

# OPRAVY A ÚPRAVY BEZKANÁLOVÉHO SDRUŽENÉHO PŘEDIZOLOVANÉHO POTRUBNÍHO SYSTÉMU VE VZTAHU K TYPU INSTALACE



Ing. Jozef Varga, Ing. Luboš Raus, [jvarga@energots.cz](mailto:jvarga@energots.cz), +420 731 741 374

Mechanical analysis engineering

## 1. Úvod

Opravy a úpravy předizolovaného potrubí na již provozované bezkanálové síti mají vliv na výsledné napětově-deformační poměry. Jak se v závislosti na typu instalace změní napětově-deformační chování potrubí? Jakým způsobem vrátit potrubí do původního stavu? Má opakovaný zásah do potrubí kumulativní charakter? Jak a kde je možné provádět opravy na předizolovaném potrubí bez narušení funkce původně navrženého systému?

Provozovaný předizolovaný bezkanálový sružený potrubní systém lze dle způsobu instalace rozdělit na dva základní typy: potrubí instalované s tepelným předehřevem v otevřeném výkopu a potrubí instalované bez tepelného předehřevu, tedy studenou instalací. Existují i speciální typy instalací, které jsou kombinací obou výše zmíněných metod. Jejich specifické chování však nebude předmětem tohoto článku.

U obou zmíněných typů instalace ve vztahu k maximálnímu dosaženému osovému napětí za provozu mohou vznikat dlouhé i krátké potrubní úseky, které se liší svými výslednými projevy.

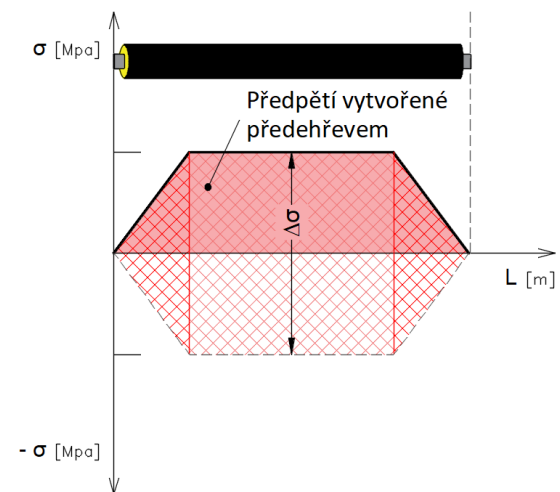
## 2. Dlouhé úseky potrubí

Dlouhé úseky bezkanálového potrubí jsou specifické vznikem nehybných úseků, ve kterých

nedochází k posuvu potrubí při teplotních změnách, dochází v nich však ke změně osových napětí v důsledku zabráněných deformací.

### 2.1 Tepelně předepnutá instalace

Tepelně předepnutá instalace bezkanálového potrubí vznikne zasypáním potrubí při stanovené předepínací teplotě. Tím dojde v potrubí k vytvoření předpětí.



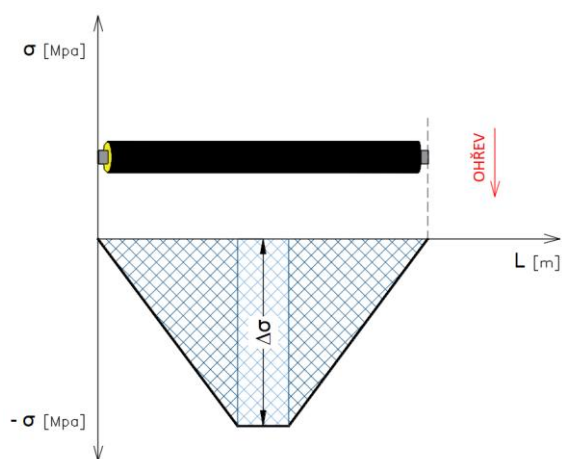
Obr. 1. Předepnutá instalace na střední teplotu se vyznačuje symetrickým rozkmitem osových napětí (při nulovém přetlaku média)

Projektovaná teplota předehřevu je obvykle střední teplotou systému. Vzniklé předpětí v tlakové a tahové oblasti odpovídá polovičnímu celkovému napětovému rozkmitu a dovoluje tak

realizovat dlouhé přímé úseky potrubí bez potřeby přirozených kompenzací. Dilatace potrubí v kompenzačních místech jsou symetrické, což dovoluje nižší obložení dilatačními polštáři ve srovnání se studenou instalací [kap. 2.2].

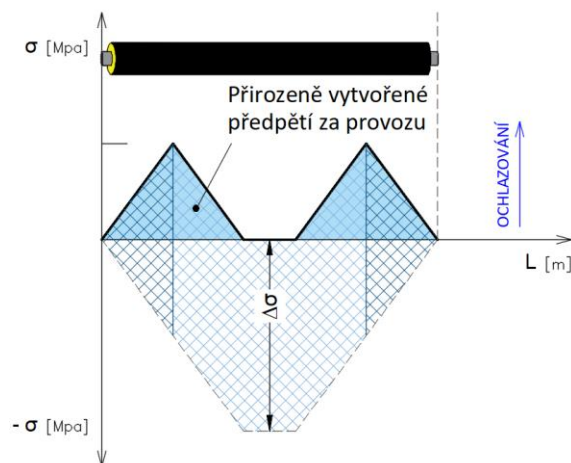
## 2.2 Studená instalace

Studená instalace bezkanálového sduženého potrubního systému je nejjednodušší typ instalace jak z hlediska návrhu, tak z hlediska realizace, při které se provádí pokládka, zásyp a hutnění studeného, nezahřátého potrubí.



Obr. 2. První ohřev za studena instalovaného dlouhého úseku vytváří jednostranné tlakové osově napětí (při nulovém tlaku média)

Tento typ instalace však sebou nese i negativa. Při realizování dlouhých úseků potrubí vzniká za provozu vyšší maximální osově napětí. Ve srovnání s výše uvedenou tepelně předepnutou instalací [kap. 2.1] je toto maximální napětí dvojnásobné. Tento typ instalace je také charakteristický výrazně vyššími dilatacemi v kompenzačních místech, kde dochází k vysokým jednostranným posuvům do dilatačních polštářů. Maximální hodnota osově napětí vzniká v tlakové oblasti, kde je potrubí ohroženo lokální i globální ztrátou stability a postupnou plastickou deformací. Z toho důvodu není použití těchto instalací obvyklé v případech vysoké výpočtové teploty systému. Doporučená max. teplota pro studenou instalaci je 90°C.



Obr. 3. Při prvním ochlazení zastudena instalovaného dlouhého úseku dochází k přirozenému vytvoření předpětí na koncích, uprostřed úseku se napětí vrací na nulu.

Jak je vidět z výše uvedených grafů dvou základních typů instalací [Obr. 1. - 3.], v obou případech se za provozu, při horkém a studeném stavu, vytvoří nehybný úsek uprostřed a tahové i tlakové osově napětí na krajích úseku. **Pokud by bylo potrubí v místech s nenulovým osovým napětím při opravě rozříznuto zastudena, dojde k uvolnění předpětí, které se projeví smrštěním potrubí v místě řezu.**

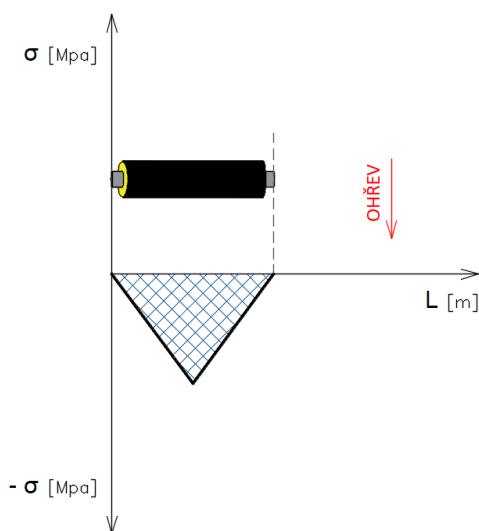
## 3. Krátké úseky potrubí

Krátké úseky bezkanálového potrubí jsou specifické vznikem posuvů potrubí v každém místě úseku při teplotních změnách. Výsledná osově napětí jsou nižší než u dlouhých úseků [kap. 2.].

### 3.3 Tepelně předepnutá a studená instalace

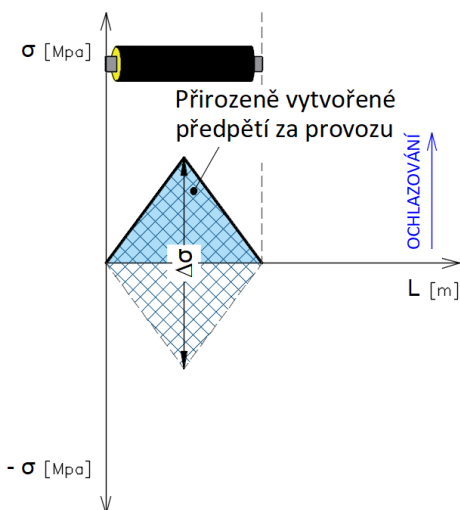
Tepelně předepnutá instalace popsaná výše, ve srovnání se studenou instalací, se v případě krátkých úseků vyznačuje sice stejným napětovým obrazcem, ale nižšími maximálními dilatacemi do polštářů v kompenzačních místech. Mezním stavem pro maximální dilataci v kompenzačním místě je obvykle mezní stav PUR pěny [1],[2],[3], případně ohybové napětí.

Z pohledu osového napětí se tedy krátké úseky potrubí chovají stejně v případě studené i tepelně předepnuté instalace [Obr. 4. – 5.].



Obr. 4. První ohřev krátkého úseku potrubí studené nebo tepelně předepnuté instalace se napětově neliší, vyznačuje se však rozdílným maximálním posuvem do dilatačních polštářů

Tepelný předehřev v otevřeném výkopu tedy snižuje maximální posuvy v kompenzačních místech, nemá však vliv na výsledné maximální osově napětí.



Obr. 5. Při prvním ochlazení se u studené instalace přirozeně vytvoří předpětí, které je identické s tepelně předepnutou instalací. Rozkmit maximálních posuvů v dalších krocích je také stejný, u studené instalace je však nesymetrický, jednostranně zatěžující venkovní obložení polštářů

Důvodem výskytu tahového i tlakového napětí, i u studené instalace, je specifické chování

sdrúženého bezkanálového potrubního systému, kdy při jedné teplotní změně je potrubí přetlačováno přes třecí síly mezi PEHD pláštěm a obsypem jedním směrem a následně při opačné teplotní změně taženo přes třecí síly působící v opačném směru zpět. To zapříčiní v každém cyklu vznik osového napětí nebo také lze mluvit o předpětí vlivem omezených deformací.

Z toho důvodu, bez ohledu na způsob instalace, již provozované krátké úseky předizolovaného sdrúženého bezkanálového potrubí **pro rozříznutí vždy ztrácí předpětí**, ať již vytvořené předehřevem v otevřeném výkopu nebo přirozeně za provozu při teplotních změnách.

Okolí kompenzačních míst potrubního úseku představují místa méně citlivá na ztrátu provozního osového předpětí, objevuje se však zde problém mechanického předpětí daného tuhostí potrubí, které vznikne jak při instalaci, tak i za provozu.

#### 4. Opravy a zásahy do bezkanálového předizolovaného potrubí

Při návrhu oprav a úprav provozovaného bezkanálového předizolovaného potrubí, při kterých dochází k přerušení provozu, odstávce potrubí a rozříznutí potrubí za účelem výměny komponenty, vsazení nové komponenty apod., musí být brán zřetel na napětově-deformační stav potrubního úseku.

##### 4.1 Opravy a zásahy do krátkých úseků

Jak bylo prezentováno v kap. 3., pokud se jedná o zásah do krátkého úseku potrubí, po rozříznutí potrubí dochází vždy ke ztrátě osového předpětí, a to bez ohledu na to, jestli bylo potrubí při výstavbě tepelně předepnutou, nebo bylo instalováno studenou instalací. Lze konstatovat, že většina provozovaných úseků potrubí je právě krátkého typu. Ztráta předpětí se projeví smrštěním potrubí v místě řezu [Obr. 8. – 11.].

Opravu lze provést tak, že po smrštění bude do volného prostoru vychladlého potrubí vložen mezikroužek, případně potřebná potrubní komponenta. Místo se propojí svařením, provede se zásyp a zhutnění. Tento způsob nebude mít negativní vliv na výsledné maximální osové napětí za provozu, dojde ale ke zvýšení zatížení na dilatační polštáře v navazujících kompenzačních místech právě o hodnotu smrštění.

**Opakovanou opravou stejného úseku potrubí touto metodou a opakovanou ztrátou přirozeně vytvořeného předpětí bude navíc docházet ke kumulativnímu stlačování polštářů navazujících kompenzačních míst, které může vést k selhání systému.**

Druhá metoda opravy potrubí se ztrátou předpětí spočívá v ohřevu úseku potrubí na teplotu, která odpovídá naměřenému nebo vypočtenému smrštění v místě řezu. Místo bude následně propojeno svařením při udržování požadované teploty. Pro tento účel je vhodné použití elektro-ohřevu.



Obr. 6 Zařízení pro elektro-ohřev potrubí

Elektro-ohřev je založen na principu přímého odporového ohřevu vysokým stejnosměrným proudem. Jedná se o rychlou metodu ohřevu vybraného potrubního úseku, která umožňuje

svařování potrubního spoje za udržování požadované teploty potrubí [4], [Obr. 6 a 7.].



Obr. 7 Příklad propojování potrubí elektro-ohřevem

Tato metoda zajistí navrácení do původního napětově-deformačního stavu při opravách a úpravách krátkých úseků potrubí [Obr. 9 a 11.].

## 4.2 Opravy a zásahy do dlouhých úseků

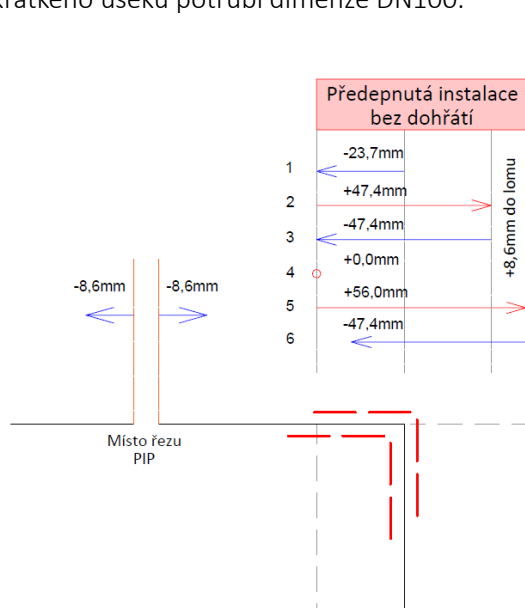
V případě velmi dlouhých úseků, pokud je oprava realizována v nehybných úsecích daleko od pohyblivých konců, je dilatační vliv na kompenzační místa nulový, avšak napětový vliv se až na jeden případ vždy negativně projeví.

Tímto jediným případem, kdy se skutečně dosáhne po vychlazení potrubí nulového napětí, je studená instalace velmi dlouhého úseku. Jedná se však spíše o výjimečný případ v ČR, protože u horkovodů s dlouhými úseky vznikají při studené instalaci, z důvodu v ČR často používané vysoké teploty, příliš vysoké hodnoty maximálního osového napětí, které vylučují bezpečný provoz zastudena instalovaného potrubí s ohledem na limity evropské normy a doporučené literatury [1], [2]. Provozují se však i teplovodní potrubní systémy s maximální teplotou kolem 90°C, na kterých by následně vzniklé maximální osové napětí i při studené instalaci nebylo nadlimitní.

Pokud je ale studená instalace projektována v případě potrubí o teplotách nad 100°C správně, úseky by měly být vždy navrhovány jako krátké.

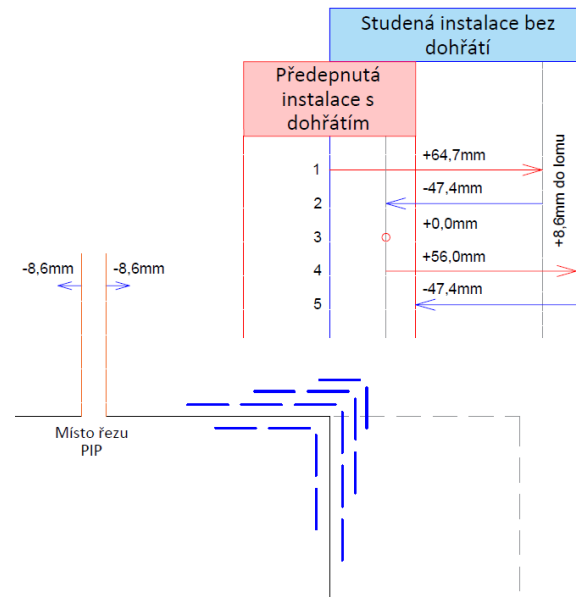
Tyto případy vyžadují vždy analýzu provedení opravy s minimálním negativním dopadem na potrubí.

Níže [Obr. 8. – 11.] je zobrazeno chování kompenzačních míst při různých výše uvedených postupech oprav potrubí instalovaných zastudena i s tepelným předehřevem. Jedná se o příklad krátkého úseku potrubí dimenze DN100.

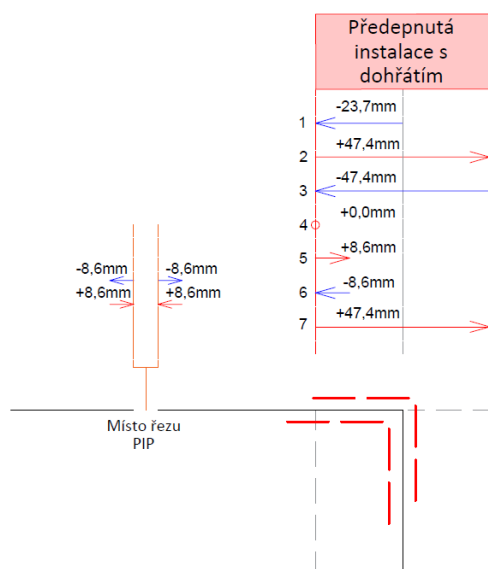


Obr. 8. Příklad dilatačního místa tepelně předepnuté instalace s provedením opravy potrubí rozříznutím a vložením mezikroužku

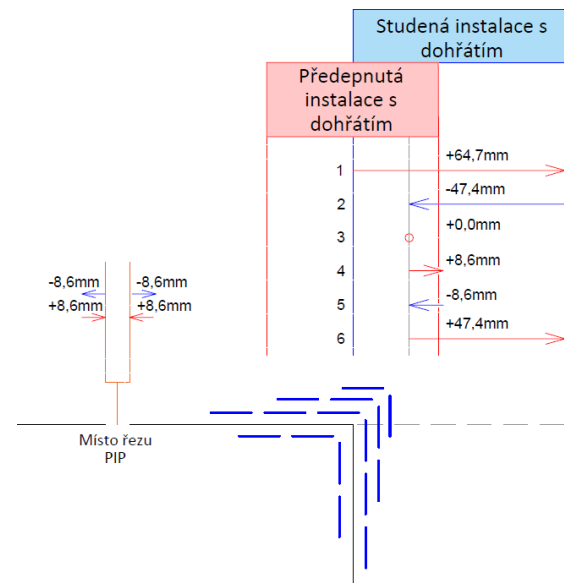
Potrubí je odstaveno, vypuštěno a vychlazeno na teplotu okolí. Uprostřed úseku je provedeno rozříznutí za účelem opravy potrubí. Následné dokončení opravy může být realizováno, buď vložením mezikroužku případně potrubní komponenty nebo elektro-ohřevem. Rozdíly jsou patrné z obrázků [Obr. 8. – 11.].



Obr. 10. Příklad dilatačního místa studené instalace s provedením opravy potrubí rozříznutím a vložením mezikroužku



Obr. 9. Příklad dilatačního místa tepelně předepnuté instalace s provedením opravy potrubí rozříznutím a svařením za teploty při využití elektro-ohřevu



Obr. 11. Příklad dilatačního místa studené instalace s provedením opravy potrubí rozříznutím a svařením za teploty při využití elektro-ohřevu

## 5. Závěr

Závěr shrnuje základní principy při opravách nebo úpravách bezkanálových sdružených potrubních sítí.

- Při rozříznutí potrubní v bezkanálovém provedení za účelem opravy nebo úpravy dojde k okamžité lokální ztrátě předpětí, a to prakticky u všech typů instalací, v jakémkoli místě systému. Ztráta předpětí se vždy projeví smrštěním potrubí v místě řezu. Pokud není ztráta předpětí do systému navracena, může dojít k trvale jednostranně zvýšenému zatížení do dilatačních polštářů
- Navrácení ztráty předpětí do systému po rozříznutí potrubního úseku lze efektivně realizovat za pomoci elektro-ohřevu propojením potrubí při předepsané teplotě [4]
- Opakovaným zásahem do stejného úseku bezkanálového systému rozříznutím potrubí bez navrácení ztraceného předpětí může docházet ke kumulativnímu stlačování polštářů navazujících kompenzačních míst, které může vést k selhání systému
- Místa, v kterých lze provádět opravy a úpravy úseků na vychladlém bezkanálovém potrubí bez předchozí analýzy, jsou místa dlouhých nehybných úseků teplovodů o max. teplotě 90°C, instalovaných zastudena. Dále jsou to všechna kompenzační místa, pokud byla potrubní síť instalována zastudena a opravované kompenzační místo je před propojením kompletně odkopáno na délku 1,5násobku délky obložení dilatačních polštářů
- Vnitřní přetlak ovlivňuje výsledný napětově-deformační stav na potrubí, jeho vliv je však předmětem detailní analýzy konkrétního úseku
- Především u dlouhých úseků potrubí je nezbytné využití analytických a numerických nástrojů ke stanovení výsledného deformačně-napětového stavu. Pro výše uvedené výsledky analýz byl využit software sisKMR [5]

## 6. O společnosti ENERGO TS

Společnost Energotechnické služby s.r.o. se zaměřuje na obor tepelné energetiky a plynárenství. Zajišťuje komplexní projektovou a inženýrskou činnost, včetně technické podpory, návrhu provádění oprav a úprav potrubních systémů a školení v oblasti výstavby a montáže předizolovaného potrubí.

---

Adresa: Durdáková 346/38  
Černá Pole  
613 00 Brno  
[www.energots.cz](http://www.energots.cz)

---

## 7. Literatura a použité odkazy

- [1] Peter Randløv, District Heating Handbook, European District Heating Pipe Manufacturers Association 1997
- [2] EN 13941-1+A1, December 2021, District heating pipes – Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly buried hot water networks – Part 1: Design
- [3] EN 253, October 2019, District heating pipes – Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks – Factory made pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene
- [4] Elektro-předehřev Ingstav OSTRAVA, RESITHERM HESKY, [www.ingstavostrava.cz](http://www.ingstavostrava.cz)
- [5] sisKMR software, GEF Ingenieur AG, [www.siskmr.com](http://www.siskmr.com)