



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV MATERIÁLOVÝCH VĚD A INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING

TRUBNÍ MATERIÁLY

PIPE MATERIALS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ PECL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA NOVOTNÁ, Ph.D., Paed IGIP

BRNO 2013

ABSTRAKT:

Cílem bakalářské práce je seznámení s důležitými aspekty volby materiálu pro výrobu, montáž a provoz trubních systémů. V práci je zmíněna vhodnost jednotlivých skupin trubních materiálů pro různé podmínky technologické i přírodní s ohledem na materiálové vlastnosti. Dále se práce zabývá problematikou montáže potrubí, provádění kontrolních zkoušek se zaměřením na technologie montáže potrubí, před uvedením do provozu, hledáním vad a následnou možností jejich oprav. Závěrem jsou do práce zavedeny informace z praxe, které přibližují možnosti řešení problémů.

KLÍČOVÁ SLOVA:

trouby, potrubí, trubní materiál, montáž potrubí, vodovod, kanalizace, kontrolní zkouška potrubí, bezvýkopová technologie

ABSTRACT:

Objective of the bachelor thesis is to introduce the important aspects of the material for the manufacture, installation and operation of pipeline systems. The thesis mentions the suitability of individual groups of pipe materials for various technological and natural conditions with respect to the material properties. The work deals with the pipe installation, implementation of control tests with a focus on of technology pipe installation before commissioning, finding defects and the possibility of repair. Finally, in the work are placed practical information that helping solve problems

KEYWORDS:

tubes, pipes, pipe material, pipe installation, water supply, sanitation, control test of pipes, excavationless technology

Bibliografická citace mé práce:

PECL, T. *Trubní materiály*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. XY s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Novotná, Ph.D., Paed IGIP.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ:

Jako autor bakalářské práce na téma „Trubní materiály“ dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestně právních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne

.....podpis autora

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Evě Novotné Ph.D., Paed IGIP za užitečné konzultace a hlavně poskytnuté rady a doporučení, které byly v této práci zohledněny a díky kterým je práce zpracována na náležité úrovni. Dále bych chtěl poděkovat firmě TestingLab, Ing. Mirkovi Janišovi, Mgr. Davidu Mazlovi a Ing. Ivanovi Holánkovi za poskytnutí materiálů, důležitých informací, svých dlouholetých zkušeností a hlavně za čas, který mi věnovali.

V Brně 2013

Tomáš Pecl

.....

OBSAH:

1 ÚVOD.....	14
2 Materiály.....	15
2.1 Kamenina.....	16
2.2 Beton, železobeton.....	17
2.3 Litina.....	19
2.4 Plastové trouby	20
2.4.1 Polyvinylchlorid	21
2.4.2 Polyetylén o vysoké hustotě	22
2.4.3 Polypropylén.....	24
2.5 Sklolaminát.....	24
2.6 Kombinace materiálů.....	26
2.6.1 Kombinované ocelové potrubí.....	26
2.6.2 Litina s vystělkou.....	27
3 Montáž trubních materiálů.....	28
3.1 Vodovody	28
3.1.1 Montáž litinového potrubí	28
3.1.2 Montáž PVC potrubí.....	30
3.1.3 Montáž ocelového potrubí	31
3.2 Kanalizace	32
3.2.1 Montáž sklolaminátového potrubí	32
3.2.2 Montáž kameninového potrubí.....	32
3.2.3 Montáž betonových a železobetonových trub	33

3.3 Plynovody	34
3.3.1 Montáž PE potrubí	34
4. Kvalitativní kontrolní zkouška před uvedením do provozu.....	35
4.1. Stavební zkoušky	35
4.2 Tlakové zkoušky	37
4.2.1 Tlakové zkoušky kanalizačního potrubí	37
4.2.2 tlakové zkoušky vodovodů a závlahových systémů	39
4.3 Zkoušky speciální a náhradní.....	40
5. Ekologie trubních systémů.....	40
5.1 Hledání a odstraňování vad.....	40
5.1.1 Hledání vad na zakrytém potrubí	41
5.1.1.1 Hledání netěsností potrubí stopovým plynem.....	41
5.1.1.2 Termovizní zkouška.....	41
5.1.1.3 Zkouška poruch kombinovaných materiálů – bezkanálových teplovodů.....	41
5.1.1.4 Zkouška metodou Smartball	42
5.1.2 Oprava vad na zakrytém potrubí.....	43
5.1.2.1 Bezvýkopová technologie	43
5.3 Příklady z praxe	45
6 Závěr	46
7 Použitá odborná literatura	46
8 Související normy	49
9 Seznam použitých obrázků	51

1 ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je seznámit v níže uvedených kapitolách s druhy trubních materiálů, jejich vlastnostmi, technologickým uplatněním, technologickými postupy, montáží a kvalitativními prověrkami zabezpečující dlouhodobou bezporuchovost a životnost provozu budovaných staveb.

Nestačí provést výpis materiálů používaných k výrobě jednotlivých typů trub, ale je důležité zaměřit se na stránky jejich použití v praxi. Zde se nám otevírá prostor pro další hlediska a otázky, kterým musí jednotlivé druhy trubních materiálů vyhovovat. Z trubních materiálů se vyrábí trouby, které se používají jak pro stavby otevřených trubních vedení (produktovody, technologie závodů), tak pro stavby podzemních trubních vedení, zajišťující zásobování obyvatelstva (vodovody, plynovody, teplovody) a v neposlední řadě zajišťují odvádění odpadních vod z obytných aglomerací měst, obcí a technologických a výrobních aglomerací.

Odpovědný výběr hledisek je nejdůležitější a je velmi obtížné jednoznačně stanovit kritéria, které hledisko je pro výběr trubního materiálu nejdůležitější. Vždy se jedná o souhrn všech hledisek, tak aby byla zajištěna ekonomická stránka a životnost budovaného díla, technologické postupy provádění (otevřené výkopy, bezvýkopové technologie), kvalita a bezpečnost provádění prací, dlouhodobá životnost v provozu a ekologické dopady na životní prostředí při užívání staveb.

Kombinací všech požadavků na trubní vedení se vyhodnotí nejvhodnější materiál, ze kterého jsou vyráběny trouby. Výběr použitelných materiálů je velmi široký a dnešní nabídka na trhu nám umožňuje vybrat specifický materiál vyhovující ať technologickým, či jiným tíženým zásadám, které je třeba splnit.

Z ekologického hlediska je důležitým krokem provádění kontrolních tlakových a dalších zkoušek vodotěsnosti jednotlivých stavebních celků, kdy se zabezpečuje následný bezporuchový provoz

2 Materiály

První kanalizace a vodovody byly vytvořeny okolo roku 2600 př. n. l. a od tohoto roku se kanalizační systémy začaly pomalu stávat součástí všedního života. Tyto kanalizace byly postaveny z pálených cihel, ale postupem času se technologie realizací kanalizací a vodovodů dostane až na dnešní úroveň. Lidé se ve stavění odvodních stok ale i vodovodů dostávali od materiálů, jako jsou dřevo, cihly a kamení k pokročilejším materiálům jako jsou kamenina, beton, kovové materiály (litina a později ocel) a až k nynějším nevíce se rozmáhajícím plastovým materiálům. Významným předělem v používání materiálů na stavbu vodovodů byl rok 1455, kdy bylo položeno první litinové potrubí u zámku Dillenburg v Německu [4,7].

Výběr trubního materiálu je velmi důležitý a má své opodstatnění hned z několika důvodů. V současnosti je nabídka velice rozmanitá a nelze přesně specifikovat, které materiály jsou lepší, a které jsou horší. Volba materiálu se musí provádět s ohledem na místní geologické a hydrogeologické podmínky. Je velmi důležité věnovat vysokou pozornost splnění technických a provozních požadavků.

Jedním z nich je například vhodnost materiálu do prostředí, ve kterém bude potrubí uloženo. Toto prostředí může být velmi agresivní k trubnímu materiálu nebo naopak, je důležité, aby se za žádných okolností přepravované médium nedostalo do kontaktu s citlivým prostředím.

Dalším aspektem výběru materiálu je jistě ekonomická stránka, tedy možné náklady na realizaci kanalizace. Materiál, který je charakterizován svou specifikací musí být vybrán v závislosti na mnoha podmínkách a zároveň co nejvýhodněji, nicméně by neměla být upřednostňována cena trubního materiálu, před její kvalitou.

V následujících bodech se nachází seznámení s nejpoužívanějšími materiály trubních sítí produktovodů a jejich specifikace. Pro optimalizaci vlastností materiálů trub se uplatňuje jejich kombinace, která přináší možnost využití více vhodných vlastností na trubním vedení.

2.1 Kamenina

Je to jeden z nejstarších materiálů, který se používá nadále i v současnosti. Pro svoji odolnost na agresivní média se velmi osvědčila již během staletí v oblasti odpadních vod, kde prokázala svoji spolehlivost a trvanlivost. Kamenina se řadí mezi keramické materiály se slinutým barevným střepem s povrchem většinou upraveným vysoce odolnou glazurou, která zvyšuje jeho odolnost vůči vnějším vlivům [1].



Obr. č. 1: *pokládka kameninového potrubí* [6]

Specifikace kvalitativních parametrů [1]:

- životnost kolem 100 let,
- odolnost vůči agresivním mediím – chemická odolnost vůči kyselinám a dalším látkám s velmi vysokým pH, jiným chemickým látkám, tato odolnost je i za vysokých teplot,
- vysoká mechanická pevnost (vyjádřená třídou pevnosti), která ale zároveň vyjadřuje její nízkou houževnatost, její největší nevýhodu
- tvrdost glazury se střepem udává její odolnost proti otěru,
- těsnost trub a spojů je definována zkouškou, při které je vzorek kontrolován zkušebním tlakem a je následně měřen úbytek vody, který nesmí překročit určité množství,

- velmi nízká nasákavost,

Výrobní postup:

Mezi výhody kameninových trub patří především postup jejich výroby, který nastiňuje ekologický a přírodní původ. Trouby z tohoto materiálu jsou vyrobeny z materiálů, které se v přírodě normálně vyskytují, jako je přírodní jíl, šamot a voda. Ekologický dopad výroby kameninových trub je tedy nízký [1].

Připravená směs jílu, do které se přidává kolem 20-30% šamotu (vypálený a rozemletý jíl s přísadami třeba již recyklovanými kameninovými výrobky), je zředěna 15-20% vody. Tato plastická směs se přepraví do vytvářecích lisů, kde jsou z ní tvarovány výrobky [1].

Vylisované trouby a tvarovky se následně suší, glazují v glazurovací lázni a vypalují při teplotě 1200 °C. Při vypalování se glazura spojí spolu se střepy. Tento neoddělitelný celek, je následně podroben mnoha zkouškám, které definují jeho jakost (zkoušky akustické, mechanické, optické). Před usazováním do země se trouby opatřují těsněním[1].

Trouby a tvarovky z kameniny se vyrábí podle evropské normy ČSN EN 295.

Kameninové trouby a tvarovky se používají pro gravitační kanalizační potrubí uložené v zemi především vně budov. Spojování kameninových trub se provádí hrdly, existují však také kameninové trouby bez hrdel spojované spojkami a určené k protlačování trub. Nevýhodou kameninových materiálů je větší hmotnost, která je důvodem pracnější montáže, což je i důvod proč se používají hlavně na vnějších stavbách mimo budovy[1].

2.2 Beton, železobeton

Betonová a železobetonová potrubí jsou používána k výstavbě kanalizace pro odvod dešťové nebo splaškové vody. Oproti jiným materiálům se vyznačují specifickými výhodami [1, 2, 8]:

- neměnné vlastnosti materiálu,

- výborné statické vlastnosti,
- možnost kombinace s jinými materiály,
- nízká ekonomická náročnost,
- u železobetonu zvýšená pevnost [2, 8].

Betonová směs pro výrobu trub je složena z tříděného kameniva, směsi síranovzdorného cementu odolného proti agresivitě vnějšího chemického prostředí, vody a dalších přísad. Jako trubní materiál může být použit také polymerbeton, což je kompozitní materiál složený z pojiva a plniva (plnivo-šterkopísek, pojivo-syntetická pryskyřice) [2, 8].

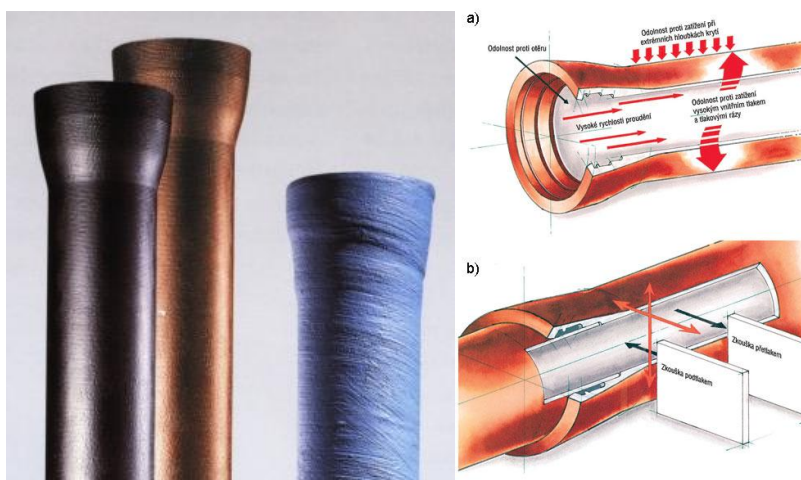


Obr. č. 2: *betonová trouba* [8]

K výrobě betonových trub se používají vibrolisy. Hotové trouby se vyznačují vysokou vodotěsností, odolností vůči abrazi, chemickou odolností a hlavně vrcholovou únosností trub (nejvyšší napětí na vrcholu trouby, kterému je trouba schopná odolat, bez deformace), tyto vlastnosti dělají v tomto ohledu betonové trouby specifické [1].

2.3 Litina

V současnosti je kanalizační potrubí z šedé litiny (nyní lupínkový grafit LLG) nahrazeno litinou tvárnou (kuličkový grafit LKG). Je to materiál na bázi Fe s obsahem uhlíku od 2,2 % do 4 % uhlíku. Hlavní výhodou litinového potrubí je dlouhá životnost a vysoká spolehlivost bezporuchového provozu. Kanalizační trouby z tvárné litiny se hlavně používají k odvádění odpadních vod až do čistírny odpadních vod, díky vhodným technickým parametrům. Použití pro tento materiál se nalézá téměř u všech standardních aplikací a to i pro případy použití v těžkých podmínkách. Vyznačuje se vysokou pevností v tahu a relativně vysokou tažností [1, 5, 6].



Obr. č. 3 litinové trouby [5] a obr. č. 4: působení napětí na litinové potrubí [6]

Výrobním postupem je roztavení železa v kupolové peci při 1550°C. Při tunutí materiálu dochází ke vzniku grafitických částic ve tvaru lupínků nebo kuliček, což způsobeno modifikací hořčíkem. Výsledná litina s kuličkovým grafitem tak ve srovnání s LLG získává lepší charakteristické vlastnosti, jako je prodloužení životnosti, zvýšení meze pružnosti, pevnosti v tahu, houževnatosti a odolnosti proti nárazům [1].

Velmi důležitým prvkem je antikorozní ochrana trubního materiálu, protože významně ovlivňuje provozuschopnost a životnost celého trubního litinového systému. Metody provádění ochrany proti korozi jsou různé. Mohou být prováděny výrobcem (nátěry, povlaky nebo různé výstelky), ale také přímo realizátorem stavebních prací na stavbě, jako je například balení litinových trub do polyetylenových fólií zajišťující ochranu hrdlových spojů. Trouby a tvarovky z tvárné litiny se opatřují pozinkováním povrchu a krycí asfaltovou

vrstvou. Bezpečnost je zajištěna mechanickými parametry trub a použitím vhodných hrdlových spojů s pryžovým těsnícím kroužkem [3].

Významná výhoda trub z litiny je vrcholová únosnost a schopnost odolávat velkým a dlouhodobým vnějším zatížením (přítomnost spodní vody, pohyby a sesuvy půdy, zemní tlak, doprava aj.). Tyto litinové trouby mohou být umístěny až do hloubek pohybujících až do 30 m pod povrchem a i tak dostatečně splňuje dostatečné bezpečnostní rezervy pro jiná nepředvídaná zatížení. Životnost těchto trub je na základě srovnávacích měření odhadována v rozmezí 50 až 80 let (tedy méně než např. kameninové trouby) [5].

2.4 Plastové trouby

Plastové kanalizační materiály mají krátkou historii, neboť jejich používání není tak dlouhodobé jako např. kameninové trouby. Dnes je ovšem plastový materiál nedílnou součástí materiálové skladby pro použití v trubních sítích. Jeho největší výhody tkví v lehosti, pevnosti, pružnosti, odolnosti proti agresivním vnějším tekutinám (kyseliny, louhy) a navíc jeho použití se rozšiřuje díky velice jednoduché montáži (díky malé hmotnosti). V závislosti na pružnosti trub byly zavedeny dle ČSN EN 1295-1: Statický návrh potrubí uloženého v zemi pro různé zatěžovací podmínky – část 1: Všeobecné požadavky tří deformační třídy, tuhé trouby, polotuhé trouby a poddajné trouby (u plastových trub je toto rozdělení nevíce zřejmé) [1].

Vlastnosti plastových trub:

Materiály z plastů se zařazují do třídy poddajných trub, neboť jsou schopny odolávat krátkodobému přetížení a dynamickému zatížení lépe než tuhé trubky. Mezi významné fyzikální parametry plastů patří jejich tepelná roztažnost, která nabývá hodnot deseti až patnácti násobku tepelné roztažnosti běžných kovů jako je ocel a litina, což musí být bráno v potaz při aplikacích tohoto materiálu (hlavně u neměkčeného polyvinylchloridu (PVC), při zábraně proti zamrznání či přehřátí. Nasákavost plastů je zanedbatelná, tudíž není možné, aby došlo ke změnám rozměrů nebo poškození z tohoto důvodu (např. vlivem zmrznutí tekutiny vsáknuté do stěn). Plastové hmoty nevedou elektrický proud, což z nich dělá materiál

s odolností proti korozi vyvolané účinkem bludných proudů. Životnost plastového potrubí není možné stanovit matematickým výpočtem, je pouze garantovaná výrobcem jako minimální životnost. Jednou z největších výhod oproti např. železným trubním materiálům je, že plastové potrubí nerezaví [1].

Plastová potrubí se vyrábějí pouze v kruhových profilech (hrdlová nebo hladká = nehrdlová). Vnější povrch se vyrábí v provedení hladkém či korugovaném (žebrovaném).

Nejčastěji používanými materiály pro výrobu potrubí jsou polvinylchlorid (PVC), vysokohustotní polyetylén (HDPER) a polypropylén (PP) [1].



Obr. č. 5 *litinové trouby* [15]

2.4.1 Polyvinylchlorid

Polyvinylchlorid (PVC) neměkčený (tvrdé PVC, PVC-U) určen pro kanalizaci a vedení pitné vody má své využití v chemickém průmyslu pro vedení tekutin či produktů. Mezi jeho významné vlastnosti patří:

rozsah odolnosti pH 2-12,

:teplota v provozu maximálně 40 - 60°C podle průměru,

:velmi nízká hořlavost (řadí se do třídy hořlavosti B, která materiál uvádí jako nesnadno hořlavý, tedy PVC hoří jen v případě přítomnosti trvalého plamene). Pevnost trubek

z tvrdého PVC – U je závislá na teplotě dopravovaného média, přičemž doporučená maximální teplota přepravovaného média je kolem 20°C, neboť poté se zvyšující se teplotou pevnost materiálu klesá,

jeho životnost se uvádí 50 let na základě laboratorních zkoušek a celosvětových zkušeností z jeho používání.



Obr. č. 6 trouba PVC-U [16]

Potrubí z PVC-U je v zásadě možné používat k transportu téměř všech látek, vyjímaje ty, které by porušovaly těsnící kroužky u spojů a samotný materiál. Plastové trouby také velmi dobře odolávají běžným složkám půdy včetně látek obsažených v umělých hnojivech. Tento materiál není možné používat k dlouhodobému transportu ropných produktů.

Trouby se tvoří vytlačováním ze směsi PVC, která mimo vlastní polyvinylchlorid obsahuje také různé stabilizátory, maziva a pigmenty. Vyrábí se ve dvou základních typech a to hrdlové a nehrdlové.

2.4.2 Polyetylén o vysoké hustotě

Polyetylén o vysoké hustotě (PE-HD) pro výrobu tlakového potrubí pro všechna odvětví, odolává agresivní vlivům (rozpuštědlům, olejům, kyselinám a louhům). Samotný polyetylén se vyznačuje velmi vysokou chemickou odolností vůči přepravovaným médiím (včetně topných plynů), pružností, pevností a tepelnou roztažností. PE trubky odolávají krátkodobým přetížením a dynamickým zatěžováním a to díky svým charakteristickým vysokým hodnotám

pevnosti a pružnosti (modul pružnosti PE-HD $E = 480 \text{ N/mm}^2$. Jak už bylo výše zmíněno, jsou plastové materiály včetně PE významné svou vysokou tepelnou roztažností, díky které je tento materiál schopen se ve volném prostoru velmi prodloužit nebo zkrátit (při změně teploty o 10°C je tento rozdíl 10 cm na potrubí dlouhém 50 m).



Obr. č. 7 trouba PE-HD [17]

Životnost PE trub je stejně jako u všech plastových materiálů ovlivněna teplotou přepravované látky a trvalým provozním tlakem, kterému je potrubí vystaveno. Při běžných provozních podmínkách, jako je teplota ovzduší 20°C a stálému provoznímu tlaku se předpokládá životnost 100 let.

Trubky a tvarovky pro potrubí z PE musí být vyrobeny z materiálů, které je možno vzájemně svařit. Trubky o průměru v rozmezí od 25 mm až 110 mm se vyrábí jako tyče rovné v délkách 6 m a 12 m nebo náviny rovné v délce maximálně 100 m (v kotoučích). Trubky s průměrem 125 mm až 315 mm jsou vyráběny pouze jako tyče délek maximálně 12 m. Trubky z PE se vyrábějí ve dvou různých třídách a to středně těžké s pracovním přetlakem do 0,1 MPa a těžké s pracovním přetlakem nad 0,1 MPa.

2.4.3 Polypropylén

PP – polypropylén, je používán pro stavbu kanalizace jak vnitřní, tak i venkovní. Výhodou je jeho odolnost proti zvýšené teplotě. Nevýhodou je citlivost na některé ropné látky a rozpouštědla, které mohou způsobit jeho destrukci. Při svařování je důležité zachovat předepsanou teplotu pro svařování [1].



Obr. č. 8 *trouba PP* [18]

Plastové potrubí se spojuje buď mechanickým spojením s těsnícím prvkem nebo svařováním či lepením.

2.5 Sklolaminát

Jedním z nejmodernějších materiálů, který je již hojně využíván v kanalizačních sítích. Jde o využití předností kompozitních materiálů, které se pořád více prosazují v oblastech strojírenství (automobilový průmysl, letectví) nebo ve stavebnictví [1].

Sklolaminátové kanalizační roury jsou vyrobeny ze směsi skelných vláken, pryskyřice a plniva. Uvedený materiál má nespočet výhod, mezi které patří např.

: možnost variability trubních délek,

: vysoká odolnost proti otěru a vnějším vlivům, chemická i teplotní stálost, odolnost vůči UV

záření,

: nulová absorpce vody a ostatních látek, rozpuštěných ve vodě,

: možnost vychýlení směru ve spojkách trub,

: vysoká únosnost vůči statickému i dynamickému zatížení (statická stabilita je za provozu neustále ověřována zatěžovacími zkouškami),

: nízká hmotnost potrubí,

: nízké náklady na údržbu (jednoduchá opravitelnost) a dlouhá životnost kolem 100 let,

: fyzikální a mechanické vlastnosti se výrazněji nemění (materiál snáší vysoké teploty),

: korozivní odolnost [1, 9, 10].



Obr. č. 9 sklolaminátová trouba [9]

Roury ze sklolaminátu jsou vyráběny dvěma způsoby: odstředivým litím a navíjením. Mezi suroviny pro výrobu sklolaminátu patří skleněné vlákno vyztužující stěnu potrubí pro tahová a tlaková napětí. Pryskyřice slouží jako pojivo dodávaných surovin. Pro kanalizační systémy jsou používány nenasycené polyesterové pryskyřice nebo vinylesterové a vinylové pryskyřice pro agresivní komunální splaškové vody. Těsnící profily spojek sklolaminátových trub jsou vyráběny z běžného typu pryže [1, 10].

2.6 Kombinace materiálů

K dosažení optimálního výsledku jsou materiály kombinovány, jako je přidávání otěruvzdorného a odolnějšího materiálu do vnějšího a vnitřního povrchu trub, například proti agresivnímu prostředí na vnitřní stěnu trouby. Nejčastěji jde o čedičové obklady. Tavený čedič představuje materiál, který vznikl roztavením a opětovným vytvrzením přírodní suroviny (olivinický čedič). Je zpracováván bez dalších přísad. Jeho předností je velmi vysoká otěruvzdornost a tvrdost, chemická odolnost, nulová nasákavost a vysoká mrazuvzdornost. Při kombinaci materiálů se též uplatňují plastové a laminátové materiály, které se používají hlavně při rekonstrukci kanalizačních šachet [1].

2.6.1 Kombinované ocelové potrubí

Předizolované potrubí a jeho komponenty jsou složeny z vnitřní ocelové trubky nosného média, tepelné izolace a plášťové trubky. Takové potrubí musí plnit podmínky, které se kladou na moderní a perspektivní systémy centralizovaného zásobování teplem. Systém se používá pro provozní teplotu max. 130°C. Tento systém je složen z vnitřní ocelové trubky, nosného média, tepelné izolace a plášťové trubky.

Teplonosná trubka

Teplonosná trubka je základním konstrukčním prvkem systému. Doporučuje se použít materiál z nízkolegované oceli s mezí kluzu $Re < 355 \text{ N/mm}^2$ a se zaručenou svařitelností, která nevyžaduje nad 0°C předehřev.

Nejpoužívanějším materiálem je ocel 11353.1 s mezí kluzu $Re = 226 \text{ N/mm}^2$ přičemž se doporučuje používat trubky bezešvé i svařované.

Celý systém trub se uvažuje, jen jako jediná trubka, což usnadňuje výpočet dilatací. Všechny díly trubního systému se objednávají, tak aby se nemusely dále upravovat, tzn. v délkách dle projektu. Konce trub musí být upravovány (soustruženy) kvůli přípravě pro svařování, to je prováděno ve výrobním závodě nebo přímo na stavbě (dobrušování podle potřeby).

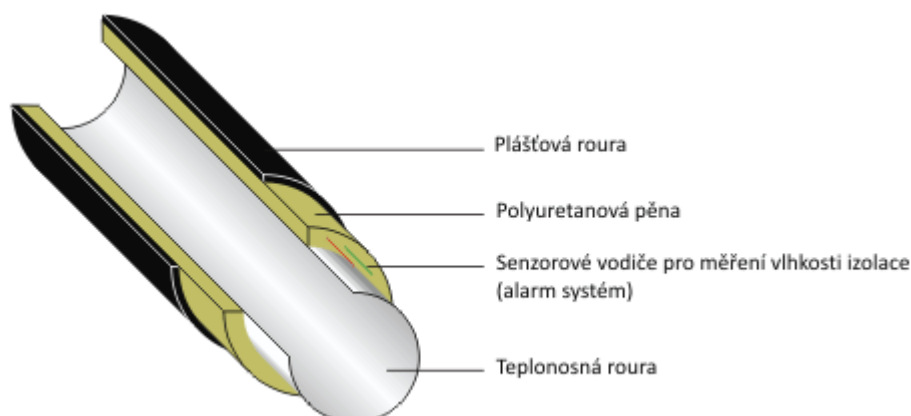
Tepelná izolace

Izolace všech součástí je prováděna již při výrobě a samotnému materiálu se zajišťuje ochrana antikorozi, tepelná a jiné.

Za složení a výrobní podmínky tepelné izolace odpovídá výrobce, který musí uschovat podklady dokumentující použité suroviny a aplikovanou recepturu a zkoušky, provedené ve výrobním závodě. Na izolaci spojů se obvykle používá polyuretanová pěna (polyuretanová tepelná izolace) [10].

Plášťová trubka

Výchozí materiál plášťové trubky je vyroben z polyetylénu s hustotou nejméně 935 kg/m³ a musí vyhovovat podmínkám stanoveným v normě ČSN EN 253: Sdružené konstrukce sestavená z ocelové teplonosné trubky, z polyuretanové tepelné izolace a vnějšího pláště z polyetylénu. Vnitřní stěna plášťové trubky musí mít dostatečnou přilnavost k tepelné izolaci.



Obr. č. 10 kombinovaná trouba [13]

2.6.2 Litina s vystělkou

Pro přepravování pitné vody se litinové trouby opatřují z vnitřní strany cementovou vystělkou a z vnějšku povrchovou úpravou, jako je pozinkování a ochranný asfaltový nátěr.

Vnitřní strana litinového potrubí vyložena maltou z hlinitanového cementu je vynikající pomocný prostředek v extrémních podmínkách, kdy se používá k lepšímu odolávání vůči

působení veškerých městských vod a mimo jiné zvyšuje (už tak vysokou) odolnost potrubí proti otěru při extrémních spádech [1].

Hlavní vlastnosti materiálu s cementovou vystělkou:

- odolnost při extrémním zatížení i vysokých rychlostech proudění,
- těsnost při přetlaku i podtlaku, dokonalá nepropustnost,
- kvalitní vnitřní i vnější ochrana [1].

3 Montáž trubních materiálů

Spojování trub je většinou předepsáno výrobcem trub, přičemž výrobce udává, zda spojování bude svařováním, různými těsníci kroužky, spojkami nebo jinými způsoby. Samotná montáž je velmi důležitá v ohledu na kvalifikovanost pracovníků a u rozdílných materiálů se obtížnost montáže může velmi lišit. Níže jsou uvedeny montáže rozdílných systémů (vodovodní, kanalizační, plynovodní, teplovodní potrubí) potrubí v závislosti na přepravovaném médiu. Některé trubní materiály se dají využít pro různé druhy potrubí při stejné montáži, proto jsou níže přiřazeny jednotlivé trubní materiály vzhledem k nejčastějšímu druhu použití (vodovodní, kanalizační, plynovodní, teplovodní potrubí).

3.1 Vodovody

Do montáže vodovodních potrubí se zařazuje potrubí z níže uvedených materiálů (litiny, PVC, oceli) [10].

3.1.1 Montáž litinového potrubí

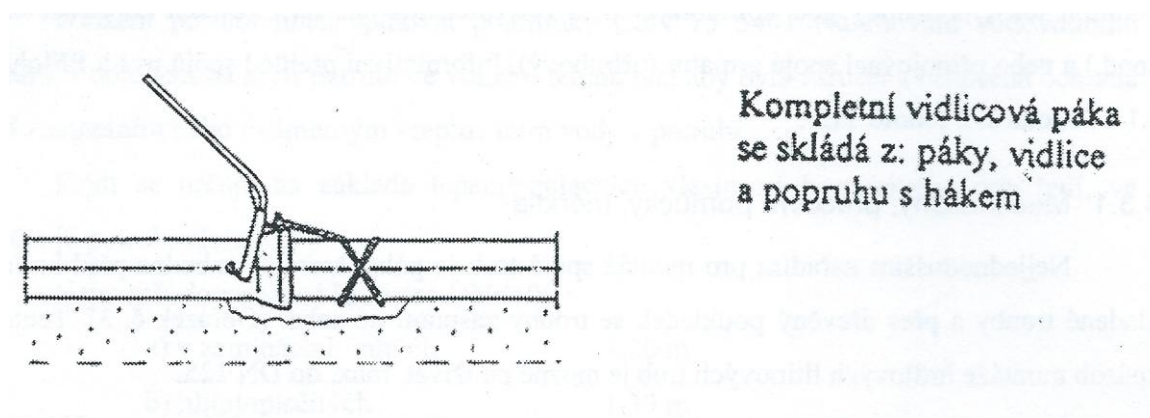
Montáž litinového potrubí je závislá především na použitém druhu spojů samotných trub a tvarovek, přičemž se dělí do dvou základních skupin, spoje hrdlové a přírubové [10].

Zařízení pro montáž litinových hrdlových trub

Ke spojování litinových trub se používají páky. Díky jejich pomoci je možné zasunutí jednotlivých trub do sebe. Jednoduchá vidlicová páka se používá do průměru DN 125 (DN = vnitřní průměr), pro větší průměry trub se dále používá např. vidlicová páka, řetězový zvedák a další. Pro potrubí největších dimenzí je nutná montáž těžkou mechanizací (jeřáb) [10].

Montážní zařízení v závislosti na průměru potrubí [10]:

- jednoduchá páka max. do DN 125
- vidlicová páka DN 80 – DN 250
- zařízení V 301 DN 80 – DN 400
- řetězový (lanový) zvedák DN 450 – DN 1200



Obr. č. 11 vidlicová páka

Samotná montáž trub spočívá hlavně ve správném zasunutí jednotlivých trub do sebe s ohledem na správné vložení těsnícího kroužku do hrdla trouby. Při spojování je konec trouby soustředně zaveden do hrdla, přičemž musí dosednout na těsnící kroužek. Po správném zasunutí dojde ke zpětnému pokluzu zasouvané trouby. Po správně vykonané montáži je nutná kontrola těsnícího kroužku po celém obvodu trouby

Dodatečné ochrany materiálu:

- Antikorozi a protiotěrová ochrana trub

Pro zvýšení antikorozi ochrany se ještě před usazením trouby obalují PE fólií, která se za pomoci nahřátí smrští po celém obvodu a funguje jako obal samotného materiálu. Dále se provádí vysokonapěťová zkouška izolace. Mezi ochranné izolace je možné zařadit např. zesílenou ochrannou vrstvu pozinkováním, krycí polyetylenovou ochrannou pásku, vnitřní cementová výstelka a různé jiné další ochranné vrstvy [10].

3.1.2 Montáž PVC potrubí

Montáž potrubí z PVC patří mezi ty jednodušší a po krátkém zaškolení si ji osvojí i méně kvalifikovaní pracovníci. Provádí se na již upraveném a připraveném loži (dně, na které se pokládá potrubí) Montáž je stejná jako v případě litinového potrubí, ale díky své nižší váze, je manipulace výrazně snadnější. Na PVC potrubí se používají stejné montážní zařízení, jako u litinového potrubí [10].

Po samotné montáži je nutné před tlakovou zkouškou stabilizovat potrubí (pokud to vyžadují podmínky). Stabilizace se provádí částečným obsypem potrubí (hrdla zůstávají obnažená).



Obr. č. 12 montáž PVC potrubí [19]

3.1.3 Montáž ocelového potrubí

Spojování ocelových trub se realizuje pomocí svařování. Metoda svařování se volí dle tloušťky a průměru používaného materiálu, četnosti svarových spojů na potrubním vedení, doporučení výrobce nebo dodavatele systému [1, 2, 10].

Ocelové trouby se používají ke stavbám vodovodních systémů, u kterých je požadována vysoká přesnost výroby a montáže. Tyto systémy se vyznačují dokonalou funkčností z hlediska těsnosti a pevnosti výsledného potrubí. Každý svarový spoj mezi jednotlivými troubami je opatřen popiskou, na němž je uvedeno číslo sváru i svářeče a v případě provedení nedestruktivní kontroly (např. RTG) i číslo RTG snímku.

Jednotlivé propojované součásti se sestaví do polohy, v níž je možné provedení svarového spoje. Před svařováním je nutné slícování a očištění návarové hrany. Při spojování trub je důležitá stabilizace trubních sekcí proti pohybu. Metody svařování jsou závislé na průměru a tloušťce spojovaných materiálů. Používají se metody svařování ručním elektrickým obloukem, plamenem nebo automatickou metodou svařování [10].



Obr. č. 13 svařování ocelového potrubí a) [20]

Obr. č. 14 svařování ocelového potrubí b) [21]

3.2 Kanalizace

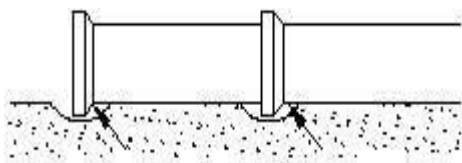
Do montáže kanalizačních potrubí se zařazuje potrubí z níže uvedených materiálů (sklolaminát, kamenina, betonových a železobeton).

3.2.1 Montáž sklolaminátového potrubí

Před montáží sklolaminátových trub je nutné vytvořit montážní jamky pro spojky podobně jako níže u kameninového potrubí). Trouba musí, kromě už zmíněných předem vytvořených jamek, ležet na podkladovém loži po celé své délce. Před montáží trubek je nutné všechny spojované plochy zbavit nečistot a řádně opatřit kluzných filmem, zaručující správné sestavení trub. Do menších profilů (400mm) je možné sestavovat jednotlivé sekce potrubí ručně. Při vyšších průměrech je nutné použití pák, navijáků, lisů a dalších. Pro bezpečnou a správnou montáž je důležité používat správné prostředky a přípravky. Celý princip montáže spočívá v zasunutí dvou konců trub do sebe (špice do hrdla). Při montáži trub HOBAS (výrobce sklolaminátových trub) je výhodou jejich jednoduchá montáž v kombinaci s možnou směrovou odchylkou, kdy se potrubí může odklonit od přímého směru bez použití tvarovek (max. vychýlení trub o průměru 150 – 500 mm $\alpha = 3^\circ$ dle ČSN EN 14364+A1) [1, 10].

3.2.2 Montáž kameninového potrubí

Jediné co je limitující na montáži kameninového potrubí, je hmotnost jednotlivých trub. Tuto obtíž je ale možno řešit za použití těžké techniky. Do připravené základní rýhy, je důležité vytvořit montážní jamky (kvůli prostoru pro umístění hrdel trub). Jakmile je první trouba položena na dně rýhy, zasazuje se do ní trouba druhá (užší konec do širšího).



Obr. č. 15 vytvoření montážních jamek

Je možné použití více spojovacích systémů:

- v hrdle trouby je vlepeno pryžové těsnění,
- v hrdle trouby je vrstva tvrdého a na dříku vrstva pružného polyuretanu,
- hrdlo a dřík trouby jsou broušeny po výpalu na přesný rozměr, na dříku je pryžové těsnění.

3.2.3 Montáž betonových a železobetonových trub

Na upravené dno výkopové rýhy se usazují jednotlivé betonové (železobetonové) trouby pomocí závěsů. Montáž spoje dvou trub se provádí zasunutím konců trub do sebe, pomocí závěsů nebo řetězovým zvedákem. Těsně před montáží je nutné zkontrolovat zasouvané konce profilů, jestli jsou řádně upraveny, tzn. důkladně očištěny a potřeny kluzným prostředkem (např. mazlavým mýdlem). Montáž těchto materiálů patří k těm jednodušším, nicméně omezujícím faktorem je hmotnost trub, přičemž je většinou nutné použít těžší techniku, jako je zvedák, nebo těžkou automatizovanou techniku, jako je jeřáb [1, 2].



Obr. č. 16 *betonová trouba* [22]

3.3 Plynovody

Do montáže plynovodních potrubí se zařazuje potrubí z polyetylénu.

3.3.1 Montáž PE potrubí

Montáž PE potrubí je rozdílná v závislosti na průměrech samotných trub. Pro spojování PE trub pro vedení plynu se používá kontaktní svařování na tupo nebo svařování elektrotvarovkami. Pro vzájemné spojování stejných PE trub, ale také pro spojování s jinými kovovými materiály, jako je ocel nebo litina, se dají použít mechanické spoje. Používané mechanické spoje se nazývají přechodky.

Svařování je velmi vysoce kvalifikovaná činnost a mohou ji provádět jen zaměstnanci, kteří vlastní platný svářečský průkaz pro svařování PE trub a tvarovek. Kvalita montáže PE trub je velmi ovlivněna podmínkami, ve kterých se montáž provádí - je velice důležitá čistota svařovaných součástí a náležitě připravený povrch trouby (kontrola ovality, kontrola připravenosti svařovacích konců, obrobení, odmaštění aj.). Čistota materiálu je velmi důležitým aspektem i pro správné spojování PE trub pomocí mechanických spojek.

Spojování PE trub za pomoci mechanických spojek

Spojování plynovodních potrubí použitím mechanických spojek je výjimečné a uskutečňuje se jen v ojedinělých případech. Důvodem je náchylnost tohoto druhu spojování na výskyt poruch, pevný spoj neumožňuje pohyb a může například dojít k prasklině na zmíněném spoji.



Obr. č. 17 svařování PE potrubí [23]

Svařený spoj je velice pevné, nerozebíratelné spojení dvou částí potrubí, kterým vzniká homogenní spoj obou konců potrubí. Pro svařování PE trub se používají nejčastěji tyto metody:

- Svařování metodou na tupo. Tato metoda spočívá v natavení k sobě směřujících konců a následném přitlaku na nadefinovanou hodnotu s výdrží v tlaku po určitý čas. Před samotným svařováním je nutné očistění zoxidovaného povrchu obrobením spojovaných ploch.
- Svařování s použitím elektrotvarovek. Metoda je závislá na funkci automatu, kdy automat načte z trubky přes čárový kód trubního materiálu příslušné údaje a sám si nastaví všechny potřebné hodnoty, díky kterým si sám vypočítá požadovaný proud i čas pro svařování.

4. Kvalitativní kontrolní zkouška před uvedením do provozu

Před uvedením potrubí do provozu je vhodné, podle rozhodnutí vedoucího projektu, provést kvalitativní zkoušky trubního řádu. Tyto zkoušky mají zamezit poruchám, které se mohou vyskytovat po proběhlé montáži, dopravě trub, špatnou manipulací nebo jinými možnými vlivy (např. zavinění lidského faktoru aj.). Všechny materiály a součásti potrubí musí splňovat příslušné normy, které uvádějí nutnost zkoušek potrubí. Před zahájením veškerých prací je nutno vypracovat kontrolní a zkušební plán (např. diagram č. 1), podle kterého se dále postupuje a jenž bude obsahovat všechny požadované zkoušky, kontroly a měření. V závislosti na trubním materiálu a na charakteru přepravované pracovní látky uvádí kontrolní a zkušební plán provedení požadovaných zkoušek a měření. Jedná se zejména o následující zkoušky.

4.1. Stavební zkoušky

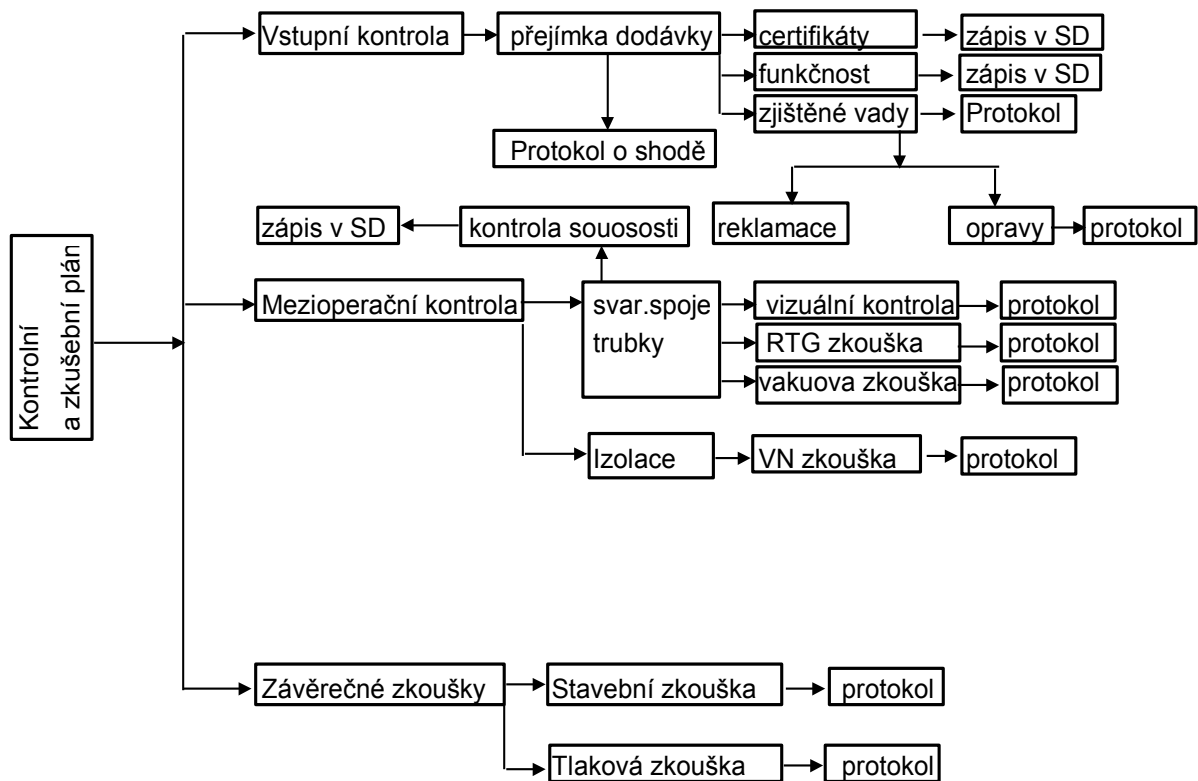
Stavební zkouška je prováděna po úplném zhotovení potrubí a dokončené montáži. Zjišťuje se zde, jestli je potrubí připraveno podle všech požadavků realizační dokumentace a provádí

se kontrola připravenosti k následné tlakové zkoušce. Stavební zkouška zjišťuje především následující:

- funkce všech součástí potrubí,
- dokončení všech svařovacích prací a vyhodnocení radiogramů,
- spádování potrubí a jeho správné uložení (umístění všech důležitých náležitostí).

Jednotlivé montáže potrubí z rozdílných materiálů požadují zkoušky jiné

Diagram č. 1. – Příklad kontrolního a zkušebního plánu svařovaného ocelového potrubí



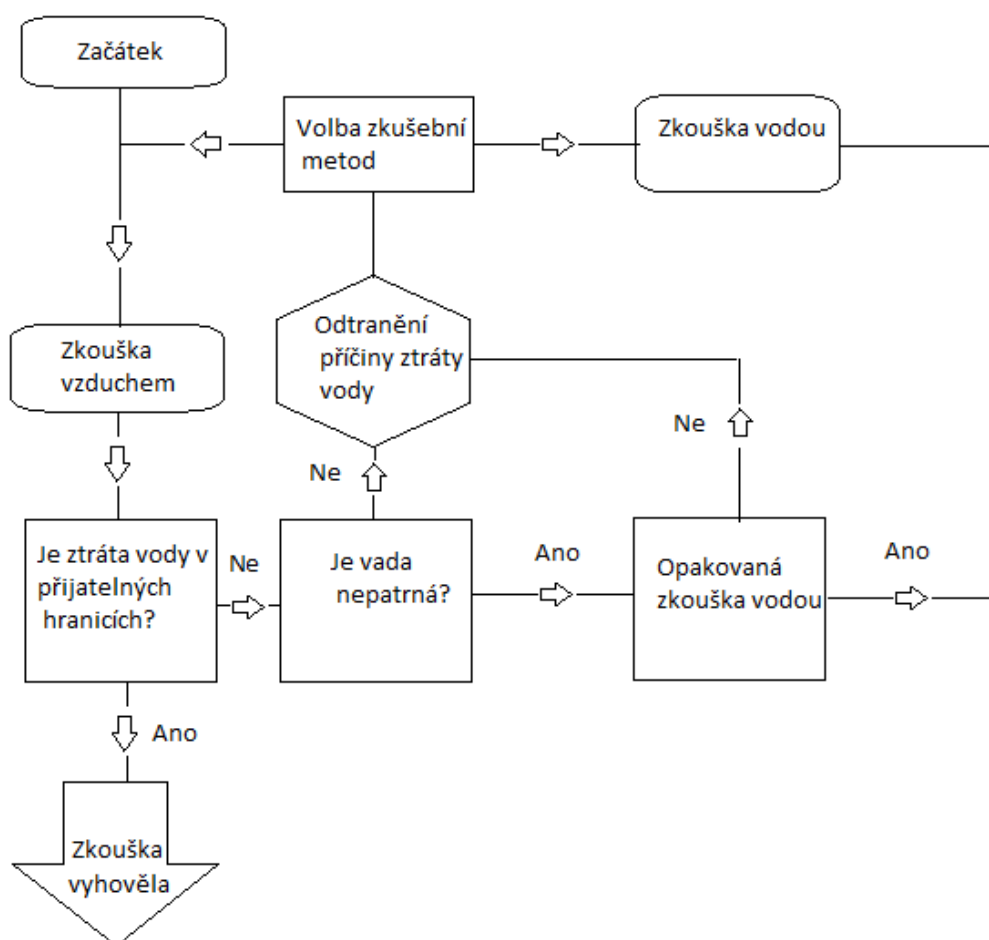
Díky zkouškám před uvedením do provozu se může přijít na poruchy, které je možné rychle opravit. Po uvedení do provozu a po vyskytnutí poruchy je mnohem obtížnější případnou opravu provést. Mezi základní zkoušky se řadí kontrolní zkoušky na těsnost a pevnost potrubí. Tyto zkoušky se dají provádět zároveň (uvedeny níže viz tlakové zkoušky).

4.2 Tlakové zkoušky

4.2.1 Tlakové zkoušky kanalizačního potrubí

Zkouška vodotěsnosti kanalizačního potrubí se provádí vzduchem (metoda L) nebo vodou (metoda W). V diagramu č. 2 (citace) je znázorněn postupový diagram při provádění tlakové zkoušky vzduchem.

Diagram č. 2. – Postupový diagram zkoušek těsnosti kanalizačního potrubí



Metody tlakových zkoušek L a W se mohou na jednotlivých úsecích potrubí podle potřeby kombinovat. Když je provedení zkoušky vzduchem neúspěšné, tedy kontrolní zkouška nevyhověla, můžeme zkoušku opakovat metodou W (tlaková zkouška prováděná vodou).

Zkouška spočívá v ucpání všech otvorů vstupujících (vystupujících) do potrubí a následném zvýšení tlaku v uzavřeném prostředí, přičemž se měří úbytek tlaku za určitou dobu.



Obr. č. 18 vaky na ucpání otvorů v potrubí [24]

Zkušební doby v závislosti na průměrech trub a požadavcích se mění podle jednotlivých zkušebních metod (LA, LB, LC, LD, viz níže tabulka). Zkušební metody jsou určeny především požadavky objednatele. Pro nastínění zákonitostí při provádění tlakových zkoušek jsou hodnoty metody tlakové zkoušky vzduchem zobrazeny v tabulce č. 1

V grafu níže jsou použity tyto veličiny:

- zkušební přetlak (p_o) – tlak, který je nutné vyvinout uvnitř potrubí pro vyhodnocení zkoušky
- povolený pokles tlaku (Δp) – pokles, který je za stanovenou zkušební dobu v normě
- zkušební doby - v závislosti na metodách zkoušení a vnitřních průměrech trub, tlaková zkouška vzduchem

Tabulka č. 1. – zkušební metody v závislosti na průměru trub a zkušební době

Materiál	Zkušební metoda	p_0	Δp	Zkušební doba [minuty]						
		[kPa]		DN10	DN20	DN30	DN40	DN60	DN80	DN100
				0	0	0	0	0	0	0
Suché betonové trouby	LA	1	0,25	5	5	5	7	11	14	18
	LB	5	1	4	4	4	6	8	11	14
	LC	10	1,5	3	3	3	4	6	8	10
	LD	20	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5

Tlakové zkoušky prováděné vzduchem se doporučují především na kanalizační potrubí, kde jsou menší nároky na přesnost měření.

4.2.2 tlakové zkoušky vodovodů a závlahových systémů

Tlakové zkoušky vodovodů a závlahových systémů se ve většině případů provádí vodou, neboť je zde potřeba větší přesnosti měření než u kanalizačního potrubí. Tlakové zkoušky vodovodů se dělí na tlakovou zkoušku úsekovou a celkovou tlakovou zkoušku. Dále bude popsána zkouška celková.

Zkouška se provádí při zkušebním tlaku, který je 1,5 násobkem provozního tlaku. Trvání tlakové zkoušky je 8 hodin. Potrubní vedení se stává vyhovujícím, když vyhoví z hlediska

pevnosti a vodotěsnosti, tj. pokud po zmíněných 8 hodinách neklesne přetlak pod hodnotu 0,9 maximálního zkušebního tlaku.

4.3 Zkoušky speciální a náhradní

Zkoušky speciální a náhradní se uskutečňují jen výjimečně a to z důvodu přání objednatele, nebo pokud se považuje tlaková zkouška vodou i vzduchem za neproveditelnou.

- 100 % prozáření svarových spojů
- 100 % kapilární zkouška
- 100 % přetlaková s potíráním pěnotvorným roztokem
- 100 % podtlaková zkouška s vakuovou komůrkou

5. Ekologie trubních systémů

Únik produktů z potrubních systémů může vést až k eko-havárii. Poruchám a haváriím je snaha se vyhnout, ale když už porucha nastane, je nutno co nejrychleji, poruchu najít a opravit.

5.1 Hledání a odstraňování vad

Z hlediska životnosti by potrubí mělo vydržet i několik desítek let, nicméně se musí předpokládat, že v průběhu provozu může nastat havárie, kterou bude nutno opravit. V takovém případě je nutno přesně lokalizovat, vyhodnotit a nakonec opravit závadu, která byla příčinou havárie. Lokalizace poruch může být prováděna mnoha způsoby, z nichž vybrané jsou zmíněny níže. Díky pokroku v řešení oprav trubních systémů se v dnešní době dá využít i bezvýkopových technologií, tedy není třeba tolika výkopových prací pro odstranění poruch.

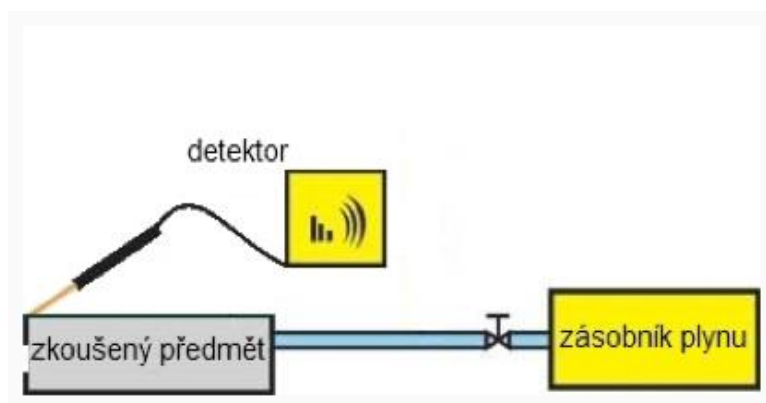
5.1.1 Hledání vad na zakrytém potrubí

5.1.1.1 Hledání netěsností potrubí stopovým plynem

Princip spočívá v napuštění potrubí plynem a následném zjišťování úniku plynu vně zkoušeného povrchu. Využívá se extrémně nízké hmotnosti vodíku, která je užitečná pro lokalizaci netěsností. Dále se k lokalizaci využívá rozdílu parciálních tlaků zkušebního plynu uvnitř a vně zkoušeného povrchu.

Citlivost metody se udává $5 \cdot 10^{-4} \text{ Pam}^3 \text{ s}^{-1}$ při použití směsi 95% dusíku, 5% vodíku.

Tato metoda se využívá při hledání (lokalizaci) netěsností po nevyhovujících tlakových zkouškách těsnosti. Délka zkoušeného potrubí je omezena rozsahem detektoru.



Obr. č. 19 zkouška těsností lokalizační [25]

5.1.1.2 Termovizní zkouška

Tato zkouška využívá infračerveného záření zkoumaných objektů, přičemž při použití termokamery a následném zpracování zachyceného záření, lze díky termogramu vyhodnotit místa se sledovanou teplotou (získaný termogram se zpracovává a vyhodnocuje příslušným počítačovým programem).

Tuto kontrolu je možné využít například u hledání poruch na teplovodních sítích, kde jsou rozdíly teplot na termogramu výrazně znatelné.

5.1.1.3 Zkouška poruch kombinovaných materiálů – bezkanálových teplovodů

Moderní teplovody jsou opatřeny zabudovaným kontrolním systémem, přičemž tento kontrolní systém funguje na principu měření odporu vodiče, kterým protéká proud. Vodič je umístěn ve stěně trouby a celé potrubí je díky němu spojeno v elektrický obvod. Využívá se přímé úměry vzdálenosti od místa poruchy. Díky tomuto integrovanému systému v samotné

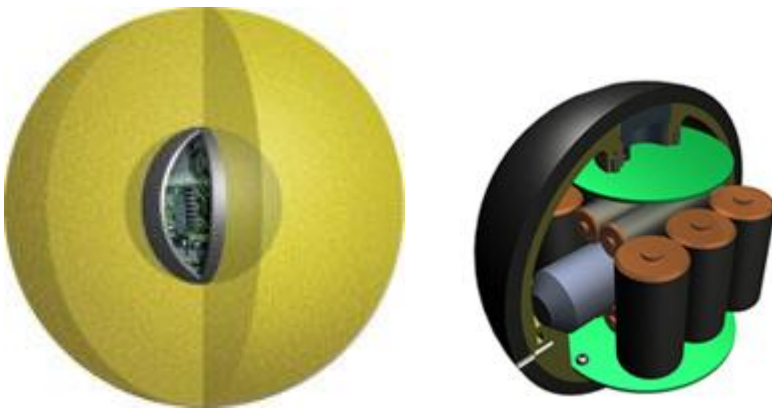
troubě je možno přesně vyhodnotit, lokalizovat a následně opravit poruchu.



Obr. č. 20 bezkanálový teplovod [14]

5.1.1.4 Zkouška metodou Smartball

SmartBall je velmi moderní zařízení pro hledání poruch na trubní vodovodní síti. Jeho velkou výhodou je, že tato metoda funguje i v potrubí plně zaplněném vodou. Jedná se o volně plovoucí míč s jádrem z hliníkové slitiny, které je schopné detekce a lokalizace i velmi malých netěsností a výskytu vzduchových kapes v potrubí. Jádro smartballu je vybaveno akustickým senzorem, tj. sledovacím zařízením, díky němuž jsou zaznamenávány pořízené údaje, které se následně vyhodnocují [11, 12].



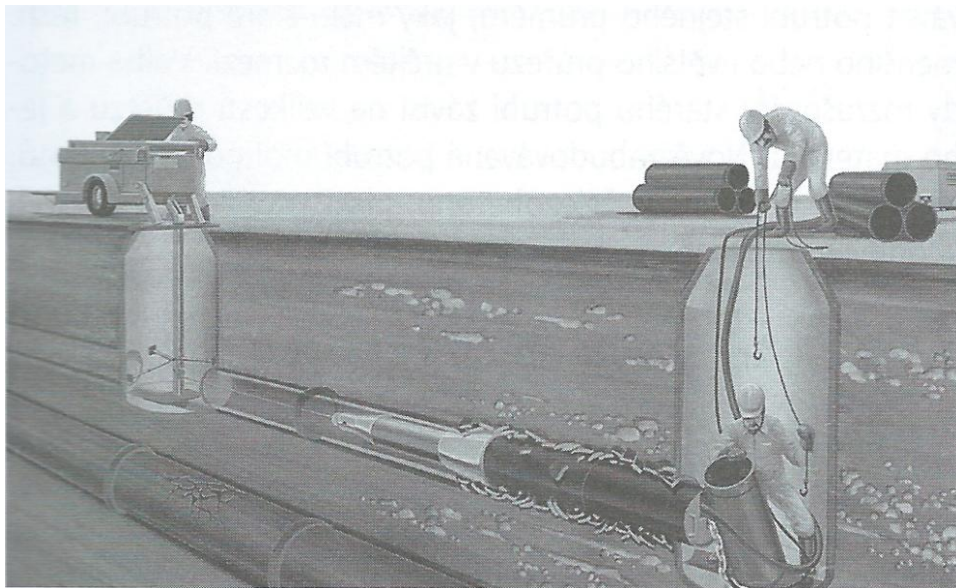
Obr. č. 21 SmartBall [11] a Obr. č. 22 SmartBall pohled zevnitř [12]

5.1.2 Oprava vad na zakrytém potrubí

5.1.2.1 Bezvýkopová technologie

V posledních letech se rozvoj v oblasti používání bezvýkopových technologií posunul velmi kupředu. Tento rozvoj je podmíněn potřebou oprav starších trubních sítí s ohledem na silniční provoz a jiné omezení, kvůli kterým by jinak bylo nutné rozkopávat zpevněné plochy komunikací. Použití bezvýkopové technologie je také velmi levnou metodou, neboť nejsou nutné výraznější výkopy na povrchu terénu.

Bezvýkopové opravy lze provést buď úplnou náhradou stávajícího potrubí nebo ponecháním potrubí původního s opravou poškozeného úseku. První metoda (náhrada potrubí) spočívá v odstranění starého nebo velmi poškozeného potrubí (např. protlačováním, rozřezáním, odvrtáním) a následném vtáhnutí nových trub do starých tras s uvolněným prostorem po starém potrubí [2].



Obr. č. 23 protlačování nového potrubí starým [2]

Bezvýkopová oprava při ponechání původního potrubí spočívá v:

- chemické stabilizaci, kdy se do potrubí naplní roztoky, v nichž navzájem zreaguje více prvků a dojde k nasáknutí tekutiny do prasklin, dutin, spojů a dojde tak k jejich zacelení,
- injektáž poškozeného potrubí (prasklin, trhlin apod.),

- obetonování potrubí (vnitřní cementace),
- osazování záplat, těsnění trhlin, oprava vypadných těsnících spojů atd.
- opravy prováděné pomocí robota, kdy je naváděn pomocí televizního okruhu k místu poruchy a následně poruchu opraví,
- opravy pomocí rukávců impregnovaných pryskyřicí, které jsou zevnitř přitlačeny ke stěnám a po zatvrdnutí fungují jako záplata poškozeného úseku,
- vkládání nového potrubí do starého – Relining: zatlačování plastické trouby, která zastane funkci trouby staré, na délku poškozeného úseku.

5.3 Příklady z praxe

Př. 1

Situace: ostravsko

Problém: nadměrné množství odpadních vod v ČOV. Množství přitékající splaškové vody je třikrát větší než množství dodané vodárnou, přičemž jsou studny a podobné zdroje vyloučeny

Řešení: zopakování tlakových zkoušek na kanalizačním potrubí. Odhalení vad – míst, kde okolní voda vtéká do systému a jejich oprava.

Př. 2

Situace: vodárny

Problém: zvýšení rozdílů mezi množstvím vody vyrobeným vodárenskou společností a množstvím vody spotřebované jednotlivými odběrateli, více než je únosná norma. Tedy vodárenská společnost vyprodukuje více vody, než je pouštěno zpět do kanalizací a z toho vyplývá, že někde na trase dodavatel – odběratel dochází ke ztrátám větším, než je povolená norma.

Řešení: Vytipování vadných netěsných úseků. Lokalizace. Smartball, stopový plyn, utěsnění konců zkoušeného úseku a lokálních vad, a oprava výměnnou potrubí nebo lokální oprava bandážemi.

Př. 3

Situace: ocelové potrubí

Problém: ocelové potrubí tvořilo vnější povrch vakuového teplovodu (teplovod izolovaný vakuem), bylo nutno nadměrně vyčerpávat vakuový prostor, vzhledem k netěsnosti na tomto vnějším ocelovém potrubí,

:po poruše se musí neustále udržovat vakuum, neustále se odčerpává vzduch. na toto potrubí byla navařena přípojka do školy, která nebyla kontrolována, špatně zavařeno,

Řešení: na toto potrubí byla navařena přípojka do školy, která nebyla kontrolována, špatně zavařeno. Vpuštění stopového plynu do meziprostoru (vakuového prostoru) potrubí, jeho lokalizace a zavaření poruchy

6 Závěr

Na závěr bych rád zmínil, že tato bakalářská práce může fungovat jako základ pro práce další a navazující. Je vytvořena s obecným informativním charakterem, kdy by každá kapitola mohla být v rozsahu jedné knihy, samostatné bakalářské nebo práce doktorské.

Byl bych rád, kdyby byl potenciál této práce do budoucna využit k odbornějšímu a podrobnějšímu rozpracování, neboť rozsahem bakalářské práce nelze kvalitně zhodnotit možnou náplň, která by mohla vyniknout na vyšším stupni vědecké úrovně.

7 Použitá odborná literatura

[1] NOVÁK, Josef, a kol., *Příručka provozovatele stokové sítě*. 1. vyd., Libeznice u Prahy: medim, 2003, 156 s. ISBN: 80-238-9947-3.

[2] KLEPSATEL, František, RACLAVSKÝ, Jaroslav, *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. 1. vyd., Bratislava: JAGA GROUP, 2007, 144 s. ISBN: 978-80-9076-053-3.

[3] BARBORIK, Juraj, *Potrubí z tvárné litiny*. Asb.sk - odborný portál [online]. 2008-06-16. Dostupný z www: <http://www.asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/inzenyrske-site/potrubí-z-tvarne-litiny-464.html>

[4] BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE, *Kanalizační síť - Historie kanalizace*. www.bvk.cz – server Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. [online]. 2005. Dostupný z www: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/odvadeni-a-cistení-odpadnich-vod/kanalizacni-sit/>

[5] BARBORIK, Juraj, *Odolnost vnitřního vyložení potrubí z tvárné litiny*. www.e-voda.cz - vodohospodářský server odborný portál [online]. 2008-06-16. Dostupný z www: <http://www.e-voda.cz/clanek/71/odolnost-vnitřního-vyložení-potrubí-z-tvarne-litiny-juraj-barborik>

[6] ŽABIČKA, Zdeněk, *Vodovod a kanalizace*. Brno: ERA, 2008, 132 s. ISBN: 80-86517-67-5.

[7] HAVLÍK, Aleš, *Historie vodního stavitelství*. <http://hydraulika.fsv.cvut.cz> – vysokoškolský server [online]. Dostupný z www: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Historie.pdf

[8] PREFA BRNO, *katalog – Trouby*, <http://www.prefa.cz> – portál firmy PREFA BRNO [online]. 2012. Dostupný z www: http://www.prefa.cz/sites/prefa.cz/files/down_pb_kanalizace_02z.pdf

[9] HOBAS, *PipeLine - Chráničky potrubí*, www.hobas.cz – portál firmy HOBAS [online]. 2012-05/06. Dostupný z www: http://www.hobas.cz/fileadmin/Daten/HobasCzech/PipeLine/1205-06_PipeLine_CZ_web.pdf

[10] NOVÁK, Josef, a kol., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*, 1. vyd., Libeznice u Prahy: medim, 2003, 151 s. ISBN: 80-238-9946-5.

[11] KŮRA, Oldřich. *SmartBall – úspěšná premiéra v česku. NODIG – Zpravodaj české společnosti pro bezvýkopové technologie*. 2010-09-05, roč. 16, č. 3, s. 5. ISSN 1214-5033

[12] SEBAK, *SmartBall – systém kontroly tlakových potrubí*, www.sebak.cz - portál firmy sebak [online]. Dostupný z www: <http://www.sebak.cz/?left=6&pg=system-kontroly-tlakovych-potrubí>

[13] ZACHA, *Trubky ocelové předizolované*, www.zacha.cz – portál firmy zacha [online]. Dostupný z www: <http://www.zacha.cz/trubky-predizolovane>

[14] TENZA, *Předizolované potrubí*, www.tenza.cz – portál firmy Tenza [online]. Dostupný z www: <http://www.tenza.cz/cz/aktivity/obchod/predizolovane-potrubí/>

[15] GASCONTROL PLAST, *PE potrubí plynovodní tlakové*, <http://www.gascontrolplast.cz> – portál firmy gascontrol plast [online]. Dostupný z www: <http://www.gascontrolplast.cz/potrubí-plynovodni.html>

[16] WAVIN-OSMA, *Wavin Solidwall PVC SN 12*, www.wavin-osma.cz – portál firmy WAVIN-OSMA [online]. Dostupný z www: <http://www.wavin-osma.cz/cz/solidwall-pvc-sn-12>

[17] MAINCOR, *Uporol*, www.maincor.cz – portál firmy MAINCOR [online]. Dostupný z www: <http://www.maincor.cz/maincor/produkty/kanalizacni-potrubu/uporol#fotogalerie>

[18] MAINCOR, *Ultra rib 2*, www.maincor.cz – portál firmy MAINCOR [online]. Dostupný z www: <http://www.maincor.cz/maincor/produkty/kanalizacni-potrubu/ultra-rib-2#fotogalerie>

[19] VRÁNA, Jakub, *Materiály zdravotně technických instalací*, www.casopisstavebnictvi.cz – portál odborného časopisu o stavebnictví [online]. 2008-11/12. Dostupný z www: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/clanek.php?detail=1758>

[20] INSTALL TOP, *Montáž a pokládky potrubí*, www.installtop.cz – portál firmy Install Top [online]. Dostupný z www: <http://www.installtop.cz/index.php?nid=7906&lid=CS&oid=1425559>

[21] EWM GROUP, *Absolutně spolehlivé svařování kořene*, www.ewm-group.cz – portál firmy ewm group [online]. Dostupný z www: <http://www.ewm-group.cz/pipesolution/>

[22] OSTAM KLENOVICE, *Katalog produktů – betonové trouby*, www.ostamklenovice.cz – portál firmy Ostam Klenovice [online]. Dostupný z www: <http://www.ostamklenovice.cz/katalog/betonove-trouby>

[23] WAVIN-OSMA, *Svařování PE*, www.wavin-osma.cz – portál firmy WAVIN-OSMA [online]. Dostupný z www: <http://www.wavin-osma.cz/cz/svarovani-pe>

[24] VAPO, *katalog firmy vapo*, www.vapo-sro.cz - portál firmy Vapo [online]. Dostupný z www: <http://www.vapo-sro.cz/aitom/upload/katalog/vapo-cs.pdf>

[25] TESTINGLAB, *Zkouška těsností lokalizací*, www.testinglab.cz – portál firmy Testing Lab [online]. Dostupný z www: <http://www.testinglab.cz/plynometrie.htm>

8 Související normy

- ČSN EN 295-1 kameninové trouby, tvarovky a spoje trub pro venkovní a vnitřní kanalizaci. Část 1: Požadavky
- ČSN EN 12201-1 Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a pro tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě. Polyetylén (PE)-část 1:Všeobecně
- ČSN EN 12201-2 Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a pro tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě. Polyetylén (PE)-část 2: Trubky
- ČSN EN 12201-5 Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a pro tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě. Polyetylén (PE)-část 5: Vhodnost použití systému
- ČSN EN 1853-1 Plastové potrubní systémy pro beztlakové kanalizační přípojky a stokové sítě uložené v zemi-polypropylen (PP)-část 1:specifikace pro trubky, tvrovky a systém
- ČSN EN ISO 1452-2 Plastové potrubní systémy pro rozvod vody tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě uložené v zemi i nad zemí – neměkkčený polyvinylchlorid (PVC-U)-část 2: trubky
- ČSN EN 50098 trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny a jejich spojování pro kanalizační potrubí
- ČSN EN 14364+A1 tlakové a beztlakové potrubní systémy pro kanalizační přípojky a stokové sítě-reaktoplasty vyztužené skleněnými vlákny (GRP) na bázi nenasyčených polyesterových pryskyřic (UP)-specifikace pro trubky tvarovky a spoje
- ČSN EN 13480-1 Kovová průmyslová potrubí – část 1: Obecně
- ČSN EN 13480-2 Kovová průmyslová potrubí – část 2: Materiál
- ČSN EN 13480-4 Kovová průmyslová potrubí - Část 4: Výroba a montáž
- ČSN EN 13480-5 Kovová průmyslová potrubí - Část 5: Kontrola a zkoušení

ČSN EN 253	Vedení vodních tepelných sítí – Předizolované sdružené potrubní systémy pro bezkanálové vedení vodních tepelných sítí – Potrubní systém z ocelové teplotnosné trubky, polyuretanové tepelné izolace a vnějšího opláštění z polyetylénu.
ČSN EN 448	Vedení vodních tepelných sítí – Předizolované sdružené potrubní systémy pro bezkanálové vedení vodních tepelných sítí – Tvarovky sestavené z ocelové teplotnosné trubky, polyuretanové tepelné izolace a vnějšího opláštění z polyetylénu.
ČSN EN 545	Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny a jejich spojování pro vodovodní potrubí. Požadavky a zkušební metody
ČSN 13 2001	Litinové tlakové trouby a tvarovky. Litinové tlakové trouby a tvarovky. Technické předpisy (zruš. 2003)
ČSN 13 2002	Litinové tlakové trouby a tvarovky. Litinové tlakové trouby a tvarovky k azbestocementovým troubám. Přehled (zruš. 2007)
ČSN EN 1295-1	Statický návrh potrubí uloženého v zemi pro různé zatěžovací podmínky – část 1:Všeobecné požadavky
ČSN EN 13480-4	Kovová průmyslová potrubí - Část 4: Výroba a montáž
ČSN EN 13480-5	Kovová průmyslová potrubí - Část 5: Kontrola a zkoušení
ČSN EN 1610	Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení
ČSN 75 6909	Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek
ČSN 75 5911	Tlakové zkoušky vodovodního a závlahového potrubí
ČSN 73 6760	Vnitřní kanalizace
ČSN EN 805	Vodárenství - Požadavky na vnější sítě a jejich součásti.

9 Seznam použitých obrázků

- Obr. č. 1: *pokládka kameninového potrubí* [6]
- Obr. č. 2: *betonová trouba* [8]
- Obr. č. 3 *litinové trouby* [5]
- obr. č. 4: *působení napětí na litinové potrubí* [6]
- Obr. č. 5 *litinové trouby* [15]
- Obr. č. 6 *trouba PVC-U* [16]
- Obr. č. 7 *trouba PE-HD* [17]
- Obr. č. 8 *trouba PP* [18]
- Obr. č. 9 *sklolaminátová trouba* [9]
- Obr. č. 10 *kombinovaná trouba* [13]
- Obr. č. 11 *vidlicová páka*
- Obr. č. 12 *montáž PVC potrubí* [19]
- Obr. č. 13 *svařování ocelového potrubí a)* [20]
- Obr. č. 14 *svařování ocelového potrubí b)* [21]
- Obr. č. 15 *vytvoření montážních jamek*
- Obr. č. 16 *betonová trouba* [22]
- Obr. č. 17 *svařování PE potrubí* [23]
- Obr. č. 18 *vaky na ucpání otvorů v potrubí* [24]
- Obr. č. 19 *zkouška těsností lokalizační* [25]
- Obr. č. 20 *bezkanálový teplovod* [14]

Obr. č. 21 *SmartBall* [11]

Obr. č. 22 *SmartBall pohled zevnitř* [12]

Obr. č. 23 protlačování nového potrubí starým [2]

Tabulka č. 1. – zkušební metody v závislosti na průměru trub a zkušební době

Diagram č. 1. – Příklad kontrolního a zkušebního plánu svařovaného ocelového potrubí

Diagram č. 2. – Postupový diagram zkoušek těsnosti kanalizačního potrubí