlastně též skupinový vodovod, který zásobuje rozsáhlé území z geograficko-správního hlediska označovaného jako oblast, (*Šrytr a kol., 1992*).

Podle technického uspořádání rozeznáváme dva vyhraněné typy skupinových vodovodů, (Šrytr a kol., 1998):

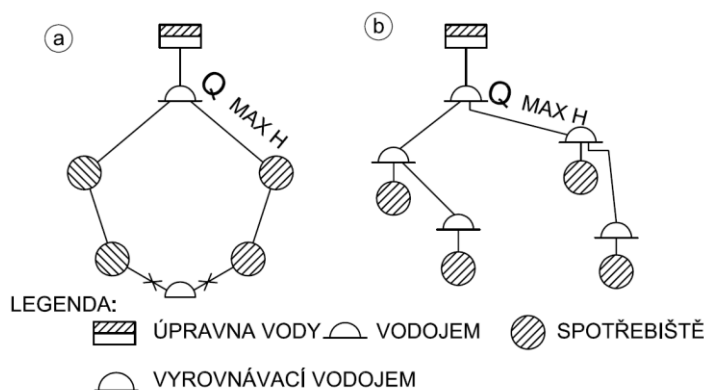
1. Typ je skupinový vodovod s jedním společným vodojeme pro celou skupinu (obr. č. 16a),
2. Typ je skupinový vodovod s místními vodojemy u jednotlivých spotřebišť (obr. č. 16b) nebo u dílčích podskupin spotřebišť.

Pokud je chceme zhodnotit, lze říci, že výhodami 1. typu jsou, (Šrytr a kol., 1998):

- nižší investiční náklady na jeden společný vodojem než na několik místních vodojemů,
- při dalším růstu potřeby vody je relativně snadná rekonstrukce s přechodem na 2. typ,
- vhodnější provozní podmínky při soustředění provozu.

Nevýhody, pak spatřujeme ve, (Šrytr a kol., 1998):

- větších (tedy i dražších) profilech zásobovacích řádů, které je nutné dimenzovat na maximální hodinovou potřebu vody,
- v obtížnější kontrole zásobování celé skupiny.



Obr. č. 16 - Schéma základních typů skupinových vodovodů (a – 1. typ, b – 2. typ), (Šrytr a kol., 1998).

Tento 1. typ s jedním vodojemem je tedy vhodné použít při malé vzdálenosti spotřebišť a v rovinném území, kde větší počet místních věžových vodojemů představuje příliš nákladné řešení. Je rovněž výhodný tehdy, pokud můžeme počítat s rychlým růstem spotřeby vody, takže jej lze snadno rekonstruovat na 2. typ. U tohoto typu se dále doporučuje budovat další vodojem za spotřebišťem (vyrovnávací vodojem), viz schéma na obr. č. 17 D, E, (Šrytr a Kratochvíl, 1987).

Výhodou skupinového vodovodu 2. typu jsou nižší náklady na příváděcí řady (potrubí spojující vodní zdroj s vodojemem), které jsou dimenzovány na maximální denní potřebu vody, (Šrytr a Kratochvíl, 1987).

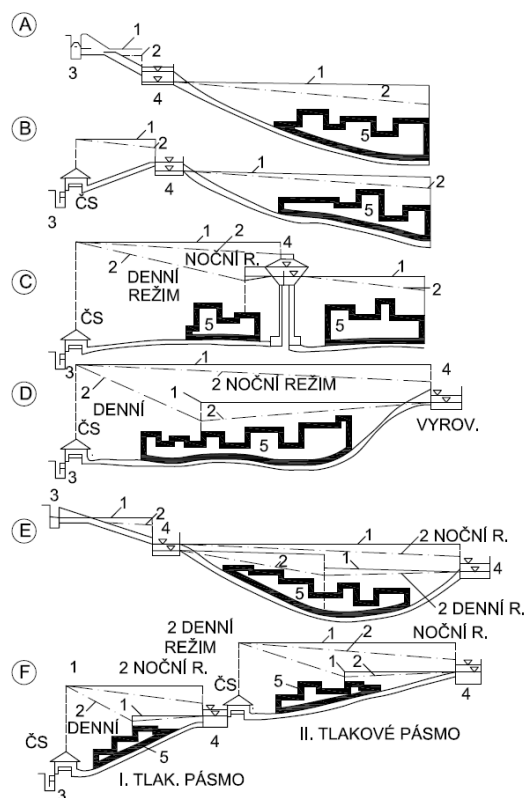
Nevýhodami je, (Šrytr a kol., 1998):

- roztržitý provoz do několika míst (daným polohou vodojemů),
- při růstu spotřeby vody jej lze rekonstruovat jen nákladným způsobem (např. aplikováním zdvojených potrubních tras apod.)

Obr. č. 17 - Možná schémata SZV – přehledné podélné profily s vyznačením tlakových poměrů:

A – vodojem před spotřebištěm, gravitační přiváděcí řad, B – vodojem před spotřebištěm, výtlačný přiváděcí řad, C – věžový vodojem ve spotřebišti, výtlačný přiváděcí řad, D – vodojem za spotřebištěm, výtlačný přiváděcí řad, E – vodojem před i za spotřebištěm, gravitační přiváděcí řad, F – členění spotřebiště do 2 tlakových pásem s vodojemi za spotřebištěm, přiváděcí řady výtlačné;

1 – hydrostatická tlaková čára, 2 hydrodynamická tlaková čára, 3 – vodní zdroj, 4 – vodojem s vyznačením minimální a maximální provozní úrovně hladiny vody, 5 – spotřebiště, ČS – čerpací stanice, (Šrytr a kol., 1998).



Při rozhodování o volbě typu skupinového vodovodu hraje významnou úlohu okolnost, zda jde o zcela nově budovaný systém nebo o spojení dílčích již existujících a provozovaných vodovodů nebo (nejčastěji) o kombinaci předcházejících dvou případů, (Šrytr a Kratochvíl, 1987).

Z hlediska způsobů hospodaření s vodou v SZV rozlišujeme několik typů SZV, (Šrytr a kol., 1998):

- otevřený,
- uzavřený,
- stupňovitý,
- polootevřený,
- kombinovaný.

Ve veřejných vodovodech je uplatňován otevřený způsob hospodaření s vodou, jehož důsledkem je produkce odpadních vod, (Šrytr a kol., 2001).

Uzavřené systémy dále klasifikujeme jako prosté cirkulační a recirkulační, které se uplatňují zejména ve vodním hospodářství průmyslových závodů a



v komunálním hospodářství (část vodního hospodářství krytých bazénů a letních koupališť atd.) a v SCZT-TV (uzavřené systémy napájecí vody; SCZT-TV – systém centralizovaného dispečinkového řízení a TUV (teplá užitková voda)). Rozdíl mezi cirkulačním a recirkulačním systémem spočívá v tom, že u recirkulačního systému je zařazen prvek recirkulační úpravy vody, jehož úkolem je zajistit příslušné korektury v kvalitě cirkulované vody, (Šrytr a kol., 1992).

Stupňovitý systém je zvláštním druhem systému otevřeného a je představován násobným užitím vody (podmínkou jeho aplikace je, že relativně znečištěná voda po prvním a dalším užití musí být ještě pro další následné užití přijatelná).

Z vodohospodářského hlediska je nejnáročnější (na kapacitu vodního zdroje) systém otevřený, (Šrytr a kol., 2001).

Podle druhu vodního zdroje rozeznáváme SZV, (Šrytr a kol., 1998):

- se zdrojem vody podzemní (přírozené podzemní vody, s umělou infiltrací),
- se zdrojem vody povrchové (vodní toky, vodní nádrže),
- se zdrojem vody srážkové (cisterny),
- se zdrojem mořské vody,
- s kombinovaným zdrojem.

Podle způsobu dopravy rozlišujeme SZV, (Šrytr a kol., 1998):

- gravitační (schéma na obr. č. 17 A, E),
- výtlačný (schéma na obr. č. 17 C),
- kombinovaný (schéma na obr. č. 17 D, F),

Podle umístění vodojemu v SZV rozlišujeme SZV, (Šrytr a kol., 1998):

- s vodojemem před spotřebišťem (schéma na obr. č. 17 A),
- s vodojemem za spotřebišťem (schéma na obr. č. 17 D),
- s vodojemem ve spotřebišti (schéma na obr. č. 17 C).

Podle účelu – kategorizace spotřeby vody (uživatelů vody a účelu užití vody) – rozlišujeme SZV, (Šrytr a kol., 1998):

- jednotný,
- oddělený,
- polooddělený.

Veřejný vodovod je jednotným SZV. Zajišťuje zásobování vodou pitnou, užitkovou a požární (plní také funkci požárního vodovodu). Je-li to z bilančních důvodů možné, veřejný vodovod zásobuje i průmyslové závody, nemusí jít přitom jen o použití vody pro osazenstvo závodu, ale též o použití vody k výrobním účelům (voda výrobní, provozní, technologická), (Šrytr a kol., 2001).

Základní normativní požadavky pro řešení vodovodních řadů přiváděcích, zásobovacích a řadů distribuční sítě (včetně vodovodních přípojek) jsou v příloze č. 3.

#### 4.5.2 Kanalizační sítě

Dosavadní prosazování koncepce kanalizačních sítí (KS) je koncepcí lokálních KS (pro jednu obec, jedno město), pouze výjimečně při vhodných sklonových poměrech se používají skupinové KS (pro několik obcí, měst).

Hygienický a hospodářský význam městského (obecního) odvodnění spočívá v soustavnosti, tj. v přechodu na důsledně hromadnou obsluhu území. Soustavná kanalizace je řešena v souladu s urbanistickou koncepcí města, obce a vždy v plném rozsahu města, obce nebo odvodňované oblasti (zájmového území). Při řešení soustavné kanalizace se vychází ze současného stavu s přihlédnutím k předpokládanému rozvoji alespoň v příštích 20 letech. Pouze na základě všech těchto podkladů (demografických, hydrologických, situačních podkladů technických zařízení inženýrských sítí apod.) je možné určit koncepci odvodnění a posoudit, které druhy odpadních vod se na odvodňovaném území vyskytnou, a rozhodnou o vhodnosti stokové soustavy (při respektování těsného vztahu na recipient či další recipientní prvky v území), (*Šerek a Lhotáková, 1981*).

Termín *kanalizace* znamená soubor zařízení, kterými jsou neškodně odváděny dešťové, splaškové a průmyslové odpadní vody z obytného území, závodů, letišť, komunikací, nádrží aj. a jejich vyčištění na takovou výši, aby nebyly ovlivněny ostatní funkce vodních toků (přírozeného hydrologického cyklu). Patří sem stokové a drenážní sítě, úpravy místních toků prováděné s cílem odvodnění měst a obcí atd., včetně čistíren odpadních vod. Pojetím kanalizace bývá často nesprávně nazývána v užším smyslu slova pouze kanalizační síť (*Šrytr a kol., 1986b*).

Obor, zahrnující navrhování, stavbu a provoz stokových sítí a objektů na nich, je označován jako *stokování*. Navrhování, stavba a provoz objektů a zařízení k čištění odpadních vod je obsahem oboru *čištění odpadních vod*, (*Šrytr a kol., 2001*).

Na odvodněném území se můžou vyskytovat tyto druhy odpadních vod:

*Splašky* – odpadní vody z domácností nebo odpadní vody ze závodních kuchyní a jídelen, umýváren a ze závodů průmyslových a zemědělských závodů apod. Jejich obsahem jsou zbytky jídel z mytí nádobí, záchodové odpadní hmoty a nečistoty z mytí, koupání a praní, včetně pracích a mycích prostředků. Tyto nečistoty jsou hrubě dispergované, jemně rozptýlené a rozpuštěné. Charakter těchto znečišťujících látek je převážně organický, (*Šrytr a Kratochvíl, 1987*).

*Dešťové odpadní vody* – vody z veškerých druhů atmosférických srážek, spadlých na povrch zastavěného území. Tyto vody z povrchu území odtékají a jsou obvykle jímány dešťovými vpustěmi a odváděny do stok. Tyto vody průchodem ovzduší, zejména pak splachem terénu, získávají anorganické i organické znečištění, (*Šrytr a kol., 1992*).

*Průmyslové odpadní vody* – vody, jež byly použity v průmyslových závodech nebo provozovnách při výrobním procesu a které jsou ze závodu vypouštěny. Typy znečištění a charakter znečišťujících látek můžou být různé. Mohou být v závodě předčištěny před vypouštěním do veřejné kanalizace (případně vyčištěny než se vypustí do recipientu), nebo mohou být znečištěny látkami umožňující společné

čištění se splašky a můžou se vypustit do veřejné kanalizace bez předčištění v závodě, (Šrytr a kol., 2001).

*Podzemní vody* – vody drenážní a vody ze stavebních jam základů objektů nebo rýh pro inženýrské sítě (tvoří dočasné, popř. trvalé, snížení hladiny podzemní vody), (Šrytr a kol., 1998).

*Oplachové vody* – použití k čištění ulic. Jejich znečištění představuje hrubé dispergované látky, jemně rozptýlené látky organické i anorganické povahy, (Řihošek, 1981).

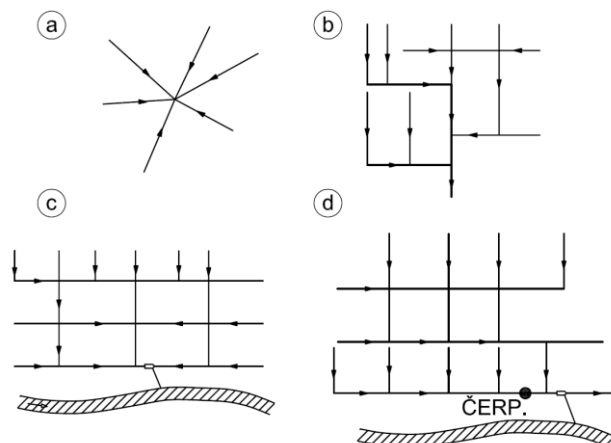
*Infekční vody* – tyto vody obsahují, nebo by mohly obsahovat choroboplodné zárodky zvláště nebezpečné povahy nebo škodlivé zárodky, které jsou soustavně produkovány v nezanedbatelném množství (pocházející z infekčních oddělení nemocnic, léčeben a sanatorií TBC, mikrobiologických laboratoří, výroben sér a očkovacích látek apod.). Před jejich vypouštěním do stokové sítě se tyto vody musí upravit na takovou úroveň, aby nebyly hygienicky škodlivé a aby byly choroboplodné zárodky zničeny. Často jsou likvidovány samostatně a do stokové sítě nepřichází, (Šrytr a kol., 1998).

Základním principem kanalizačních soustav je splachovací princip, gravitační doprava odpadních hmot vodou a sítí stok s volnou hladinou do jediného nejnižšího položeného místa. Nedovoluje-li to konfigurace terénu, aplikuje se gravitační svedení odpadních vod do několika takových míst a soustředění odpadních vod z těchto několika míst se dosahuje přečerpáváním. Systematické uspořádání stok je výsledkem řešení s ohledem na konfiguraci terénu a zástavby a může tak vzniknout po natrasování jednotlivých stok systém radiální, větevný, úchytný nebo pásmový, nejspíše však kombinovaný, (Šrytr a kol., 1998).

*Radiální systém* (obr. č. 18a) je vhodný pro odvodnění kotlin (pánví). Jednotlivé stoky se paprskovitě sbíhají v nejnižším bodě kotliny a odtud je voda odváděna gravitačně nebo přečerpáváním do čistírny odpadních vod.

*Větevový systém* (obr. č. 18b) nejčastěji v členitém terénu. Stoky vedou pokud možno nejkratším směrem a nejvýhodnějším sklonem k nejnižšímu bodu soustředění a do ČOV.

*Úchytný systém* (obr. č. 18c) vzniká v dlouhých táhlých údolích. Úchytná stoka přijímá odpadní vody z jednotlivých sběračů v komunikaci podél vodního toku. Snížením dimenze úchytné stoky (snížení stavebních nákladů) lze dosáhnout zřízením odlehčovacích komor (pokud jde o jednotnou či oddílnou dešťovou stokovou soustavu).



Obr. č. 18 - Geometrické tvary systému stok: a – radiální systém stok, b – větvový systém stok, c – úchytný systém stok, d – pásmový systém stok, (Šrytr a kol., 1992).

*Pásmový systém* (obr. č. 18d) se skládá z několika výškových pásem stok; v každém pásmu může být systém radiální, větvový nebo úchytný. Roztřídění odvodňované oblasti na jednotlivá výšková pásma je výhodné tam, pokud potřebujeme počítat s umělým zdvihem odpadních vod, z důvodu možnosti zaústění do recipientu a aby množství čerpané vody bylo minimální.

Existují dvě základní stokové soustavy, soustava jednotná a soustava oddílná. Každá z nich může mít další modifikace, (Šrytr a kol., 1998).

V *jednotné stokové soustavě* se všechny druhy odpadních vod, které se na odvodňovaném území vyskytují, odvádějí společnou sítí stok a vzájemně se směšují. To přináší mnoho ekonomických a technických výhod, ale někdy i technické a hlavně hygienické a estetické nevýhody.

V *oddílné stokové soustavě* se některý druh odpadních vod nebo některá skupina druhů smíšených vod odvádí samostatně. Různé druhy odpadních vod, vyžadující různý způsob čištění, se nesměšují. V komunikačním prostoru se potom vyskytují dvě nebo více stok pro různé druhy odpadních vod.

### 4.5.3 Soustavy centralizovaného zásobování teplem

Palivoenergetická situace státu si již v minulosti vynucovala intenzivnější hospodaření se všemi disponibilními energetickými zdroji. Předpokládalo se krytí základního tepelného zatížení dodávkou tepla ze systémových elektráren na tuhá i jaderná paliva. To vyvolalo nezbytnost dopravy tepla relativně značné vzdálenosti. Toto řešení nabízelo úsporu paliva a současně i větší efektivnost při výrobě elektrické energie. Byly tak vytvářeny oblastní teplárenské soustavy. Do nich byly postupně integrovány některé dílčí a méně rozsáhlé SCZT-TV v závislosti na ekonomických možnostech. Přitom technicky i ekonomicky přijatelná vzdálenost na

dopravu páry je podstatně nižší (asi 25 km) než u horké vody (60 km), (*Šrytr a kol., 2001*).

Pro menší a malá města, která leží mimo dosah oblastních soustav, je experimentálně v zahraničí využíváno i tzv. „dopravy chemického – reakčního tepla“ (využití vratných – reverzibilních chemických reakcí). Nezbytné (i výhodné) přitom je, aby produkt reakce byl v plynné fázi, neboť lze potom využít klasickou plynárenskou technologii při transportu, manipulaci i skladování. Takovým příkladem je švýcarský systém Salamo (s akčním rádiem 100-120 km) či německý Adam-Eva (*Beghi, 1979*), který je založen na konverzi metanu při použití vysokoteplotního plynem chlazeného reaktoru.

Je třeba vážně zvažovat i využívání odpadního tepla chladicí vody nebo tepla obsaženého ve vratném potrubí tepelných sítí (včetně využití tepelných čerpadel).

Jako zdroje lze využívat i spaloven (organických) tuhých městských odpadů a kalů. Perspektivní se též jeví spolupráce klasických a nekonvenčních tepelných zdrojů (s využitím tepelných čerpadel či solárních systémů), (*Šrytr a kol., 1992*).

Předpokladem dobrého uplatnění SCZT-TV je, aby jeho řešení bylo dostatečně zkoordinováno a bylo v souladu s územní energetickou studií a územními generely. Například se ukazuje účelným monovýrobu tepla ve výtopnách ponechat pouze tam, kde se prokáže jako neefektivní uplatnění kogeneračních jednotek, ale současně lze ještě zvážit, zda není účelnější provést decentralizaci do domovních či bytových zdrojů tepla. Při spalování biomasy je účelnost výtopny prokazatelná. Avšak při spalování plynu, pokud není průchodné současné užití kogenerace, je nutné věrohodně prokázat, zda bude výhodnější řešení s výtopnou či decentralizovanými zdroji. Jako limitující se mohou ukázat výsledky tzv. rozptylových studií (znečištění ovzduší, např.  $\text{NO}_3$ ), (*Šrytr a Kratochvíl, 1987*).

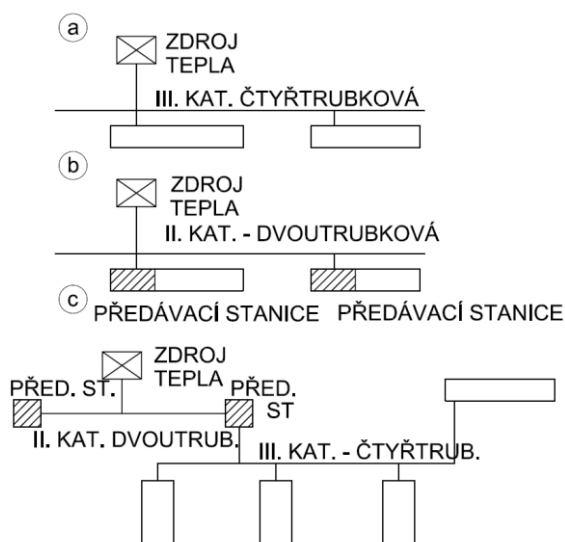
Progresivní změny nastávají zejména uplatněním nových konstrukcí vedení sítí s využíváním nových materiálů, zkvalitněním ochrany proti korozi všech zařízení a prvků SCZT-TV, rozsáhlejším a důslednějším uplatněním měření, regulací a automatizací provozu, širokým uplatněním výpočetní techniky při projektování SCZT-TV, zvyšováním účinnosti zařízení zdrojů tepla, předávacích stanic, vlastních vedení tepelných sítí a spotřebičů tepla a úsporami energie při uplatnění dokonalejších tepelně izolačních systémů, akumulací tepla apod., (*Šrytr a kol., 1998*).

Při koncentrovanější spotřebě tepla dochází k lepší hospodárnosti tepelné soustavy, což vyjadřujeme tzv. tepelnou hustotou  $H$

$$H = \frac{\sum G}{S} \quad (\text{MW} \cdot \text{km}^{-2})$$

kde  $G$  je nároková potřeba tepla (MW) (pozn.: obvykle užívaný symbol  $Q$  je preferován pro označení veličiny průtoku) a  $S$  plocha zásobovaného území ( $\text{km}^2$ ).

Území s typem husté městské zástavby (střed města), pro které  $H$  nabývá hodnot 120 až 230 MW . km<sup>-2</sup>, a území s typem sídlištní vysokopodlažní zástavby, kde  $H$  nabývá hodnot 55 až 70 MW . km<sup>-2</sup>, jsou obvykle vhodná pro centralizované zásobování teplem. Soustavy Zdroj tepla, tepelné sítě, předávací stanice a vnitřní zařízení tvoří ústřední zdroj tepla centralizovaného zásobování teplem, (Brož, 1997).



Obr. č. 19 - Základní varianty struktury SCZT-TV: a – jednostupňová soustava SCZT-TV, b – dvoustupňová soustava SCZT-TV (spotřebitelská síť je řešena jako vnitřní rozvodná síť), c – dvoustupňová soustava SCZT-TV (spotřebitelská síť je součástí vnější sítě), (Šrytr a kol., 1998).

Systémy centralizovaného zásobování teplem a TUV se v obytném pásmu navrhuje buď jako jednostupňové, nebo dvoustupňové soustavy.

1. Jednostupňová soustava (obr. č. 19a) prezentuje obvykle tepelnou síť (3. kategorie) čtyřtrubkovou (2 x DN potrubí pro zásobování teplem a 2 x DN potrubí TUV). Výhodou tohoto řešení je, že odpadají investice na předávací stanice, při centrální přípravě TUV lze jednodušeji zabezpečit potřebnou úpravu vody, systém má relativně nízké nároky na regulační techniku. Opačně lze čekat větší rozměry DN potrubí, a tím i větší prostorové nároky pro jeho uložení. Vhodnost tohoto řešení se uplatní při menším rozsahu zástavby, zásobované obvykle z jednoho zdroje tepla, a rovněž i při malém rozměru tepelných sítí, (Kolektiv autorů, 2011).

2. Dvoustupňová soustava s nepřímým připojením spotřebních objektů na zdroj tepla s použitím předávacích stanic se uplatňuje v bytové zástavbě většího rozsahu při využívání velkých zdrojů tepla. Dvoutrubkový napáječ (2. kategorie) vede zpravidla ze zdroje do předávacích stanic. Spotřebitelská rozvodná síť (3. kategorie), obvykle čtyřtrubková, vede z předávacích stanic ke spotřebním objektům. Předávací stanice jsou v suterénech některých spotřebních objektů nebo v objektech na ně bezprostředně navazujících (obr. č. 19b; vhodné uspořádání zástavby nám

dovolí volit počet a polohu předávacích stanic tak, že spotřebitelská síť představuje z velké části vnitřní rozvodnou síť), nebo jsou předávací stanice v samostatných objektech (obr. č. 19c; připojení spotřebitelské sítě je nejčastěji řešeno pomocí výměňkové stanice, a tak jsou tlakově nezávislé obě části; ve výměňkových stanicích je zároveň umístěno zařízení pro přípravu TUV; primární síť je dvoutrubková s vedením 2. kategorie, sekundární síť je čtyřtrubková s vedením 3. kategorie), (*Horčíčková a kol., 2010*).

Při návrhu koncepce SCZT-TV je například nutné dále respektovat tyto zásady:

- zdroje tepla, předávací stanice a místa spotřeby tepla a teplé vody mají být propojeny nejkratšími trasami vedení,
- primární síť (síť s vyššími přenosovými parametry tlaku a teploty teplonosné látky) má být navržena tak, aby byla co nejvíce zkrácena transportní vzdálenost k místům spotřeby v sekundární síti,
- předávací stanice je třeba umisťovat do těžiště obsluhovaného území,
- pro zajištění optimální geometrické struktury SCZT-TV je třeba ovlivnit rozhodování o tvaru (rozmístění) a charakteru zástavby území,
- při uložení tepelných vedení (rozhodnutí o způsobu uložení) je třeba s přihlédnutím k uvedeným zásadám dbát na minimalizaci pořizovacích nákladů,
- je třeba respektovat požadavky na usnadnění automatizace řízení provozu (zavedení ASDŘ) SCZT-TV a současně i minimalizaci provozních nákladů a potřeby pracovních sil,
- rozhodnutí o realizaci SCZT-TV obvykle naplní podmínky pro uplatnění sdružené trasy vedení technického vybavení.

Základní normativní požadavky pro řešení vedení tepelných sítí jsou v příloze č. 4.

#### **4.5.4 Plynovodní sítě**

Plynárenství patří dnes jak ve vyspělých zemích, tak i u nás k úspěšným odvětvím nejen proto, že jde o významný prvek energetického hospodářství, využívající hojných světových zásob zemního plynu, ale zejména proto, že se toto odvětví dokázalo včas vyrovnat ve svém vývoji s několika podstatnými koncepčními změnami. Nejprve šlo o rychlé nalezení „náhradní obsluhy“, když nemohlo konkurovat jak ve veřejném, tak i soukromém sektoru elektrickému osvětlení. Dále šlo o situaci přechodu z koncepce místních zdrojů svítiplynu na koncepci efektivnějších centrálních zdrojů, které si vynutily vznik státní plynárenské soustavy, a následně šlo o transformaci plynárenské soustavy na soustavu využívající výhradně zdroje zemního plynu, tehdy šlo již o zvládnutí technologie dálkového transportu zemního plynu. Odvětví jako celek prokázalo svou adaptabilitu a zdravou odolnost, (*Šrytr a Kratochvíl, 1987*).

Základní normativní požadavky pro řešení plynovodních řadů VVTL, VTL, STL, NTL, včetně přípojek a klasifikaci energetických plynů a jejich základní vlastnosti jsou v příloze č. 5 tabulka č. 1 a 2, (ČSN 38 6413).

Koncepce dnešních SZEP (systémů zásobování energetickým plynem) je založena na relativně výhodné dopravě zemního plynu i z velmi vzdálených nalezišť. Důležitá a prospěšná je spolupráce zainteresovaných zemí bez ohledu na jejich hranice. V Evropě je budována jediná propojená celoevropská soustava. Současný vývoj v budování dálkových plynovodů směřuje k aplikaci větších průměrů potrubí (DN1420 až DN 1626 a větších) a vyšších provozních tlaků (7 až 10 MPa), (ČSN 38 6420).

Plynárenská soustava v ČR využívá tyto zdroje, (Šrytr a kol., 1998):

- nákup zemního plynu (z Ruska, Norska, ev. z Alžíru),
- dodávku zemního plynu z tranzitního plynovodu (jako úhrada za poskytované služby tranzitním převodem) z Ruska,
- dodávku norského zemního plynu z Německa (zatímní dílčí diverzifikace zdrojů),
- naleziště zemního plynu (zemní plyn naftový z jižní Moravy),
- naleziště zemního plynu (z degazace (odčerpání) při těžbě černého uhlí na Ostravsku),
- místní zdroje energetického plynu (propan-butan, bioplyn apod.).

Plynovody s velmi vysokým a vysokým tlakem (příloha č. 5 tab. č. 1) mají podobu dálkovodů v případě plynovodů VVTL vybavených kompresorovými stanicemi a dalším příslušenstvím včetně uplatnění akumulčních prvků (zejména ve formě podzemních zásobníků). Středotlaká část má v našich podmínkách částečně podobu dálkovodů, ale zejména nabývá podoby distribuční sítě. Na středotlaké plynové regulační stanice navazovala dosud obvykle nízkotlaká plynovodní rozvodná síť, (Šrytr a kol., 1992).

Vzhledem k tomu, že regulace tlaku plynu je dnes technicky i ekonomicky relativně dobře řešitelná, je vhodné, zejména v nově budovaných či dosud neplynofikovaných sídelních útvarech (nebo při modernizaci bytového fondu a s ní spojené rekonstrukci inženýrských sítí), nezakládat nízkotlaké rozvodné plynovodní sítě, ale zůstat na úrovni technicky i ekonomicky výhodného středotlakého rozvodu. V mnoha městech a obcích ČR se plynofikace stala reálnou též proto, že již byla neúnosná ekologická zátěž území vznikající spalováním nekvalitního hnědého uhlí. Další vývoj spočívá v rozšiřování uplatnění plynárenské soustavy zemního plynu. Přechod ze svítiplynu na zemní plyn byl oficiálně dokončen v ČR k 1. 7. 1996, v Praze byl ukončen v roce 1988.

SZEP je nutné navrhovat i posuzovat v komplexu s ostatními systémy zásobování energiemi, tj. zejména SZEE (systém zásobování elektrickou energií) a SCZT-TV. Mezi energetickými zásobovacími sítěmi zaujímá dnes SZEP významné místo vzhledem k technické, ekonomické i ekologické výhodnosti této specifické formy přenosu energie, která e v poslední době znásobila rozšířením sortimentu dále



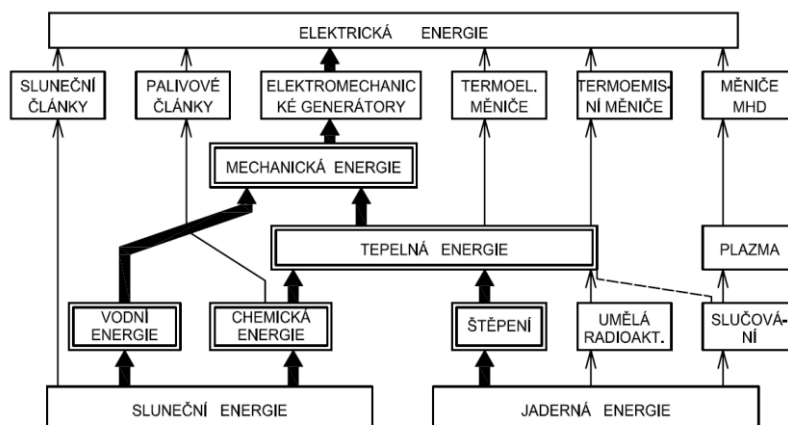
zdokonalených plynových spotřebičů a spolehlivosti dodávky zemního plynu a jeho výhodných vlastností (příloha č. 5 tab. č. 2). Plynofikace měst a obcí, které zatím plynofikovány nebyly, závisí na bilanci potřeb energie a jejich krytí zdroji v daném území a na poloze těchto míst vzhledem k existujícím dálkovým plynovodům (a jejich kapacitním rezervám) a samozřejmě též na finančních možnostech měst a obcí, (*Borovička a kol., 1981*).

#### **4.5.5 Elektrozvodové sítě**

V energetickém systému ČR i jinde ve vyspělých státech mají elektrozvodné sítě rozhodující pozici. Struktura přenosu a rozvodu elektrické energie dnes u nás vypadá tak, že převážná většina elektráren dodává vyrobenou energii prostřednictvím zvyšovacích transformátorů do základního přenosového systému o velmi vysokém napětí (VVN): 400, 220, 110 kV. Tento systém je tvořen vesměs venkovními vedeními s vodiči AlFe. Z tohoto systému jsou napájeny vstupní rozvodny velkých závodů, distribuční rozvodny velkých měst (vedení jsou obvykle venkovní, výjimečně kabelová) a distribuční sítě vysokého napětí (VN): 35, 22, 10 kV (budují se jako venkovní nebo kabelové). Z distribučních sítí VN se napájejí menší závody a distribuční sítě nízkého napětí (NN): 380/230 V, popř. 380/110 V, jsou kabelové nebo venkovního provedení a zásobují zastavěné území obytného pásma. Stabilita pozice elektroenergetiky spočívá též ve variantách reálných způsobů získávání elektrické energie, obr. č. 20, (*Šrytr a kol., 1998*).

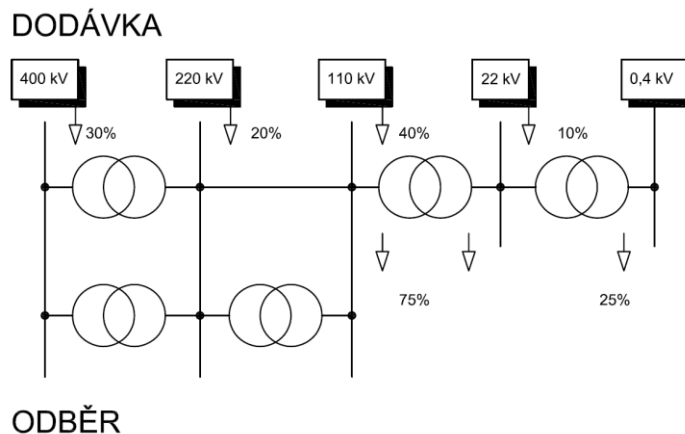
Po dlouhé období byla struktura odběru elektrické energie z jednotlivých napěťových stupňů taková, kdy průmysloví velkoodběratelé ze sítí 110 kV odebírali 35 %, velkoodběratelé ze sítí 22 kV 40 % a maloodběratelé ze sítí NN (domácnosti, komunální odběry) 25 %, obr. č. 21, (*Šrytr a kol., 2001*).

V posledních letech v souvislosti s probíhajícími změnami v hospodářství ČR výrazně poklesl odběr elektrické energie ze sítí 110 kV. V sítích nižších napěťových stupňů naopak spotřeba narůstá. Velký podíl na zvýšeném odběru ze sítí nízkého napětí má drobná podnikatelská sféra a domácnosti, ve kterých se rychlým tempem rozšiřuje plná elektrifikace, tj. včetně uplatnění přípravy teplé užitkové vody a vytápění elektřinou. Roční spotřeba elektrické energie v plně elektrifikovaném bytě nebo rodinném domě je více než pětkrát vyšší než v domácnostech vybavených jen základními elektrickými spotřebiči a elektrickým sporákem, (*Šrytr a kol., 2001*).



Obr. č. 20 - Schématické znázornění přeměn schopných poskytovat elektrickou energii na základě přírodních zdrojů, (Šrytr a kol., 1998).

Zvýšené požadavky odběratelů je možné zajistit pouze podstatným zvýšením propustnosti sítí nízkého napětí. Rozvoj těchto sítí byl v minulosti nedostatečný a celkový stav sítí se neustále zhoršoval. Proto není možné nevyhovující stav řešit dílčími opatřeními, ale je nutné přistupovat k celkové rekonstrukci sítí nízkého napětí a ke zvýšení počtu napájecích transformačních stanic, (Šrytr a kol., 1992).



Obr. č. 21 - Schéma dodávky a odběru elektrické energie v nadřazené a přenosové soustavě a v rozvodné soustavě ČR, (Šrytr a kol., 1998).

Mezinárodní spolupráce elektrizačních soustav v Evropě je dnes běžná a technicky možná. Její výhody spočívají zejména, (Šrytr a kol., 1998):

- ve zvýšení spolehlivosti dodávky elektrické energie při poruchách v elektrizačních soustavách jednotlivých států (havarijní vzájemná pomoc),
- ve zvýšení kvality dodávané elektrické energie (frekvence, napětí),

- v možnosti zmenšení nákladných rezerv zdrojů výkonů v elektrizačních soustavách jednotlivých účastníků (států),
- ve vyrovnání diagramů odběrů mezi jednotlivými elektrizačními soustavami,
- v rozšíření možnosti instalování ekonomicky výhodných větších výrobních bloků 200, 300, 500 i více MW,
- v možnosti výhodného řešení zásobování pohraničních oblastí a omezení ztrát v sítích.

Elektrorozvodové sítě jsou nedílnou součástí pro návrh a zpracování energetické bilance pro tramvajovou, trolejbusovou a železniční dopravu, (*Kiessling a kol., 2009*).

#### 4.5.6 Telekomunikační síť

Telekomunikační sítě zaujímají v souboru inženýrských sítí i v systému území výjimečné postavení již tím, že fungují jako integrační prvek a jako prvek podmiňující další rozvoj území, jeho další urbanizaci, (*Šrytr a kol., 1992*).

Telekomunikační sítě se vyznačují všemi obecnými charakteristikami inženýrských sítí. Přesto se od ostatních inženýrských sítí odlišují důležitými vlastnostmi, kterými jsou, (*Šrytr a kol., 1998*):

- přenos informací (zásobování informacemi) se sice uskutečňuje na základě hmotných procesů, informace sama o sobě nabývá hmotné formy, avšak svou podstatou zůstává nehmotná,
- počet druhů telekomunikačních sítí (zejména telekomunikačních služeb) je značný a dále se zvětšuje (technické řešení se tím stává různorodé a náročné),
- nezanedbatelné je též to, že jejich struktura bývá komplikovanější (primárně se uplatňuje radiální a polygonální struktura a hojně strukturální stupňovitost, u nejdůležitějších TKS dosahuje celosvětových rozměrů),
- situaci komplikuje kombinace s radiotelekomunikačními systémy (ty nezahrnujeme do inženýrských sítí).

Jediná telekomunikační síť, která je srovnatelná s ostatními trubními inženýrskými sítěmi, je potrubní pošta. Jinak jsou telekomunikační inženýrské sítě, které využívají k přenosu informací malých elektrických a optických výkonů, relativně blízké svým technickým řešením elektrorozvodným sítím, (*Šrytr a kol., 2001*).

## 5. Výstavba vedení technického vybavení

### 5.1 Stavba vedení technického vybavení

Technické vybavení obsahuje především vedení nejrůznějšího konstrukčního uspořádání i významu, která mohou být z odlišných materiálů uložených nad i pod zemí, či ve stavebních konstrukcích. Jejich společným rysem je značná délka a je nezbytné počítat s tím, že se mnohokrát mění hydrogeologické podmínky při jejich ukládání na trase, (*Šrytr a kol., 2001*).

Proto při výběru příhodné technologie výstavby musíme zvážit nejen konstrukční a stavebně technologické neobvyklosti jednotlivých druhů sítí, ale během stavby adaptovat technologii jejich provádění místním podmínkám. Před vlastní pokládkou inženýrských sítí lze mimo staveniště připravit montážní komplexy vedení, které pak na stavbě pouze spojujeme, (*Šrytr a kol., 1998*).

Na stavbě musíme připravit konstrukce, které slouží k vlastnímu uložení vedení, a dále objekty na vedení. Procesy výstavby inženýrských sítí se dělí na *přípravné* (vytyčení, očištění staveniště), *pomocné* (odvodnění, pažení, bednění), *hlavní* (zřizování konstrukcí pro uložení vedení, ukládání vedení), *dopravní a dokončovací*, (*Šrytr a kol., 1992*).

#### 5.1.1 Přípravné práce

S vlastními stavebními pracemi může být započato až po předání stavby zhotoviteli. Zhotovitel stavby musí být obeznámen zejména s, (*Šrytr a kol., 1998*):

- polohou a zabezpečením pevných geodetických bodů,
- polohou a druhem inženýrských sítí sousedících a křížících trasu ukládaného vedení,
- se způsoby a rozsahem odstranění porostů a objektů v trase vedení,
- s opatřením na ochranu životního prostředí, ochranu orné půdy, s opatřením proti poškození stavebních objektů a vymezením veřejné dopravy po dobu stavby,
- a výsledky inženýrsko-geologického průzkumu.

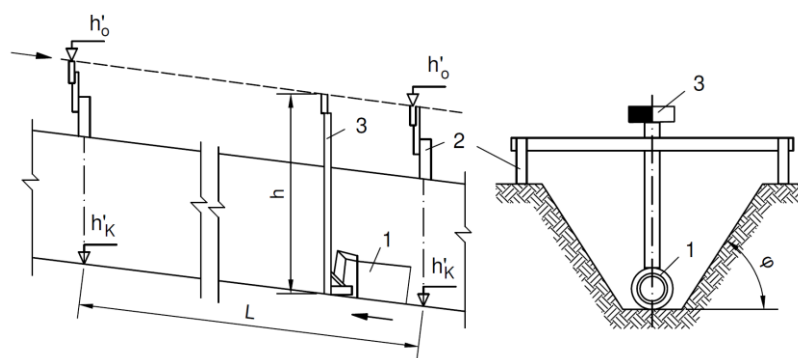
Objednatel musí být naopak informován o všech, z hlediska veřejného zájmu, podstatných nálezech na staveništi (stavebních hmotách, minerálních pramenech, historických nálezech apod.), (*Šrytr a kol., 2001*).

### 5.1.1.1 Vytyčení polohy trasy a objektů

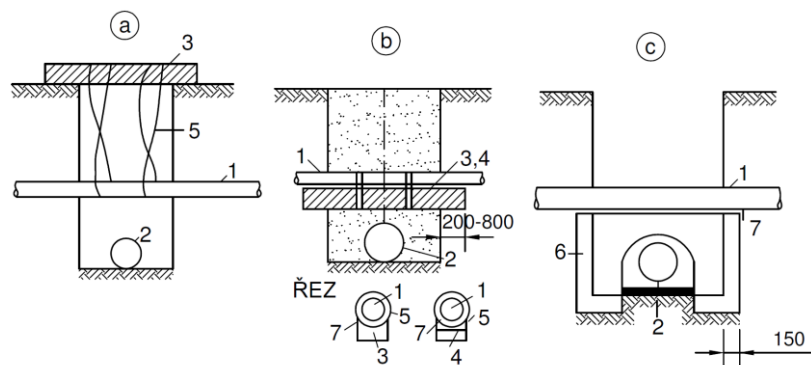
Pro vytyčení musí být na staveništi zbudována dostačující síť polohopisných a výškopisných bodů. Pro vytyčení tras inženýrských sítí používáme *směrového polygonu*. S geodetickými pracemi začneme až po očištění povrchu staveniště. Před započítím zemních prací prováděných strojně označíme polohu trasy (hrany výkopu) pruhy z písku či jiného příhodného materiálu. Pro dodržení projektované hloubky výkopů osazujeme na počátek a konec hloubeného úseku výškové lavičky (obr. č. 22). Pro vytyčení trasy a průběžnou kontrolu přesnosti hloubení i kladení potrubí lze použít s výhodou laseru, (Šrytr a kol., 2001).

Polohu stávajících inženýrských sítí, zakreslených v projektu, je třeba vytyčit v terénu teprve 1 den před začátkem prací a s jejich polohou a výškou obeznámit pracovníky provádějící zemní práce. V projektu musí být řečena opatření, jak si počínat v blízkosti sousedních vedení, aby nedošlo k jejich poškození, či nebyla nedodržena pravidla bezpečnosti a ochrany zdraví (BOZ). U elektrického vedení je vyloučeno použít mechanizaci v ochranném pásmu, které je definováno od krajního vodiče na obě strany (tab. č. 5), (Šrytr a kol., 1998).

U ostatních inženýrských sítí je ochranné pásmo z hlediska provádění 1 m, nebo jej stanovuje provozovatel. Vedení křížující výkop je třeba řádně zabezpečit proti poškození (obr. č. 23), (Šrytr a kol., 1998).



Obr. č. 22 - Vytyčení polohy a výšky ukládaného potrubí: 1 – ukládané potrubí, 2 – lavička, 3 – kontrolní T-kříž, (Šrytr a kol., 1998).



Obr. č. 23 - Zabezpečení stávajících vedení: a) zavěšením, b) podepřením, c) podezděním, (Šrytr a kol., 1998).

Tab. č. 5 - Ochranná pásma energetických vedení a zařízení, (Šrytr a kol., 1998)

Sítě a zařízení		Pásma (m)	
		ochranné	bezpečnostní
Elektroenergetické			
Elektrické stanice		20	-
Venkovní vedení *)	1-35 kV	7	-
	36-110 kV	12	-
	110-220 kV	15	-
	221-400 kV	20	-
	nad 400 kV	30	-
Podzemní vedení **)	do 110 kV	1	-
	nad 110 kV	3	-
Tepelné			
Zařízení na výrobu a rozvod tepla **)		2.5	-
Plynovodní			
Plynovody do DN 200 **)		4	-
Plynovody DN 200 - DN 500 **)		8	-
Plynovody nad DN 50 **)		12	-
NTL a STL plynovody a přípojky v zastavěném území **)		1	-
Technologické objekty	VTL RS	4	10
	VVTL RS		20
	plnírny, zkapalňovací a odpařovací st.		100
Vysokotlaké plynovody	do DN 100	-	15
	DN 100 - DN 250		20
	nad DN 250		40
Velmi vysokotlaké plynovody	do DN 300	-	100
	DN 300 - DN 500		150

\*) Pásma u elektrických vedení jsou vymezena v uvedené šířce na obě strany od krajních vodičů.

\*\*\*) Pásma u podzemních vedení jsou vymezena v uvedené šířce na obě strany od obrysu vedení.

### 5.1.1.2 Odstranění stavebních objektů

Při projektování staveb inženýrských sítí vybíráme trasu tak, abychom se vyhnuli bourání větších stavebních objektů, popř. navrhneme jejich podejití pomocí ražených výkopů, (Šrytr a kol., 1992).

Abychom redukovali podchycování okolních stavebních objektů, ukládáme inženýrské sítě v dostačující vzdálenosti od základů okolních objektů. Minimální vzdálenost okraje dna hloubené vykopávky od vnějšího líce základu určíme podle vztahu (1), (Šrytr a kol., 1992).

$$tg\varphi = \frac{H-h}{L_{min}}, \quad L_{min} = \frac{H-h}{tg\varphi}, \quad (1)$$

kde  $\varphi$  je úhel vnitřního tření zeminy (Šrytr a kol., 1992, ČSN 73 1001).

U hloubených výkopů je však někdy odstranění menších stavebních objektů a zejména konstrukce vozovek nezbytné. Při jejich bourání si můžeme počínat, (Šrytr a kol., 1998):

- ručně,
- pomocí mechanizace,
- pomocí trhavin.

Při bouracích pracích je nutné bezpodmínečně respektovat bezpečnostní předpisy. Ruční bourání je často nepostradatelné v intravilánu, kde by jiný postup ohrožoval bezpečnost a životní prostředí obyvatel města. Používá se ruční nářadí, bourací kladiva poháněná pneumatically, hydraulicky či výbušnými motory.

Při mechanizovaném bourání používáme pneumatická či hydraulická bourací kladiva na násadách rypadel, ocelové bourací koule zavěšené na výložnicích jeřábů a bourací desky nesené rypadly, nakladači či dozery, (Šrytr a kol., 2001).

Trhací práce se hodí pro bourání objektů veškerého druhu, mockrát je však jejich použití v intravilánu z bezpečnostních důvodů znemožněno. Vyžadují zpracovat speciální projekty trhacích prací. Hodnocení vhodnosti různých metod pro bourací práce je provedeno v tab. č. 6, (Šrytr a kol., 1992).

Tab. č. 6 - **Metody bourání stavebních konstrukcí a vozovek**, (Šrytr a kol., 1998).

Vhodná metoda bourání  Druh práce či bourané konstrukce	hydraulická trhací kladiva	trhaviny	bourací kladiva	ruční dláta	sochory	bourací koule	skalní píly	kyslíková kopí	rozrývače
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
vozovky v extravilánu	x	x	x				x		x
vozovky v intravilánu	x		x				x		x
bourání pod vodou	x		x					x	
bourání stěn a zdí $t < 30$ cm	x		x	x	x	x	x		
prostupy ve zdivu	x		x	x	x		x	x	
bourání betonu	x	x	x						
bourání konstrukcí v prům. závodech	x		x	x	x			x	
bourání stěn a zdí $t > 30$ cm	x		x		x	x	x		

### 5.1.1.3 Očištění povrchu staveniště

Očištění staveniště obsahuje odstranění porostu a ornice. V zimních měsících je nezbytné též odstranit sníh a led. V intravilánu je před započítím prací nezbytné odstranit příslušné části vozovky. Tyto práce se provedou v manipulačním pásmu, ve kterém budou probíhat zemní, montážní a dopravní procesy (tab. č. 7), (Šrytr a kol., 1992).

Tab. č. 7 - **Rozměry pracovního pruhu**, (Šrytr a kol., 1998).

Šířka pruhu $L$ (m)	do DN 500	DN 500-900	nad DN 900
ve volném terénu bez snímání ornice	18	30	36
ve volném terénu se snímáním ornice	22	35	40
v zalesněném území	13	17	23
při vedení potrubí nad povrchem terénu	10	12	15



## 5.1.2 Provádění vykopávek

Pod úrovní terénu je možné inženýrské sítě a jejich objekty ukládat do výkopů, (Šrytr a kol., 1998):

- hloubených,
- ražených.

Ukládání do ražených výkopů má klady v tom, že nároky na plochu staveniště jsou menší, menší je i stupeň narušení životního prostředí, dostaneme malé objemy výkopku, snadné je křížení trasy s ostatními inženýrskými sítěmi, hloubka ukládání vedení není omezena. Jednotlivé způsoby ukládání inženýrských sítí a jejich varianty, příloha č. 1, je možné porovnat vzájemně například metodami hodnotové analýzy a vybrat pro dané podmínky nejvhodnější řešení, (Šrytr a kol., 2001).

### 5.1.2.1 Tvary výkopů hloubených

Hloubené výkopy mohou mít, (Šrytr a kol., 1998):

- stěny šikmé (zářezy pro inženýrské sítě, jámy),
- stěny svislé (rýhy, šachty, jámy).

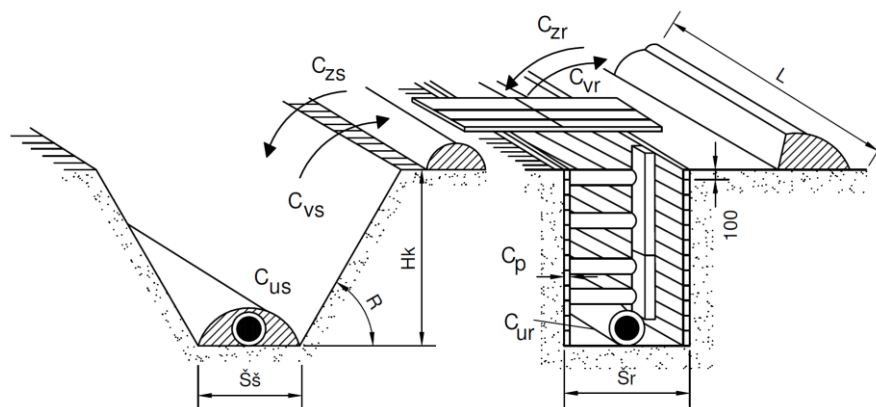
Při výběru tvaru výkopů zvážíme hospodárnost provádění, eventuality zabezpečení stability stěn a okolních objektů, eventuality nasazení stavební mechanizace, půdorysné a výškové rozměry výkopu, eventuality záboru prostoru v okolí výkopu, zajištění BOZ, množství křížení se stávajícími sítěmi, možnosti manipulace s materiálem, technologický postup při ukládání inženýrských sítí, dobu otevření výkopu, geologické a hydrogeologické poměry, (Šrytr a kol., 2001).

Mít možnost provést jak svislé, tak i šikmé stěny výkopu, volíme variantu ekonomičtější. Postupujeme tak, že nalezneme tzv. *kritickou hloubku výkopu*  $h_k$ , při níž jsou náklady na realizaci obou variant vyrovnané, a pak se rozhodneme podle projektované hloubky uložení vedení, (Šrytr a kol., 1992).

$$h_k = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4aC}}{2a} \quad (m),$$

Kde jednotlivé veličiny jsou dány těmito vztahy:  $a = \cotg \alpha (C_{ZS} - C_{VS})$ ,  $b = \check{S}_s (C_{VS} - C_{ZS}) - \check{S}_t (C_{VR} - C_{ZR}) - 2C_V C = -C_{us} - C_{ur}$

Význam jednotlivých symbolů je na obr. č. 24.



Obr. č. 24 - Určení kritické hloubky výkopu pro rozhodování mezi ukládáním potrubí ve svahované rýze a v rýze se svislými stěnami, (Šrytr a kol., 1998).

Sklony šikmých svahů v nesoudržných zeminách jsou závislé na výšce svahu, úhlu vnitřního tření a na tom, zda ze svahu může eventuálně proudit voda. V soudržných zeminách je třeba ještě zvážit kohezi  $C$  a výšku svahu. Sklon stěn ve skalních horninách projektuje s ohledem na jejich pevnost, stupeň navětrání, směr sklonu vrstev, strukturu puklin a jejich výplní, době otevření výkopu a ev. prosakování vody, (Šrytr a kol., 1992).

Orientační sklon svahů pro malé hloubky výkopů jsou řečeny v tab. č. 8. Pro výkopy hlubší než 6 m je projektant povinen posoudit sklon svahů výpočtem. Šířka dna a rozměry montážních jamek jsou v tabulkách č. 9 a 10, (Šrytr a kol., 1992).

### 5.1.2.2 Tvary výkopů ražených

Profily ražených výkopů mohou být, (Šrytr a kol., 1998):

- kruhové,
- mnohoúhelníkové,
- speciální (vejčité, tlamové).

Tab. č. 8 - Orientační hodnoty sklonu svahů hloubených výkopů, (Šrytr a kol., 1998).

Druh horniny (zeminy)		Sklon svahu		
		Výkop svahový		Násyp
		přechodný hluboký asi 3 m	trvalý hluboký asi 3 m	výšky asi 3 m
Soudržné a částečně soudržné zeminy	hlinitý písek	1 : 1	1 : 1.25	1 : 1.25
	písčité hlína	1 : 1	1 : 1.25	1 : 1.25
	spraš	1 : 0.25 - 0.5	1 : 1.25	1 : 1.25
	hlína	1 : 0.25 - 0.5	1 : 1.25	1 : 1.50
	jíl	1 : 0.25 - 0.5	1 : 1.50	1 : 1.50
Inertní nesoudržný materiál	navážka sourodá	podle druhu zeminy, ze kterého je navážka		
Nesoudržné zeminy	zajílovaný štěrk	1 : 0.25		
	zajílovaný písek	1 : 0.50		
	balvanitý štěrk čistý	1 : 0.75		
	písčité štěrk	1 : 1		
	ostrohranný štěrk	1 : 1.25		
	stejnozrnný písek kulatý	1 : 1.75		
písek ve svahu s vyvěrající vodou	1 : 1.5 (3.5)			
Skalní horniny	pevné	min 5 : 1		
	středně zvětralé příznivého uložení vrstev bez přítomnosti vody	3 : 1		

Tab. č. 9 - Šířka dna výkopů pro ukládání potrubních inženýrských sítí (bez ochranné konstrukce), (Šrytr a kol., 1998).

Jmenovitá světlost potrubí (DN)  (mm)	Šířka dna rýhy		
	obsypy hutněné  (mm)	obsypy nehutněné	
		trouby spojované bez montážních jam v rýze (mm)	trouby spojované v montážních jamách (mm)
≤ 500	největší vnější průměr trouby + 600 minimálně 800	největší vnější průměr trouby	
		+ 500 minimálně 700	+ 400 minimálně 500
> 500	největší vnější průměr trouby + 1000	největší vnější průměr trouby	
		+ 600	+ 400

Při výběru tvaru raženého výkopu vycházíme z možností hospodárného provádění, způsobu ražení, druhu a tvaru provizorní i definitivní výstroje, tvaru a druhu ukládané stavební konstrukce, geologických a hydrogeologických poměrů, velikosti povrchového zatížení a ostatních podmínek, (Šrytr a kol., 2001).

Minimální rozměry ručně ražených profilů vycházejí z nároků bezpečnosti práce. Průchozí výška raženého profilu má být minimálně 180 cm. Od obrysu

zařízení, které provádí dopravu, má být zachován volný průchod o šíři 60 cm. U kruhového průřezu musí mít průchod v úrovni dna šířku minimálně 40 cm, 100 cm nad počvou minimálně 70 cm, (Šrytr a kol., 1992).

Tab. č. 10 - Rozměry montážních jamek, (Šrytr a kol., 1998).

Druh spojení trub	Délka dna jamky (mm)	Šířka dna jamky (mm)	Hloubka dna pod troubou (mm)
Přírubový temovaný svařovaný	1600	Největší vodorovný průměr trouby + 1200	600
lepený	800	Největší vodorovný průměr trouby + 1000	400

### 5.1.2.3 Vykopávky prováděné hloubením

Vykopávky hloubené můžeme realizovat, (Šrytr a kol., 1998):

- *ručně* – někdy nevyhnutelné hloubit vykopávky ve městech, průmyslových závodech, v blízkosti památkových objektů, jímacích objektů pitných i minerálních vod a v prostorách hustého křížení výkopu s inženýrskými sítěmi. Ručně se dolamuje a vyrovnává dno výkopu po střelných pracích, či očišťuje základová spára po strojním hloubení.
- *Pomocí trhavin* – při rozpojování hornin ve výkopišti trhavinami využíváme energie horkých plynů vzniklých při mžitkovém vyhoření nálože. Trhací práce využijeme tehdy, když nelze k rozpojení hornin použít strojů. Tam, kde je použití střelných prací vyloučeno, musíme horniny rozpojovat ručně. Nálože ukládáme do vrtů.
- *Strojně* – maximální hloubka výkopu je vymezena hloubkovým dosahem stroje. Postup při výběru strojů pro strojní vykopávky je zřehledněním tabelárně. Vliv třídy těžitelnosti na typ stroje je uveden v tab. č. 11, vliv tvaru výkopu a hydrologických poměrů je v tab. č. 12.

Zásadně se snažíme, pokud to místní podmínky dovolují, realizovat vykopávky strojně.

Tab. č. 11 - Způsob rozpojování těžby a nakládání hornin v závislosti na třídě, (Šrytr a kol., 1998).

Třída horniny	Stroje a použití trhacích prací pro		Nástroje ruční
	rozpojování	těžbu a nakládání	
1	rypadla, dozery, skrejpry		lopata rýč krumpáč + sochor
2	UDS nakladače		
3	velkokapacitní rypadla a nakladače,		
4	dozery s rozrývacími noži		
5	rozrývače, odstřel	rypadla a nakladače s lopatami obsahu $p \geq 1 \text{ m}^3$	kladivo + klíny, sochor, pneumatická benzinová či hydraulická a bourací kladiva
6			
7			

Tab. č. 12 - Výběr strojů pro hloubení výkopů v závislosti na jejich tvaru, (Šrytr a kol., 1998).

Druh práce	Stroj											
	rypadlo s hloubkovou lopatou	rypadlo s výškovou lopatou	rypadlo s nakládací lopatou	rypadlo s vlečným korečkem	rypadlo s drapákem	rypadlo příkopové řetězové	ryhové frézy	nakladač kolový	traktorypadlo s nakládací a hloubkovou lopatou	nakladač kolový	dozer pásový	univerzální dokončovací stroj
0 - vhodný stroj												
1 - méně vhodný stroj												
stavební jáma	0	0	0	0	0				0	0	0	0
stavební rýha	0			1	1	0	0	0	0			0
stavební šachta	1				0							1
zahrnování		1	1		1				1	1	0	1
hloubení pod vodou	0			0	0	0	0	0	0			0

#### 5.1.2.4 Vykopávky prováděné ražením

Ražené vykopávky můžeme obdobně jako hloubené provádět, (Šrytr a kol., 1998):

- *ručně* – používáme stejných nástrojů jako vykopávky hloubené. Z důvodů BOZ je vyloučeno používat výbušná či elektrická bourací kladiva. Technologický způsob při ražení a způsob výstroje výrubu musí být stanoven se zřetelem na předpokládaný stav horniny a zejména třídu její ražnosti. Provizorní výstroj je třeba staticky posoudit. Výstroj montujeme převážně ručně z jednotlivých prvků, příloha č. 6. Vodorovná doprava materiálu může být kolejová, bezkolejová či pásová.
- *Pomocí trhavin* – trhací práce použijeme pro ražení výkopů ve skalních horninách. Nálože klademe do vrtů prováděných ručními vrtnými soupravami. Rozmístění a počet náloží, volba záběrů a návrh časování uděláme podle některých osvědčených metod. Trhací práce mohou provádět pouze vyškolení střelmistři. Po rozpojení horniny výbuchem je ručně klademe na pásy či

prostředky kolejové nebo bezkolejové dopravy. Provizorní výstroj se provádí pouze v poruchových pásmech při nebezpečí odprysků či při nízkém skalním nadloží.

- *Strojně* – řada výhod. Zrychlují provádění prací, snižují pracnost, zvyšují stabilitu výrubu, vylučují účinky otřesů na okolní objekty a snižují nadvýruba. Mají však i některé nevýhody z nich lze uvést vysokou pořizovací cenu strojů, hospodárnost nasazení pouze v dlouhých úsecích, obtíže při průchodu poruchovými pásmy, obtíže při transportu, montáži a demontáži strojů. Vzhledem k těmto nevýhodám nelze v nejbližším období očekávat, že strojní ražení nahradí úplně klasické metody ražení.

- *Propichování* – zemina je roztláčována do stran průbojníkem a vytváří se prostor pro uložení vedení. Další zvětšení velikosti otvoru lze dosáhnout pomocí roztláčovacího nástavce většího průměru, za kterým se vtahuje do země potrubí či kabel (obr. č. 25a), (*Šrytr a kol., 2001*).

- *Protlačování* – zemina vniká do zatlačované konstrukce – obvykle potrubí – a je třeba jí ručně či strojně odstranit. Někdy potrubí či betonové prefabrikáty zatlačujeme do předvrtaného či předraženého profilu, obr. č. 25b, (*Šrytr a kol., 2001*).

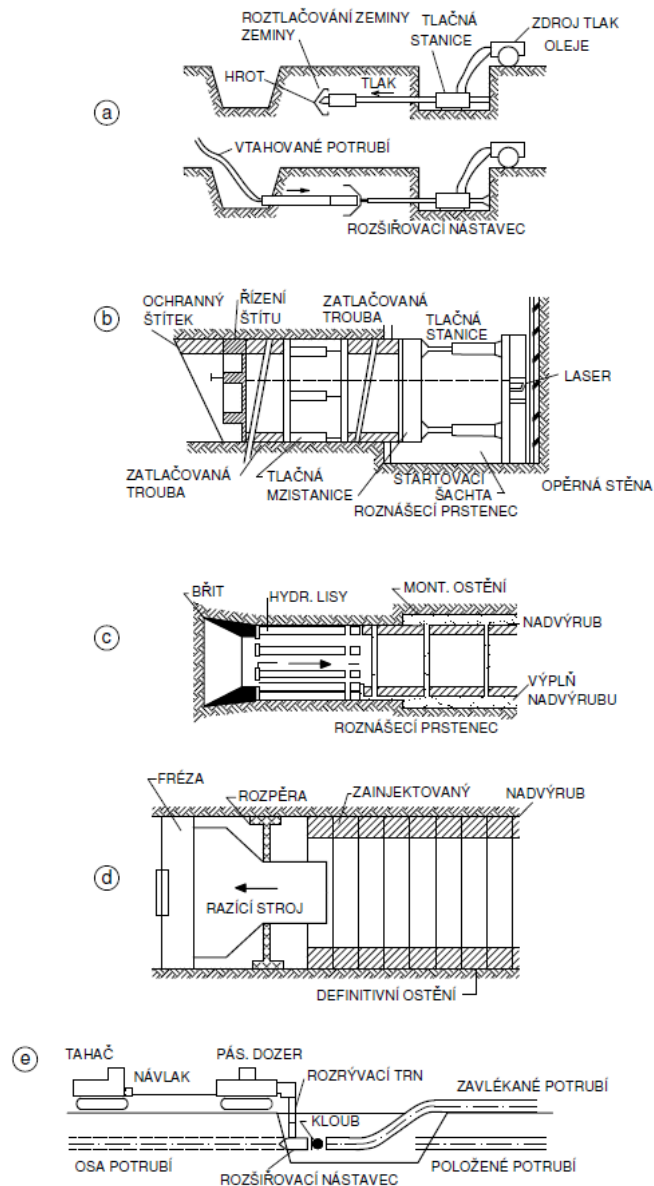
- *Štítování* – ocelový prstenec zatlačujeme do zeminy pomocí několika lineárních hydromotorů. Ty se opírají o obezdívku. Štíty mohou být nemechanizované (ruční doprava, těžení i ukládání obezdívky), částečně mechanizované (strojní těžba, ruční doprava a montáž obezdívky) a plně mechanizované, obr. č. 25c, (*Šrytr a kol., 1992*).

- *Vodorovné hydraulické vrtání* – do vrtné tyče vhnáme bentonit, který rozpojuje zeminu před vrtnou hlavicí. Při výskytu překážky v podzemí zatáhneme tyč zpět a pootočením vrtné hlavice překážku obejdeme, Hlavici ovládáme dálkovým ovládáním. V cílové šachtě napojíme na vrtnou tyč potrubí či kabel a zatáhneme zpět do vrtu, (*Šrytr a kol., 1998*).

Na rozhraní mezi raženými a hloubenými postupy jsou rýhy vytvářené speciálně upravenými rozrývacími noži, obr. č. 25e, které zároveň zatahují pokládané potrubí či kabel do rozpojeného otvoru v zemině, (*Šrytr a kol., 2001*).

Ražení probíhá od těžní (startovací) šachty ve směru budoucí osy vedení k následující (cílové) šachtě. Vzdálenost těžních šachet se volí s ohledem na hospodárnou vzdálenost dopravy, možnosti odvětrání a technologický postup při ražbě. Obvykle se těžní šachty umísťují ve vzdálenosti, která koresponduje vzdáleností objektů na sítích a místům změn směru nebo výškového uložení sítí. V těžních šachtách, které mohou být kruhové, obdélníkové či čtvercové, probíhá vertikální doprava materiálu, doprava pracovníků, je zde umístěno vedení dodávající energii a odčerpávající vodu. V těžních šachtách se umísťují i čerpací jímky. Při strojním ražení nazýváme tyto šachty startovacími a cílovými. V nich se strojní zařízení spouští, vytahuje či otáčí do nového směru ražby, (*Šrytr a kol., 2001*).

Před zahájením prací musí být zpracován technologický projekt ražení, který se předkládá ke schválení příslušným orgánům státního odborného dozoru a hygienické službě. Projekt má řešit otázky BOZ při výstavbě s ohledem na geologické a hydrogeologické poměry, okolní objekty, povětrnostní vlivy a jiné možné zdroje ohrožení díla. Pro individuální práce musí být vypracovány výrobním podnikem technologické postupy, které se musí v případě nutnosti upravit podle skutečných podmínek při ražbě, (Šrytr a kol., 1992).



Obr. č. 25 - Strojní ražení výkopů pro inženýrské sítě: a) propichování, b) protlačování, c) štitování, d) řízení razicími stroji, e) rozrývání, (Šrytr a kol., 1998).

### 5.1.3 Pomocné a zabezpečovací práce

Sem patří všechna opatření, která obstarávají bezpečné a plynulé provádění procesů zemních a montážních prací. Jde především o odvodnění staveniště a zabezpečení stěn výkopů, (*Šrytr a kol., 1992*).

#### 5.1.3.1 Odvodnění staveniště

Odvodnění staveniště musí zabezpečovat ochranu budovaných objektů, ploch a výkopů před škodlivými účinky povrchové či podzemní vody. Způsob a míra navržených opatření stanoví projekt. Čerpání vody nesmí ohrozit okolí, zejména stabilitu budov či jiných objektů. Odvodňovací zařízení dimenzujeme na očekávané přítokové množství podle některé z vyzkoušených metod výpočtu. Úroveň hladiny vod udržujeme po dobu stavby alespoň 0,5 m pod základovou spárou. Pro zachycení a odvedení vody lze použít povrchové odvodnění, hloubkové odvodnění a speciální opatření. Při povrchovém odvodnění zachycujeme a odvádíme vodu odvodňovacími příkopy, trubkovou či plošnou drenáží do čerpacích jámek, (*Šrytr a kol., 2001*).

Při hloubkovém odvodnění používáme hloubkovou drenáž, studny vrtané či hloubené a čerpací jehly. Mezi speciální postupy patří elektroosmotické odvodňování, termické vysoušení a vodotěsné uzavírání okolí výkopů chemickou injektáží a zmrazováním či jiné metody vytváření vodotěsných stěn a dna výkopů (beranění spolu s betonáží, milánské stěny a injektáž dna atd.), (*Šrytr a kol., 2001*).

#### 5.1.3.2 Pažení výkopů

Při *pažení* zabezpečujeme stabilitu stěn výkopů, a tím zabraňujeme sedání terénu, které by mohlo ohrozit objekty v jejich okolí, nebo poškodit konstrukce uložené do výkopu. Metody zabezpečování ražených výkopů dočasnou výstrojí se řídí způsobem ražení, místními poměry, tvarem výkopu a druhem definitivní výstroje, (*Šrytr a kol., 2001*).

Ručně hloubené výkopy se svislými stěnami, které jsou hlubší než 0,7 m v nesoudržných zeminách, či ty, které jsou v místech, kde se předpokládají opakované otřesy, hlubší než 1,3 m v intravilánu a hlubší než 1,5 m v extravilánu, musí být opatřeny pažením. Při strojním hloubení se pažení zřizuje ihned, pokud jsou stěny výkopu během hloubení nestabilní, je nutné je zabezpečit před uplynutím časového odstupu mezi ukončením vykopávky a zřízením pažení, (*Šrytr a kol., 2001*).

Druh a rozsah pažení je předepsán projektem, který vychází z místních podmínek. Přitom je nutné respektovat požadavky bezpečnosti a příslušná ustanovení, (*Šrytr a kol., 2001*).

Během provádění prací je nutné pažení přizpůsobit skutečným hydrogeologickým poměrům ve výkopu. Jednotlivé části pažení se posuzují statickým výpočtem v případech požadovaných normou. Běžné pažení se provádí pažením *příložným*, *zataženým* a *hnaným*. Je vhodné pro ručně prováděné



vykopávky. Při strojních vykopávkách, kdy výkopy hloubíme přímo na projektovanou hloubku, musíme zajistit bezpečnost pracovníků provádějících pažení ve výkopech zpravidla hlubších než 1,5 m, (*Šrytr a kol., 1992*).

#### 5.1.4 Montáž vedení

##### 5.1.4.1 Montáž podzemních vedení

*Zřizování podkladních konstrukcí* – v příznivých hydrogeologických podmínkách je možno jednotlivá vedení a jejich objekty ukládat přímo na vyrovnané či tvarové přizpůsobené dno hloubených či ražených výkopů. Na skalním podkladu se doporučuje zřídit pružné podkladní lože, nejčastěji z písku o tloušťce vrstvy 5-10 cm. Při malé únosnosti základové spáry budujeme betonové desky, které v případě přítomnosti podzemní vody doplňujeme štěrkovým ložem s podélnou stavební drenáží. Tu pak zaústíme do čerpacích jímek vybavených automaticky zapínanými čerpadly. Po uložení vedení stavební drenáž zaslepujeme, (*Šrytr a kol., 2001*).

Materiál pro podkladní vrstvy dopravujeme nákladními auty a betonovou směs domíchávači. Do výkopu materiál dovážíme skluzy či trubami. U hlubších výkopů – zejména ražených – můžeme materiál transportovat výtahy, čerpadly na beton, či také v těžních věžích transportními nádobami. Materiál urovnáme ručně, v širokých výkopech malotraktory. Hutnění podkladních vrstev realizujeme vibračními deskami či válci. Povrchy rovnáme vibračními latěmi. Některé typy vedení podkládáme betonovými pražci, nebo pod ně zřizujeme průběžná betonová sedla. Na takto provedených podkladních konstrukcích se ukládají buď přímo vedení a jejich objekty, nebo stavební konstrukce, do nichž vedení ukládáme během dalšího technologického postupu, (*Šrytr a kol., 1992*).

Jelikož výstavba kolektorů má za důsledek velké množství emisí, byla vyvinuta kalkulačka na emise, která slouží pro výpočet uhlíkové stopy podzemních inženýrských sítí, (*Ariaratnam, 2009*).

*Montáž stavebních konstrukcí* – jsou samy vedením (např. stoky), nebo pro uložení vedení slouží (kolektory, kabelovody, teplovody), a objekty na vedení mají konstrukci, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) zděnou,
- b) prefabrikovanou,
- c) monolitickou.

Zděné konstrukce ustupují, vzhledem ke značné staveništní pracnosti, konstrukcím betonovým a prefabrikovaným.

Pro bednění betonových monolitických konstrukcí dnes používáme bednění *pevná, posuvná i pojízdná*, převážně ale ocelová.

*Ukládání trub* – trubní materiál je uložen při dodržení pravidel BOZ v manipulačním pásu podél otevřeného výkopu nebo u těžní šachty při kladení do vykopávek ražených. Před začátkem pokládky uděláme prohlídku trubního materiálu a také tvarovek, vyřadíme vadné kusy a ručně či strojně uděláme zkrácení trub na potřebnou délku. Trouby klademe od nejnižšího místa trasy hrdly proti podélnému sklonu a s ohledem na snadné dorážení trub do spoje i průběžné odvodnění vykopávky. Trouby na místa uložení spouštíme, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) ručně pomocí provazů (lan), a to svisle nebo sunutím po lyžinách,
- b) ručně pomocí kladkostroje a kladečské trojnožky,
- c) jeřábem,
- d) pomocí strojní sestavy truboukladačů celou sekci z trub spojených na terén,
- e) pomocí dopravního zařízení těžních věží u výkopů ražených.

*Ukládání kabelů* – kabely (MN, NN, VN, VVN) pod úrovní terénu ukládáme, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) na dno rýh,
- b) do stavebních konstrukcí.

Samotné ukládání můžeme provádět, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) ručně,
- b) pokladačem.

Při ručním kladen, je-li trasa bez překážek, jedeme s kabelovým vlekem podél výkopu, pracovníci přebírají kabel z bubnu, tvoří montážní smyčku tvaru S a kabel spouští na dno rýhy. Jsou-li v trase překážky, umístíme kabelový stojan před ně, zatáhneme pod ně kabel a pak pokračujeme v pokládce zatahováním pomocí vrátku či rumpálu. Do trasy s překážkami kabel ukládáme pomocí kladek, umístěných ve vzdálenosti 1,5-5 m od sebe, (*Šrytr a kol., 2001*).

Konec kabelu zachytíme pomocí *zatahovací punčochy* za tažné lano, které zvolna navijíme rumpálem či navijákem. Tím posunujeme kabel po kladkách. Přitom nesmí být přesažena mezní *dovolená zatahovací síla*.

V kolektorech ukládáme kabely na kabelové lávky či do kabelovodů a do žlabů, (*Šrytr a kol., 2001*).

#### **5.1.4.2 Montáž nadzemních vedení**

Trubní, kabelová a drátová vedení ukládáme, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) na stožáry,
  - b) na stavební konstrukce,
- zcela výjimečně i
- c) na terén.

*Montáž vedení na stožárech*

Na stožáry umístíme, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) kabelová a drátová vedení,
- b) trubní vedení.

Stožáry mohou být, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) dřevěné,
- b) betonové či železobetonové,
- c) ocelové trubní či příhradové.

S montáží drátových vedení dlouhé délky začínáme zpravidla od nejvyšší polohy trati směrem dolů. U krátkých tratí začínáme s montáží po dokončení všech opěr, u dlouhých po dokončení dílčích úseků. Navíjedla či vodiče umístíme buď na vleku za vozidlem, nebo ho umístíme pevně na konci trati. U delších úseků postupujeme s navíjedlem podél trati a vodiče vyzdviháváme na výstroj sloupů postupně. U kratších tratí navíjedlo umístíme u první podpěry, vodiče odvíjíme a ukládáme je buď do rozvinovacích kladek na stožárech, nebo je nahazujeme po rozvinutí ze žebříků a montážních plošin, (*Šrytr a kol., 2001*).

Při montáži těžkých vodičů na vysoké stožáry vodiče pod stožárem vodiče provlékáme kladkami umístěnými na konci izolátorů a pomocí kladkostroje je vytahujeme na výstroj stožáru, (*Šrytr a kol., 2001*).

#### *Montáž vedení na stavebních objektech*

Na objekty můžeme nadzemní vedení upevnit pomocí, (*Šrytr a kol., 1998*):

- a) střešních podpěr – přímo na konstrukci střechy nebo na konzoly zabetonované do zdiva,
- b) konzol uložených na stavební konstrukci – z ploché či profilové oceli.

*Montáž vedení na povrchu terénu* – vedení – většinou trubní s tlakovým režimem – se ukládají na zděné či betonové patky nebo na průběžné pásy. Potrubí tepelně izolujeme, zabezpečujeme proti atmosférickým vlivům či mechanickému poškození a v místech armatur provádíme oplocení, (*Šrytr a kol., 1992*).

### **5.1.5 Dokončovací práce**

Při dokončovacích pracích budujeme ochranné a signalizační konstrukce, které mají chránit vedení technického vybavení před poškozením. Vedení uložené v rýhách chráníme obsypem, obetonováním a zásypem. U nadzemních vedení realizujeme nátěr kovových nosných prvků a jejich označování. Signalizační konstrukce mohou být uloženy pod zemí, ale i nad ní, (*Šrytr a kol., 2001*).

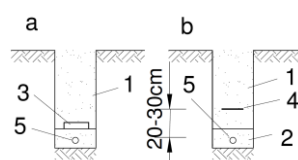
#### **5.1.5.1 Provádění obsypů, obetonování a zásypů**

Úlohou obsypu je chránit inženýrské sítě a objekty na nich při provádění zásypů, dále pak roznášet zemní tlak zásypu a povrchového zatížení mimo vedení inženýrských sítí. Obsypem rozumíme část zásypu od základové spáry do takové výšky nad vedení, kterou určuje příslušná prováděcí norma vedení. Často je součástí obsypu i ochranný systém signalizující polohu vedení inženýrské sítě, obr. č. 26. Pro

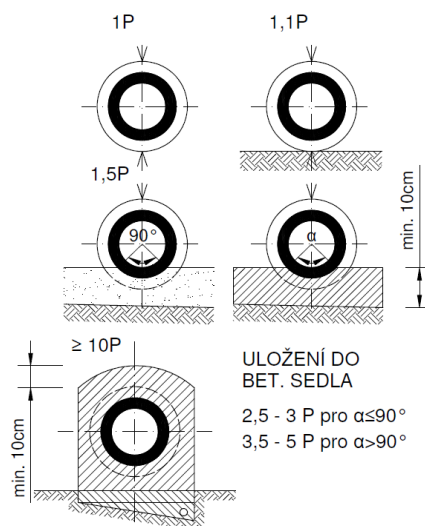
tyto účely používáme cihly, betonové prefabrikáty, pásy z umělých hmot apod. Obsyp provádíme zpravidla až po převzetí ucelené části vedení objednatelem. Rozhrnujeme jej a hutníme ručně. Někdy zřizujeme obsyp i nad povrchem terénu, jestliže chceme objekty a vedení zde uložené chránit před mechanickým poškozením či klimatickými vlivy. Obetonování zvyšujeme pevnost ve vrcholovém tlaku u potrubí, obr. č. 27, ale i u stavebních objektů ve stavební rýze, popř. vykopávce ražené, kdy jde o vyplňování nadvýrubu, (Šrytr a kol., 2001).

Úlohou zásypu kromě vyplnění prostorů pod přilehlým terénem až po jeho úroveň a také vytvořit únosné a nestlačitelné podloží. Při zasypávání se snažíme zabránit nesymetrickému zatížení uloženého vedení. Proto je nezbytné zásyp v těchto případech ukládat po vrstvách. Zásyp lze také nahradit vhodně upraveným elektrárenským popílkem, (Šrytr a kol., 2001).

Rýhy a zářezy pro inženýrské sítě většinou zahrnujeme strojně dozery.



Obr. č. 26 - **Signalizační konstrukce:** a) z cihel, b) z umělé hmoty: 1 – zásyp, 2 – obsyp, 3 – cihly či betonové desky, 4 – signalizační fólie, 5 - vedení, (Šrytr a kol., 1998).



Obr. č. 27 - **Únosnost potrubí ve vrcholovém tlaku v závislosti na způsobu uložení potrubí,** (Šrytr a kol., 1998).

Kvalita zhutnění zásypu se řídí požadavky na kvalitu zemní konstrukce (většinou těleso vozovky), ve které byla pokládka provedena. Předepisuje ji

projektant. Rozhodující parametry jsou *relativní hutnost* u zemin nesoudržných a *parametr míry zhutnění D* ( $D_m$ ) vycházející z objemové hmotnosti stanovené Proctorovou zkouškou pro zeminy soudržné, který se doplňuje *součinitelem účinnosti zhutňovacího stroje C*, (Šrytr a kol., 2001).

*Relativní ulehlost  $i_d$*  lze určit jako

$$i_d = \frac{Q_{d,min} (Q_d - Q_{d,min})}{Q_d (Q_{d,max} - Q_{d,min})},$$

kde  $Q_{d,max}$  a  $Q_{d,min}$  je maximální a minimální objemová hmotnost,  $Q_d$  značí objemovou hmotnost zhutněné suché zeminy dosažené na stavbě, (Šrytr a kol., 1998).

*Parametr míry zhutnění  $d$  ( $d_m$ )*

$$d = \frac{Q_d}{Q_{d,maxPS}} 100,$$

$$d_m = \frac{Q_d}{Q_{d,maxPM}} 100,$$

kde  $Q_d$  je objemová hmotnost suché zeminy.  $Q_{d,maxPS}$  značí maximální objemovou hmotnost suché zeminy stanovenou standardní Proctorovou zkouškou a  $Q_{d,maxPM}$  vyjadřuje maximální objemovou hmotnost suché zeminy stanovenou modifikovanou Proctorovou zkouškou, (Šrytr a kol., 1998).

*Součinitel účinnosti zhutňovacího prostředku C* se určuje při vlhkosti sypané zeminy  $w_n$  ze vztahu

$$C = \frac{Q_d}{Q_{dPS}} = \frac{Q}{1 + \frac{w_n}{100}} \frac{1 + \frac{w_n}{100}}{Q_{PS}},$$

kde  $Q_{dPS}$  je objemová hmotnost vlhké zeminy stanovenou standardní Proctorovou zkouškou a  $Q_{PS}$  vyjadřuje objemovou hmotnost suché zeminy stanovenou standardní Proctorovou zkouškou, (Šrytr a kol., 1998).

### 5.1.5.2 Zřizování signalizačních konstrukcí

Signalizaci polohy vedení technického vybavení pod zemí lze provést souvislým pásem stavebních prvků, obr. č. 26a (cihly, prefabrikáty), nebo výstražnými fóliemi, obr. č. 26b. K označení různých druhů vedení použijeme barevné fólie dle tab. č. 13. Pro indikaci potrubí z umělých hmot na ně klademe kovové dráty, pásky či kabely, (Šrytr a kol., 1992).

Tab. č. 13 - Barvy výstražných fólií pro signalizaci polohy vedení technického vybavení (ČSN 73 6006).

Barva výstražné fólie	Vedení technického vybavení
oranžová	sdělovací kabely
červená	silové kabely
modrá	železniční kabely, zabezpečovací a sdělovací
žlutá	plynovod (z plastových hmot)
zelená	tepelné sítě (bezkanálové uložení)

Výstražné fólie kladem 20-30 cm nad vedení, nejméně však do hloubky 20 cm pod povrchem (zpevněným), stejně tak 20 cm u vedení s minimálním krytím 40 cm, a dále 60 cm pod povrchem při uložení v extravilánu, (Šrytr a kol., 2001).

### 5.1.6 Obnova vedení technického vybavení

Cílem obnovy sítí, která zahrnuje jak dílčí opravy, tak i celkové rekonstrukce sítí, je obnovení jejich původních parametrů, nebo dokonce dosažení lepších parametrů, než byly původní, (Šrytr a kol., 1992).

#### 5.1.6.1 Základy metody obnovy podzemních inženýrských sítí

Metody obnovy sítí můžeme rozdělit do dvou základních skupin. U první skupiny metod se stávající sítě zruší a nové se umístí buď do jiné trasy, či trasy totožné, (Šrytr a kol., 1998).

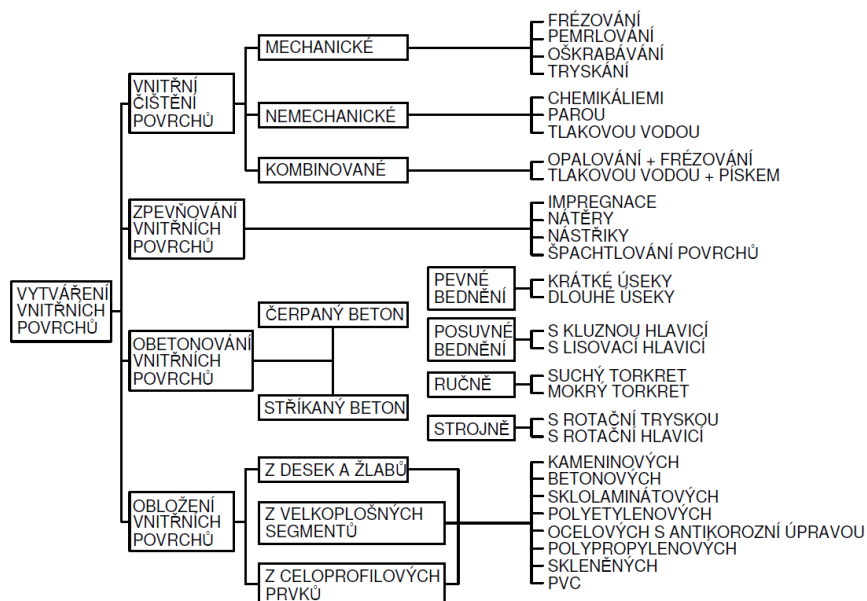
V prvním případě jde vlastně o novostavbu, při které lze dosáhnout podstatnou změnu technických parametrů nové části sítě. Nevýhodou tohoto postupu je jeho vysoká finanční náročnost a značné zatížení životního prostředí obyvatel města jak v místě, kde se vedení ruší, tak i v místě, kde se staví nové, pokud nepoužijeme některou z metod bezryhového (bezvýkopového) ukládání sítí, (Šrytr a kol., 2001).

V druhém případě se stávající síť odstraní a ve stejných trasách se uloží nové. Rekonstrukce v zářezech se používá tam, kde je dostatek místa. Výměna sítí v pažených rýhách přináší oproti výměně potrubí v zářezech značné snížení objemu zemních prací. Dnes se pro tyto účely používají moderní kovové pažící systémy, které značně urychlují práce, (Šrytr a kol., 2001).

### 5.1.5.2 Obnova s ponecháním sítí v původní trase

U druhé skupiny metod se poškozené síť obnovují bezvýkopovými metodami. Dnes je totiž zcela zřejmé, že nad sítěmi, které bude vzhledem k jejich stáří nutné obnovit, by bylo potřeba rozkopat vozovky a chodníky v obrovském rozsahu. Proto se začaly vyvíjet „bezvýkopové“ metody oprav inženýrských sítí, při kterých není nutné porušovat zpevněné povrchy. Jde o tři základní skupiny postupů, a to o *odstraňování lokálních poruch, vytváření nových vnitřních povrchů a vkládání nového vedení do starého*, (Šrytr a kol., 2001).

*Odstraňování lokálních poruch potrubí* – do této skupiny patří metody, při kterých se opravy zaměřují jen na místa poruch, obr. č. 28.



Obr. č. 28 - Přehled technologií odstraňování lokálních poruch na trubních IS (na vnitřním povrchu stávajícího vedení), (Šrytr a kol., 1998).

*Vytváření nových vnitřních povrchů potrubí* – opravy, při kterých vytváříme nové vnitřní povrchy vedení, jsou vhodné jak pro trubní, tak i zděné IS, u nichž se závady objevují po celé jejich délce (např. z porušení vnitřní izolace), ale jejichž

statická funkce není ohrožena. Nemůže proto jít o potrubí a stavební konstrukce (např. zděné stoky) silně zdeformované či prolomené. Těmto postupům musí většinou předcházet očištění vnitřního povrchu stávajícího vedení, (*Šrytr a kol., 1998*).

*Uložení nového vedení do starého* – provádí se buď zatahováním, či zatlačováním, vyžaduje, aby opravované vedení bylo průjezdné pro ukládací zařízení nebo alespoň pro tažné lano. Staré vedení může být i značně porušené, neboť nově ukládaná vedení jsou často samonosná. Nejčastěji se tento postup používá při zatahování či zatlačování potrubí do potrubí, ale lze ho pochopitelně použít i při zatahování kabelů do starých potrubí. U některých postupů dokonce staré potrubí roztrháme a roztlačíme do okolí, abychom na jeho místo uložili nové vedení. Tím můžeme dosáhnout i zvětšení ukládaného profilu nového vedení oproti vedení stávajícímu. Pokud ukládáme nové potrubí do stávajícího bez jeho porušení, je jeho profil pochopitelně menší než u starého vedení, ale vzhledem k použitým trubním materiálům s malou hydraulickou drsností může být hydraulická kapacita potrubí stejná jako před obnovou, (*Šrytr a kol., 1998*).



## 6. Návrh čtyř způsobů řešení uložení technické vybavenosti

Řešený úsek se nachází v severní části historického jádra města Olomouce. Jedná se o stavbu uvnitř městské památkové rezervace. Samotná ulice **8. května**, která je předmětem studie, se vyznačuje přiléhající historickou zástavbou s četnými obchody a provozovny služeb v přízemí těchto domů. Ulicí probíhá stávající tramvajová dvoukolejná trať s krátkým intervalem průjezdu tramvají.

Studie řeší komplexní rekonstrukci uličního prostoru včetně inženýrských sítí. Rekonstrukce inženýrských sítí a uličního prostoru je v rozsahu od konce ul. Pekařské, křižovatku ul. 8. května – Zámečnická – Opletalova, až po zaústění ul. 8. května do náměstí Národních hrdinů.

Vedle rekonstrukce povrchů chodníků, vozovek, inženýrských sítí dojde k rekonstrukci tramvajové trati. V celé trase bude provedena rekonstrukce vodovodu, plynovodu a kanalizace. V místech kolizí s kabelovými trasami slaboproudu bude provedena potřebná úprava, resp. přeložka. Bude řešena rovněž přeložka kabelů pro veřejné osvětlení.

Z hlediska infrastruktury bude napojena na plynovod STL a NTL o DN 100, stávající jednotnou kanalizaci o DN 600 a vodovod o DN 150. Přes ulici probíhají stávající kabely NN, VN, trasa tvárnice tratě s kabely různého určení a samostatné trasy kabelů slaboproudých, sdělovacích a optických.

Pro vypracování návrhu řešení uložení technické vybavenosti jsem vypracoval pro daný konkrétní úsek čtyři způsoby řešení uložení IS. Pro zpracování takovéto rekonstrukce, kde je kladen tlak ze strany potřeby obsluhy a zásobování, je nutné zpracovat návrh stavby a její napojení na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu, zajištění vody a energií po dobu stavby, přístupy na stavební pozemky během realizace stavby a jejich zajištění, možnosti etapizace stavby a uvádění do provozu, předpokládané zahájení a lhůta výstavby, příprava území, oplocení staveniště, dopravní značení trvalé a dočasné apod.

Jako technické postupy pro jednotlivé objekty stavby uvedu jeden příklad řešení, který bude stejný pro všechny následující varianty řešení uložení technické vybavenosti.

*Příprava území* – s objektem jsou zahrnuty práce typu bourání stávajícího zpevnění komunikací a chodníků, s výjimkou kolejového pásu, odstranění stávajících obrubníků, dopravních značek, zábradlí a ostatních zařízení. Dlažby budou rozebrány a uloženy na skládku. Odvoz materiálů, vytěžené podkladní vrstvy se nejprve vytřídí a pak mohou být uloženy na skládku investora nebo na skládku města.

*Oplocení staveniště* – tyto práce zahrnují především zajištění bezpečnosti provozu, zejména se jedná o pohyb chodců ve staveništi, nebo v jeho těsné blízkosti.

Poloha oplocení se během průběhu výstavby několikrát mění. Pro použití oplocení navrhuji mobilní rámy a sloupky.

*Přístupy na stavební pozemky během realizace stavby a jejich zajištění* – v celé trase bude kolejový pás řešen jako pojižděný aut. dopravou. V místech, kde to šířkové uspořádání dovolí, se zřídí zastavovací, parkovací, zásobovací pruh. Hlavně pro zajištění vjezdu vozidel hasičské a záchranné služby. Rekonstrukce tramvajové trati se provádí v předstihu před úpravou chodníků a komunikací. Během rekonstrukce kolejového pásu bude výluka tramvajové dopravy a bude řešena náhradním provozem autobusy MHD po objízdné trati. Kolejový pás, vzhledem k historické části města, bude jeho povrch řešen zadlážděním drobnými žulovými kostkami, odstavné a zásobovací pruhy z kostek velkých, silniční obruby žulové.

*Tramvajová trať* – rekonstrukce tramvajové trati se provádí v předstihu před úpravou chodníků a komunikací. Součástí tramvajového tělesa je jeho odvodnění. Odvodnění pláň tramvajového spodku se provádí pomocí podélné drenáže a vyspárováním zemní pláň. Drenáž je zaústěna do kalových jímek. Požadovaná únosnost na pláni tramvajového tělesa bývá 40 MPa. Při nedodržení této hodnoty je nutné provést sanaci podloží.

*Provizorní chodníky a vstupy* – slouží po dobu výstavby provizornímu provozu chodců a zpřístupnění jednotlivých nemovitostí. Jedná se o provizorní úpravy (dočasné zpevnění) ve staveništi po dobu výstavby, včetně potřebných můstků přes výkopy.

*Komunikace vozidlové* – jedná se o úpravu stávající komunikace v obci. Úpravy komunikací se provádí v souladu s normami ČSN (ČSN 73 6110). Komunikace je obslužná, s dvoukolejnou TRAM tratí ve vozovce. Návrh řešení je po celé délce a šířce pojižděné části uličního prostoru od konce ul. Pekařské, křižovatku ul. 8. května – Zámečnická – Opletalova, až po zaústění ul. 8. května do nám. Národních hrdinů.

*Komunikace pěší* – v rámci rekonstrukce jsou řešeny úpravy povrchové chodníků, veškeré přechody a jiné výškové rozdíly v plochách jsou řešeny bezbariérově.

*Zajištění vody a energií po dobu stavby* – během návrhu řešení se nepředpokládá realizace nových staveništních přípojek. Proto se pro tyto případy používají provizorní řešení pro zajištění dodávky vody z okolního vodovodu (např. suchovodu), aby nedošlo k přerušení zásobování pitnou vodou. Další provizorní úpravy pro připojení dalších vedení (kanalizace, rozvody NN apod.) jsou předmětem jednání s investorem.

*Trolejové vedení* – rekonstrukce tramvajové trati spolu s osvětlením bude obsahovat nahrazení stávajícího osvětlení za kombinované ocelové trakční stožáry s VO. Tyto stožáry zčásti nahradí stávající závěsy na budovách.

Jako další je nutné provést inženýrsko-geologický průzkum, geofyzikální průzkum, které poslouží jako podklad pro návrh konstrukcí a sanaci spodní stavby tramvajové trati i komunikací. Monitoring stávajících kanalizačních stok, který prokáže jednoznačný stav potrubí, a který potvrdí vhodnost použití navrženého způsobu rekonstrukce.

Zásah stavby do území se týká potřeby bouracích prací, kácení a náhrada zeleně, konečná úprava terénu, zásah do jiných pozemků než do pozemků investora apod.

Vliv stavby a provozu na zdraví a životní prostředí zahrnuje ochranu krajiny a přírody, ochranu proti hluku, emise z dopravy při nárůstu dopravy pro stavbu, vliv znečištěných vod na vodní toky a vodní zdroje, ochrana zdraví a bezpečnosti pracovníků při výstavbě a užívání stavby, kde je tato část řešena v souladu s platnými zákony, vyhláškami, normami ČSN a platnými předpisy a v neposlední řadě nakládání s odpady dle zákona o odpadech a požární bezpečnost pro dodržení podmínek požární bezpečnosti k okolním domům apod.

Připojení přípojek kanalizace, vodovodu a plynovodu není zde ve studii řešeno. K řešení přípojek jsou důležité finální trasy uložení inženýrských sítí. Od toho se odvíjí jejich způsob založení, sklon, navržený průměr DN a jejich napojení na nové vedení apod.

## **Způsob provádění**

V celé trase bude provedena rekonstrukce vodovodu a plynovodu. Kanalizace bude opravena ve variantě A a B výkopovou rýhou a výměnou stávající jednotné kanalizace za novou jednotnou kanalizaci, a ve variantě C bezvýkopovou technologií – vložkováním, s rekonstrukcí stávajících šachet. V místech s kolizí s kabelovými trasami slaboproudu bude provedena potřebná úprava, resp. přeložka. Varianta D řeší problém v historickém středu města, kde je z prostorových důvodů pro ukládání nových inženýrských sítí navrhnout kolektor.

### *Kanalizace*

Způsob provádění stok a kanalizačních objektů a jejich zkoušení probíhá dle norem ČSN EN 75 6114. Před zahájením výkopových prací je nutno nechat vytyčit a označit veškeré podzemní sítě a objekty a v průběhu prací toto označení udržovat. V těsné blízkosti těchto sítí a objektů je nutno postupovat opatrně s ohledem na ostatní sítě a provádět výkopy ručně. Pro ukládání kanalizačního potrubí do terénu bude strojně hloubena rýha se šikmými stěnami a se svislými paženými stěnami. Výkopy budou prováděny strojně, v místech křížení se stávajícími podzemními sítěmi budou výkopové práce prováděny ručně dle požadavků správců sítí. Po hrubém výkopu při strojním těžení se dno rýhy vyrovná do předepsaného sklonu a hloubky. Na takto upravenou základovou spáru se provede podkladová betonová deska. Potrubí bude ukládáno na betonové pražce. Před kladením se potrubí vizuálně zkontroluje, poškozené trubky se nesmí použít. Pokládka se provede dle montážního návodu výrobce. Před konečným zásypem rýhy se provedou zkoušky vodotěsnosti stok dle ČSN 75 6909 *Zkoušení vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek*, o zkoušce se vždy vyhotoví zápis a bude provedeno zaměření skutečného stavu kanalizace. Ke všem revizním šachtám pro možnost jejich strojního čištění musí být zajištěn příjezd. Tím je jednoznačně určena poloha tohoto vedení. Narušení povrchů komunikace nepřichází v úvahu, neboť k poruchám na stokách dochází ve výjimečných případech.

### *Vodovod*

Trasa nového vodovodu bude přednostně navrhována ve veřejných pozemcích, tj. po pozemcích ve vlastnictví města. V opačném případě by se musely řešit vztahy mezi vlastníkem pozemku a provozovatelem smlouvou o věcném břemeni s přesnou specifikací podmínek. Přednostně se navrhuje mimo komunikaci pod chodníky, k přílehlým zeleným pásům ovšem s přihlédnutím k vegetaci, a dodržováním ochranných pásem. V případě nutnosti umístit řad do zpevněné plochy se upřednostňuje umístění v komunikacích před parkovišti a rozebíratelné povrchy před nerozebíratelnými. Navrhují se tak, aby bylo možné použít mechanizaci jak při opravě poruch, tak i dodatečných výkopových pracích (odbočky, přípojky, osazování měřidel, apod.). Potrubí se ukládá na pískový podsyp tloušťky min. 50 mm a obsypává se stejným materiálem do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Šířka rýhy musí mimo montážní práce zabezpečit též ochranu a stabilizaci potrubí. Materiál

vodovodního potrubí určí zhotovitel dokumentace po projednání s budoucím správcem a se souhlasem stavebníka (objednatele).

#### *Plynovod*

Volba trasy plynovodu musí respektovat zejména *energetický zákon č. 458/2000 Sb.*, ve znění pozdějších předpisů, s ohledem na ochranná a bezpečnostní pásma trubního vedení a souvisejících objektů, v souladu s §68 a §69 citovaného energetického zákona, dále pak *ČSN EN 1594* a *TPG 702 04*. Při návrhu trasy plynovodu je postupováno s přihlédnutím ke stávající zástavbě a jejímu charakteru. Při křížení a souběhu plynovodu s podzemními vedeními technického vybavení jsou dodrženy nejmenší vzdálenosti mezi povrchy potrubí a vedením dle *ČSN 73 6005* příloha č. 7. Nutné je i při křížení a souběhů plynovodu s el. vedením VVN a ZVN provést posouzení nebezpečných vlivů dle *ČSN 33 2160*, *ČSN 33 2165* a *ČSN 34 1010* a na základě výsledků stanovit dočasná nebo trvalá opatření k jejich eliminaci. Křížení s tramvajovou drahou se provádí přednostně s vyjádřením správce nebo vlastníka příslušné dráhy. Preferovaná jsou řešení bez chrániček s použitím takových technických řešení, která zajistí dostatečnou mechanickou ochranu nebo odolnost potrubí pod příslušnou tratí (zvýšení hloubky uložení potrubí, zvětšení tloušťky stěny potrubí, mechanické z odolnění nadloží apod.). V případě, že výše uvedená opatření nezajistí dostatečnou mechanickou odolnost potrubí, použije se při křížení plynovodu s příslušnou tratí chránička. Při křížení nebo souběhu ocelového potrubí s tramvajovou tratí, musí být proveden korozní průzkum dle *ČSN 03 8375*, který stanoví opatření pro omezení vlivu bludných proudů z koleje tramvajové tratě.

Detaily uložení vedení jsou v příloze č. 12 Příčné řezy.

Studie vyhledává vhodnou variantu a řeší její základní problémy technické a stavebně-ekonomické. Jako podklady k tomu slouží záměr objednatele, rozsah řešeného území, situační podklady, navazující investice, vyhodnocení geotechnických podkladů na základě archivních materiálů, prognóza správců inženýrských sítí, informativní výpis z katastru nemovitostí, zvláštní požadavky objednatele na zpracování studie atd.

Studii jsem vypracoval v několika variantách (A, B, C a D) pro řešení zemních prací strojně, ručně, bezvýkopovou technologií a průchozí podzemní chodbou, kolektorem. Řešení inženýrských sítí je provedeno dle norem ČSN a platných vyhlášek pro ukládání vedení.

#### *Varianta A*

Návrh této varianty je rekonstrukce inženýrských sítí prováděna nejdříve odkrytím stávajících inženýrských sítí a jejich následným odstraněním. Odstranění stávajících inženýrských sítí nelze provádět najednou, ale postupně, dle etapizace stavby a stavebních postupů. Uložení nových sítí v tomto případě se provede do stávajících míst, kde výkopy, které vznikly při odkrytí a demontáži stávajících sítí se po hrubém výkopu při strojním těžení se dna rýh vyrovnají do předepsaných sklonů a

hloubek. Při souběhu a křížení přeložek sítí a stávajících sítí budou výkopy prováděné ručně, aby nedošlo k poškození stávajících sítí. Před kladením se potrubní vedení vizuálně zkontrolují, poškozené trubky se nesmí použít. Jelikož se jedná o území s nepřiliš širokými chodníky, bude prostorové uspořádání IS řešeno do stávajících míst, viz příloha č. 12.

#### *Varianta B*

Způsob provádění této varianty je nejdříve odstranění stávajících inženýrských sítí a pokládkou nových inženýrských sítí, nebo-li přeložkami IS. Postup výkopových prací je stejný jako ve variantě A. Odlišnost postupu výkopových prací, oproti postupu ve variantě A, je jejich zřízení nejen v místech stávajících inženýrských sítí pro odstranění stávajícího vedení, ale i v místech pro nově kladená vedení. Výkopy pro nové vedení budou mít stejnou úpravu základové spáry jako řešení v předešlé variantě, a úprava výkopů, kde proběhne demontáž stávajícího vedení, budou výkopy zasypány a hutněny zeminou po vrstvách, aby se dosáhlo požadovaných pevností. Jednotlivé řešení koordinačního uspořádání při souběhu nebo při křížení vedení technického vybavení je dle normy ČSN 73 6005 viz příloha č. 7. Výkresy pro půdorysnou koordinaci vedení technického vybavení jsou zpracovány v situacích (příloha č. 9 a 10) a vzorové příčné řezy jsou v příloze č. 12.

#### *Varianta C*

Pro tuto variantu jsem zvolil (skoro) stejné řešení jako ve variantě B. Zemní práce jsou řešeny, jak pro demontáž stávajícího vedení stejně, tak i pro přeložky nového vedení technické vybavenosti. Demontáž stávajícího vedení bude odstraněna stejným způsobem, koordinační řešení přeložek inženýrských sítí budou řešeny stejně, viz příloha č. 9 a 10 spolu s prostorovým řešením v příčných řezech v příloze č. 12. Rozdíl v této variantě se řeší užitím a vhodnost použití pro rekonstrukci kanalizace bezvýkopovou technologií – vložkováním. Kanalizace určená k sanaci se nejdříve vyčistí, robotem se odfrézují všechny překážky a zaměří se kanalizační přípojky, potrubí se zkontroluje kamerou. Nad startovací šachtou se postaví pomocné lešení k docílení potřebné výšky vodního sloupce v zaváděcím potrubí. Vložka je inverzním způsobem pomocí hydrostatického tlaku vody zavedena do připraveného potrubí s následnou polymerací teplou vodou – vytvrzením poddajného rukávce v plast. K ohřevu vody v rukávci slouží mobilní kotelna, soustava hadic a oběhové čerpadlo. Domovní přípojky se zaslepí.

#### *Varianta D*

V této variantě je řešen problém v historickém středu města, kde je z prostorových důvodů obtížné ukládání nových sítí; je navrhnout sekundární kolektor pro uložení kabelového vedení spolu s vodovodním a plynovodním vedením. Před samotnou ražbou na trase budoucího kolektoru je nutné provést injektáž pro zajištění budov. Konstrukce kolektoru navržena z monolitického betonu. Podzemní stěny budou betonovány přímo na místě (monolitické stěny). Nutné je dbát na kotvení stěn

v potřebném množství úrovní. Stabilizace horní části rýhy zajistí budování betonových vodících zídek; zároveň umožňují vedení rozpojovacího zařízení při hloubení a vytvářejí zásobní prostor pro pažící bentonitovou suspenzi. Hloubení rýhy bude prováděno strojně po jednotlivých záběrech (lamelách) pod ochranou pažící suspenze. Po vyhloubení rýhy se osadí armokoš a do obou konců lamely se osadí ocelové pažnice s těsníci pásy. Ocelové pažnice se v průběhu tvrdnutí betonu vytáhnou a vytvořený zámkový styk s těsnícím pásem zajistí nepropustnost spojovací spáry mezi jednotlivými lamelami. Po zatvrdnutí celé podzemní stěny se provede postupné hloubení stavební jámy a kotvení podzemní stěny. Odkrytý hrubý povrch stěny je možno upravovat frézováním nebo stříkaným betonem. Výstavba kolektoru v takto stísněném území, jednak z pohledu komunikací, ale také z hustoty „zasítování“ vedení technického vybavení způsobí dotčení mnoha přípojek vedení od vodovodního po plynovodní potrubí až kabelová vedení. Dotčené přípojky bude nutno naprojektovat s ohledem na nové umístění v kolektoru. Kanalizační přípojky budou vedeny pod kolektorem a budou v betonové chrániče. Výkres situačního řešení je v příloze č. 11 a řezy koordinačního uspořádání jsou v příloze č. 12.

### **Moje doporučení**

Je těžké upřednostnit jednu z řešených variant. Nejpříznivější řešení je dle mého uvážení použití *varianty C*, kde dojde k přeložkám inženýrských sítí do nových koordinačních poloh dle norem ČSN a vhodnosti použití bezvýkopové technologie pro rekonstrukci kanalizace. Zároveň vidím velký přínos použití *varianty D*, z pohledu přístupnosti, kontroly a údržby jednotlivých vedení, jejich ochrana a celkový půdorysný záběr, ale nejvíce z pohledu případného budoucího nárůstu dalšího vedení technické vybavenosti. Bohužel nevýhody proti této variantě jsou vysoké investiční náklady na výstavbu, vyvolání přeložek ostatních inženýrských sítí a také nutnost vypracování plánu pro výhledovou využitelnost sítě podzemních tunelů, kolektorů.

## 7. Diskuze

Při návrhu koordinačního řešení inženýrských sítí je nutno zajistit kvalitní podklady pro zpracování projektové dokumentace.

Jako podklad pro zpracování projektové dokumentace slouží vyjádření a polohopisné plány vedení jednotlivých správců IS, které jsou povinni na požádání dát k dispozici. Do výchozích podkladů patří dokumentace záměru k žádosti o vydání rozhodnutí o umístění stavby, územního souhlasu, rozhodnutí o změně stavby, regulační plán, územní plán, mapové podklady, zaměření území, dopravní průzkum, geotechnický a hydrogeologický průzkum, apod. Inženýrské sítě se nevyměňují naráz, ale daným postupem výstavby. Výchozí podklady nemusí být vždy vydávány a zpracovávány. V rámci projektu se pracuje zákresy jednotlivých správců a poloha inženýrských sítí musí být vyznačena před zahájením výkopových prací.

V kapitole návrh čtyř způsobů řešení uložení technické vybavenosti jsem vypracoval pro konkrétní úsek, dle mého uvážení, ta nejvhodnější řešení ukládání inženýrských sítí dle norem ČSN. V rámci stupně studie nejsou řešeny detaily typu hydrotechnické výpočty (dimenzování trub, tlakové ztráty, apod.) pro potrubní sítě, energetický výpočet pokud by došlo ke změně energetické bilance, výšková uspořádání (je předpokládáno napojení na stávající stav). Tyto údaje by byly řešeny v následujících stupních projektových dokumentací (DSP, RDS, ...).

V první *variantě A* se stávající sítě odstraní a ve stejných trasách se uloží nové. Za použití hloubených rýh, má výhody v tom, že nároky na plochu staveniště jsou menší, menší je i stupeň narušení životního prostředí, obdržíme malé objemy výkopku, snadné je křížení trasy s ostatními inženýrskými sítěmi, hloubka ukládání vedení není omezena.

Ve *variantě B* jde o přeložky vodovodu, plynovodu a kanalizace, kde veškeré zemní práce od úprav povrchů po hloubení rýh prováděny strojně. V tomto případě jde vlastně o novostavbu, při kterých lze dosáhnout podstatnou změnu technických parametrů nové části sítě. Nevýhodou tohoto postupu je jeho vysoká finanční náročnost a značné zatížení životního prostředí obyvatel města jak v místě, kde se vedení ruší, tak i v místě, kde se staví nové.

*Varianta C* je uložení stejným způsobem, jako varianta B. Zde byla použita bezvýkopová technologie – vložkování pro opravy kanalizace. Bezvýkopová metoda je zřejmá tím, že nad sítěmi, které budou vzhledem k jejich stáří nutné obnovit, by bylo potřeba rozkopat chodníky a komunikace do velkých hloubek a v obrovském rozsahu. Hlavními výhodami bezvýkopové technologie je rychlost provedení opravy, minimální omezení funkčnosti potrubí během opravy, vhodnosti použití opravy na místech, kde je nemožné, nebo ekonomicky náročné použití výkopové technologie, zpevnění potrubí v místě sanace, zlepšení hydraulických podmínek v místě sanační vložky a odpadají náklady spojené s hlubokými výkopovými pracemi, vyhýbání se inženýrským sítím apod. Avšak je nutné zmínit nevýhody bezvýkopové technologie,



jejíž použití je nevhodné pro opravu špatného sklonu potrubí, nelze použít pro zavalené potrubí a samozřejmě vyšší náklady oproti výkopu v dobře přístupném místě s malou hloubkou uložení kanalizace.

*Varianta D* je návrh uložení sítí do kolektoru. Do kolektoru byly vtaženy všechny sítě (elektrické vedení, vodovodní a plynovodní potrubí) kromě kanalizace, která zůstane v zemi z důvodu dostatečných prostorů pod komunikacemi a volbou průřezově malého kolektoru. Výhodou ukládání technického vedení do průchozích podzemních chodeb, kolektorů je především snadná kontrola a údržba, větší životnost zejména z hlediska možné koroze, půdorysný záběr plochy je menší, lepší ochrana proti mechanickému poškození, lepší tepelná izolace, lepší možnost dálkového řízení (umístění čidel, přívod energie k ovládacím prvkům apod.). Samozřejmě to sebou nese i nevýhody, jednak více zmíněné „vynucené“ přeložky přípojek vodovodu, kanalizace a plynovodu a dalších vedení, tak také nevýhody ve vyšších investičních nákladech, riziko výhledové využitelnosti, nahrazování kovových materiálů nekovovými (plastová potrubí), nové tepelné izolace umožňují tzv. bezkanálové uložené teplovody. Zkapacitnění sdělovacích kabelů novými technologiemi (světlovody) snižuje počet a prostorové nároky těchto sítí. Jako jeden z argumentů je i to, že bezvýkopová uložení potrubí jsou levnější než štolování pro kolektor (při tzv. nedotknutelnosti povrchu), sanace potrubí umožňují zvýšit provozní parametry stávajících potrubí a tím síť zkapacitnit bez vkládání sítě vyšší kategorie do území.

## 8. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá uložením technické vybavenosti v urbanizovaném území a návrhu čtyř způsobů řešení uložení technické vybavenosti pro konkrétní úsek. Při zpracování koordinačního řešení technické vybavenosti bylo vybráno použití strojní mechanizace při zemních pracích s kombinací ručních výkopů a v neposlední řadě s použitím bezvýkopové technologie – vložkování a na konec návrh řešení uložení inženýrských sítí do sekundárního kolektoru.

V dnešní době, kdy inženýrské stavby a podstatná složka technického vybavení území doznaly takového uplatnění a vývoje, že se staly zcela nepostradatelnými pro fungování takřka všech aktivit v území a nepostradatelnými pro další vývoj území. O jejich rozhodování ve všech fázích jejich existence (územně plánovací, projektové, realizační, provozní) je dnes výrazně náročnější z mnoha důvodů: narůstající jejich rozsah, komplikovanější struktura inženýrských sítí, zpřísnění podmínek a konfliktů zájmů v území, zvětšující se různorodost a rychlejší změny i základních podmínek řešení, nepřehlednost technických řešení (norem ČSN, typových podkladů, atd.), apod.

Technické vybavení zahrnuje vedení nejrůznějšího konstrukčního uspořádání i významu. Tato vedení mohou být z různého materiálu uložených nad i pod terénem, či ve stavebních konstrukcích. Obecně pro všechna vedení platí jejich značná délka a je potřeba počítat s tím, že se mohou měnit hydrogeologické podmínky při jejich ukládání na trase. Z toho vyplývá, že při výběru technologie výstavby je zapotřebí uvážit nejen konstrukční a stavebně technologické zvláštnosti jednotlivých druhů vedení, ale přizpůsobit technologii jejich provádění, během stavby, místním podmínkám.

Do popředí mnohem naléhavěji než dosud vystupuje úkol dokonalejší koordinace jejich technického řešení jako celku. Pro návrh uložení inženýrských sítí je dána posloupnost pro jednotlivá vedení. Preferovány jsou přidružené dopravní prostory (s nezpevněným povrchem nebo s rozebíratelným povrchem) a chodníky. Je nezbytné vytvořit a respektovat podmínky bezkolizního křížování přípojkových vedení. Správné uložení a uspořádání IS docílíme minimalizací počtu křížení dopravních prostorů, kde se často užívá oboustranné položení vedení technického vybavení. Z tohoto důvodu je doporučeno v místech konfliktů ve staré zástavbě uspořádání IS dle vzorových příčných řezů dopravním prostorem. Toto slouží pro správnou prostorovou koordinaci technického řešení a ukládání inženýrských sítí.

Pro rozhodování řešení inženýrských sítí, by měla být použita koncepce celého zájmového území a jeho jednotlivých částí. Sestava inženýrských sítí, jejíž volba by měla zohlednit terénní úpravy, dopravní obsluhu a hlavně bilanci potřeb a zdrojů. Jednotlivé způsoby uložení inženýrských sítí se mají řídit dle základních technických parametrů, technicko-ekonomickým parametrům, apod.

Výsledkem mého vyhodnocení pro správnost návrhu technického vybavení v urbanizovaném území by měla být dávana přednost ukládání vedení, které se svými vlastnostmi nejvíce přibližují ideálním vlastnostem způsobu ukládání v zastavěném

území do země. Rovněž by mělo kompenzovat negativa těchto uložení užitím a volbou kvalitních materiálů, kontrolou a zpracováním výsledků ukládání by mělo dojít k zaručení, i v budoucnu, že nedojde k negativnímu ovlivnění vedení.

I když se bude typizace v oboru inženýrských sítí dále vyvíjet užitím jiných postupů, je třeba, již vzhledem k četným realizovaným typovým řešením staveb, objektů či konstrukčních prvků inženýrských sítí, zachovat existující typové podklady jako důležitý zdroj informací, dokumentující současný stav a poskytující základní východisko pro inovaci. Zůstává tedy důležité a užitečné zajistit dostatečný přehled o tomto oboru pro projektanty, investory, dodavatelské firmy i provozovatele. Typizační podklady v oboru inženýrských sítí je účelné klasifikovat jako podklady obecně použitelné bez ohledu na druh inženýrské sítě (jde zejména o typizaci ochranných konstrukcí inženýrských sítí, třebaže některé z nich vznikly účelově pro jeden druh sítě) a dále jako podklady úzce vázané na jednotlivé druhy sítí.

## 9. Literatura

Ariaratnam S., 2009, *Calculating airborne emissions in underground utility projects*, Trenchless International, 5/2009: str. 26-29.

Borovička B. a kolektiv, 1981, *Technická infrastruktura měst*, ČVUT, Praha, 152 s.

Brož K., 1997, *Zásobování teplem*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 217 s. ISBN 80-01-01587-4.

Beghi G., 1979, *Energy Storage and Transportation: Prospects for New Technologies*, Italy, 497 s.

Horčíčková E. a kolektiv, 2010, *Sdružené trasy inženýrských sítí v urbanizovaných územích*. Česká technika – nakladatelství ČVUT, Praha, 173 s. ISBN 978-80-01-04706-4.

Kolektiv autorů, 2011, *Stavební kniha 2011 – Městské inženýrství*. Informační centrum ČKAIT, s.r.o., Praha, 165 s. ISBN 978-80-87438-09-1.

Kiessling F., Puschmann R., Schmieder A., Schneider E., 2009, *Contact Lines for Electric Railways*, 994 s. Publicis Publishing, Erlangen, Germany, ISBN 978-3-89578-322-7.

Řihošek M., 1981, *Inženýrský urbanismus*. ČVUT, Praha, 108.

STEIN D. et NIEDEREHE W., 1987, *Instandhaltung von Kanalisationen*. Ernst & Sohn, Berlin, 356 s. STRABAG, 2007.

Šerek M, Lhotáková Z., 1981, *Inženýrské sítě*. Vysoké technické učení, Brno, 178 s.

Šrytr P. a kolektiv, 1986a, *Inženýrské sítě*. ČVUT, Praha, 187 s.

Šrytr P. a kolektiv, 1986b, *Inženýrské sítě – Pomůcka pro cvičení*. ČVUT, Praha, 161 s.

Šrytr P. a kolektiv, 1998, *Městské inženýrství (1)*. Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky, Praha, 434 s. ISBN 80-200-0663-X.

Šrytr P. a kolektiv, 2001, *Městské inženýrství (2)*. Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky, Praha, 398 s. ISBN 80-200-0440-8.

Šrytr P., Kratochvíl K., 1987, *Trubní sítě*. ČVUT, Praha, 174 s.

Šrytr P., Synáčková M. a kolektiv, 1992, *Inženýrské sítě*. ČVUT, Praha, 256 s. ISBN 80-01-00777-4.

Uhliarik A., 1986, *Inžinierske siete*, ŠVST, Bratislava, 254 s.

Uponor, 2014, Netherlands, online:

<https://www.uponor.com/solutions/infra/technology-for-infra/production-lines-for-flexible-pu-preinsulated-pipes.aspx>

Vávra I., 1992, *Technologie inženýrských staveb II*. Ediční středisko ČVUT, Praha, 141 s. ISBN 80-01-00797-9.

Vávra I., Zapletal I., 1983, *Mechanizace a provádění staveb – Technologie inženýrských sítí I*. Ediční středisko ČVUT, Praha, 358 s.

## Legislativa

ČSN 03 8375 *Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi*, účinnost: 11/1987.

ČSN 13 1030 *Potrubí. Bezešvé ocelové trubky pro potrubí PN40 až PN250. Výběr rozměrů pro konstrukci*, účinnost: 01/1991.

ČSN EN 1594 *Zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem na 16 barů – Funkční požadavky*, účinnost: 03/2014

ČSN EN 1610 (75 6114) *Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení*, účinnost: 05/1999.

ČSN 33 2160 *Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení VN, VVN a ZVN*, účinnost: 05/1993.

ČSN 33 2165 *Elektrotechnické předpisy. Zásady pro ochranu ocelových izolovaných potrubí uložených v zemi před nebezpečnými vlivy venkovních trojfázových vedení a stanic vvn a zvn*, účinnost: 03/1990 – 10/2014, norma byla nahrazena touto normou ČSN EN 50443, účinnost: 11/2012.

ČSN 34 1010 *Elektrotechnické předpisy ČSN. Všeobecné předpisy pro ochranu před nebezpečným dotykovým napětím*, účinnost: 07/1966 – 12/1995, norma byla nahrazena těmito normami ČSN 33 2000-4-41 ED. 2, účinnost: 09/2007, ČSN 33 2000-5-54 ED. 2, účinnost: 10/2007.

ČSN 34 1050 *Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro kladení silových elektrických vedení*, účinnost: 07/1971 – 11/2000, norma byla nahrazena touto normou ČSN 33 2000-5-52, účinnost: 04/1998.

ČSN 38 6413 *Plynovody a přípojky s nízkým středním tlakem*, účinnost: 11/1990 – 02/2001, norma byla nahrazena těmito normami ČSN EN 12007-1, účinnost: 03/2013, ČSN EN 12007-2, účinnost: 03/2013, ČSN EN 12007-3, účinnost: 03/2001, ČSN EN 12007-4, účinnost: 03/2013.

ČSN 38 6420 *Průmyslové plynovody*, účinnost: 03/1983 – 01/2010, norma byla nahrazena touto normou ČSN EN 15001-1, účinnost: 02/2010.

ČSN 73 1001 *Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy*, účinnost: 10/1988 – 03/2010, norma byla nahrazena touto normou ČSN EN 1997-1, účinnost: 10/2006.

ČSN 73 6005 *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*, účinnost: 10/1994.

ČSN 73 6006 *Výstražné fólie k identifikaci podzemních vedení technického vybavení*, účinnost: 09/2003.

ČSN 73 6101 *Projektování silnic a dálnic*, účinnost: 11/2004.

ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací*, účinnost: 02/2006.

ČSN 73 6201 *Projektování mostních objektů*, účinnost: 11/2008.

ČSN 73 7505 *Sdružené trasy městských vedení technického vybavení*, účinnost: 07/1994.

ČSN 75 6909 *Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek*, účinnost: 11/2004.

TPG 702 04 *Plynovod a přípojky z oceli s nejvyšším provozním tlakem do 100 bar včetně*, platnost: 10/2013

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., v platném znění.

## 10. Seznam obrázků

	str.	
Obr. č. 1	Příklad návrhu trasy kolektorů v závodě těžkého strojírenství	21
Obr. č. 2	Příklad uplatnění a uspořádání vedení technicko-technologického vybavení v prostoru pod podlahou výrobní haly (technická chodba)	21
Obr. č. 3	Příklad uplatnění různých způsobů ukládání a prostorového uspořádání vedení technicko-technologického vybavení v příčném řezu komunikačního prostoru průmyslového závodu	22
Obr. č. 4	Příklad uložení doprovodných potrubí a kabelů VN kolem nosného potrubí	22
Obr. č. 5	Příklad uspořádání příčného řezu sdružené trasy na trubním mostu	23
Obr. č. 6	Způsob uložení teplovodu ECOFLEX	31
Obr. č. 7	Příčný řez můstkovým vodičem	32
Obr. č. 8	Příčný řez modifikace závěsného silového kabelu AYKYz	32
Obr. č. 9	Příklady konstrukčního uspořádání silových kabelů	34
Obr. č. 10	Příklady konstrukčního uspořádání telekomunikačních kabelů	34
Obr. č. 11	Příklady konstrukce prvků sdělovacího kabelu	35
Obr. č. 12	Příčný profil kombinovaného telekomunikačního kabelu	35
Obr. č. 13	Příklad konstrukce sdělovacích kabelů se strukturou zalévaných optických vláken	36
Obr. č. 14	Kabel s klasickou strukturou s volnými vlákny	37
Obr. č. 15	Kabel s válcovou drážkovou strukturou	37
Obr. č. 16	Schéma základních typů skupinových vodovodů	39
Obr. č. 17	Možná schémata SZV – přehledné podélné profily s vyznačením tlakových poměrů	40
Obr. č. 18	Geometrické tvary systému stok	44
Obr. č. 19	Základní varianty struktury SCZT-TV	46

Obr. č. 20	Schématické znázornění přeměn schopných poskytovat elektrickou energii na základě přírodních zdrojů	49
Obr. č. 21	Schéma dodávky a odběru elektrické energie v nadřazené a přenosové soustavě a v rozvodné soustavě ČR	50
Obr. č. 22	Vytyčení polohy a výšky ukládaného potrubí	53
Obr. č. 23	Zabezpečení stávajících vedení	54
Obr. č. 24	Určení kritické hloubky výkopu pro rozhodování mezi ukládáním potrubí ve svahované rýze a v rýze se svislými stěnami	58
Obr. č. 25	Strojní ražení výkopů pro inženýrské sítě	63
Obr. č. 26	Signalizační konstrukce	68
Obr. č. 27	Únosnost potrubí ve vrcholovém tlaku v závislosti na způsobu uložení potrubí	68
Obr. č. 28	Přehled technologií odstraňování lokálních poruch na trubních IS (na vnitřním povrchu stávajícího vedení)	71



## 11. Přílohy

### Seznam příloh:

- Příloha č. 1. Tab. č. 1 Klasifikace způsobů ukládání vedení inženýrských sítí, 9 s.,
- Příloha č. 2. Tab. č. 1 Materiál vodovodů  
Tab. č. 2 Materiál kanalizace  
Tab. č. 3 Základní technické parametry ocelových trubek a trub bezešvých a svařovaných  
Tab. č. 4 Pracovní stupně a pracovní přetlaky pro provozní teploty vyšší než 0°C, 8 s.,
- Příloha č. 3 Tab. č. 1 Základní normativní požadavky pro řešení vodovodních řadů příváděcích, zásobovacích a řadů distribuční sítě (včetně vodovodních přípojek), 1 s.,
- Příloha č. 4 Tab. č. 1 Základní normativní požadavky pro řešení vedení tepelných sítí, 1 s.,
- Příloha č. 5 Tab. č. 1 Základní normativní požadavky pro řešení plynovodních řadů VVTL, VTL, STL, NTL, včetně přípojek  
Tab. č. 2 Klasifikace energetických plynů a jejich základní vlastnosti, 3 s.,
- Příloha č. 6 Tab. č. 1 metody ražení vykopávek pro inženýrské sítě, 1 s.,
- Příloha č. 7. Tab. č. 1 Nejmenší dovolené vodorovné vzdálenosti při souběhu vedení technického vybavení v m podle ČSN 73 6005  
Tab. č. 2 Nejmenší dovolené svislé (odstupové) vzdálenosti při křížení vedení technického vybavení v m podle ČSN 73 6005, 4 s.,
- Příloha č. 8. Výkres – Uložení kabelů, 4xA4,
- Příloha č. 9 Výkres – Koordinační situace, 1:100, 34xA4,
- Příloha č. 10 Výkres – Situace – varianta A, B, C, M 1:250, 8xA4,
- Příloha č. 11 Výkres – Situace – varianta D, M 1:250, 8xA4,
- Příloha č. 12 Výkres – Příčné řezy, M 1:100, 14xA4.