

Technický manuál

Zváranie a inštalácia tlakových vodovodných potrubí z polyetylénu (PE)

1. Definície a vlastnosti polyetylénu

- 1.1 vlastnosti polyetylénu
- 1.2 vzťah medzi SDR, sériou S a tlakovou radou PN
- 1.3 prevádzkové tlaky PE potrubí
- 1.4 priemery rúr/tvaroviek podľa STN EN 12201
- 1.5 použitie
- 1.6 chemická odolnosť
- 1.7 ďalšie mechanické vlastnosti, ťahová zaťažiteľnosť
- 1.8 životnosť
- 1.9 recyklácia
- 1.10 systém PE rozvodov

2. Kvalifikácia potrebná na zváranie

3. Referenčné normy

- 3.1 požiadavky na výrobu
- 3.2 zvaračská kvalifikácia a zvaračské procesy
- 3.3 kladenie a prevádzka potrubia

4. Spôsoby spájania jednotlivých častí potrubného PE systému

- 4.1 fixný spôsob
- 4.2 rozoberateľný spôsob
- 4.3 zoznam pracovných pomôcok na budovanie vodovodných sietí

5. Systémy prechodov

6. Zváranie na tupo

- 6.1 príprava a základné podmienky
- 6.2 zvarací cyklus
- 6.3 tabuľky
- 6.4 zvarací prístroj

7. Zváranie elektrofúziou

- 7.1 zváranie elektrofúznou hrdlovou tvarovkou (socket fitting)
- 7.2 zváranie elektrofúznou sedlovou tvarovkou s navíťavacím koncom (tapping tee/branch sadle)
- 7.3 automatický čítací systém parametrov zvárania
- 7.4 elektrofúzne zvaracie jednotky a pomocné zariadenia

8. Kontrola zvarových spojov

- 8.1 nedeštruktívne skúšky
- 8.2 chyby pri zvaraní
- 8.3 deštruktívne skúšky

9. Preprava a skladovanie

- 9.1 označovanie výrobkov
- 9.2 balenie a skladovanie
- 9.3 preprava
- 9.4 nakladanie, vykladanie a zaobchádzanie s rúrami

10. Inštalácia (kladenie) PE potrubia

- 10.1 inštalácia PE potrubí pre vodu a plyn všeobecne
- 10.2 vodovodné potrubia

11. Potrubné skúšky

- 11.1 vonkajšie vodovody
- 11.2 dezinfekcia
- 11.3 doplnkové požiadavky
- 11.4 vnútorné vodovody

1. Definície a vlastnosti polyetylénu

Tento technický manuál, v súlade s STN, ISO a EN normami, používa nasledovné miery:

d_n	Menovitý priemer (nominal diameter)	Priemer PE rúry alebo tvarovky, v mm
e_n	Menovitá hrúbka steny (nominal wall thickness)	Minimálna hrúbka steny PE rúry alebo tvarovky, v mm
d_e	Menovitý vonkajší priemer (nominal outside diameter)	Vonkajší priemer meraný z ktoréhokoľvek bodu obvodu PE rúry alebo tvarovky
d_{em}	stredný vonkajší priemer (mean outside diameter)	Podiel nameraného vonkajšieho obvodu rúry alebo hladkého konca tvarovky v ľubovoľnom mieste prierezu a čísla π (=3,142), v mm
SDR	Štandardný rozmerový pomer (standard dimensions ratio)	Pomer priemeru rúry d _n a hrúbky steny e _n
DN	Menovitá svetlosť DN (nominal size DN)	Vzťahuje sa na fyzikálny rozmer svetlosti alebo vonkajšieho priemeru pripájajúcich koncov v mm
S	Rúrový rad	Zaradenie rúr podľa ISO 4065
PN	Menovitý tlak (nominal pressure)	Zodpovedá maximálnemu trvalému tlaku v baroch, pri preprave vody s teplotou 20 °C s minimálnym koeficientom bezpečnosti
MAOP	Maximálny prevádzkový tlak (maximum allowed operating pressure)	Maximálny tlak tekutiny v potrubí povolený na trvalé používanie, v MPa alebo v baroch
MRS	Minimálna požadovaná pevnosť (minimum required strenght)	
C	Celkový prevádzkový koeficient bezpečnosti (overall service coefficient)	Zohľadňuje prevádzkové podmienky a vlastnosti potrubného systému ako vlastnosti v dolnej hranici intervalu spoľahlivosti
σ_s	Konštrukčné napätie (design stress)	Dovolené napätie v MPa, je podielom MRS a C
MFR	Hmotnostný index toku taveniny (melt-mass flow rate)	Hodnota v gramoch za jednotku času (g/10 min) vzťahujúca sa na viskozitu roztaveného materiálu pri špecifikovanej teplote a zaťažení
D	Nominálny vonkajší priemer ocelevej rúry	Nominálny vonkajší priemer ocelevej rúry, v palcoch (inch)
G	Priemer plynového závit	Priemer závit, v palcoch

1.1 Vlastnosti polyetylénu

Polyetylénové rúry sú vyrobené z lineárneho (vysoko hustotného) polyetylénu (iné označenia PE, PEHD, HDPE). PE materiály musia garantovať tzv. MRS (**minimálnu požadovanú pevnosť**) materiálu. Tento parameter vyjadruje 50 ročnú životnosť používania rúr pri referenčnom prevádzkovom tlaku a teplote max. 20°C. V praxi však je tento teoretický prevádzkový tlak ponížený o tzv. bezpečnostný koeficient (C) a prípadne o redukčný koeficient pre teplotu média do 40°C. Každý typ MRS má konštrukčné napätie σ_s , ktoré je odvodené od bezpečnostného koeficienta **C**. Udáva sa v MPa.

U potrubia určeného na rozvody vody musí mať koeficient bezpečnosti minimálnu hodnotu C = 1,25 (podľa STN EN 12201), kým hodnota koeficientu bezpečnosti plynového potrubia je C=3,25. Špecifikácia materiálu potrubí/tvaroviek sa označuje pomocou skratky PE odvodennej od hodnoty MRS násobenej 10.

Špecifikácia	Najmenšia požadovaná pevnosť MRS v MPa*	Konštrukčné napätie	
		σ_s vody v MPa	σ_s plynu v MPa
PE 80	8,0	6,3	2,4
PE 100	10,0	8,0	3,1

* 1MPa = 10 bar

1.2 Vzťah medzi SDR, sériou S a tlakovou radou PN

Hodnota SDR (štandardný pomer) vyjadruje vzťah medzi priemerom d_n a hrúbkou steny e_n rúry/tvarovky. Označenie série S je odvodené od hodnoty SDR:

$$S = (SDR-1)/2.$$

SDR	26	17	11	9	7,4
S	12,5	8	5	4	3,2
PE 80	PN 5	PN 8	PN 12,5	PN 16	PN20
PE 100	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20	PN 25

1.3 Prevádzkové tlaky PE potrubí

Polyetylén je materiál s viskozitnoelastickými vlastnosťami, čo znamená, že mechanická odolnosť PE sa znižuje so zvyšovaním prevádzkovej teploty. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené hodnoty maximálneho prevádzkového tlaku (MAOP - Maximum Allowed Operating Pressure), ktoré sa odvíjajú od teploty prepravovanej kvapaliny.

°C	Maximálny prevádzkový tlak podľa teploty prepravovanej kvapaliny (bar)						
	Tlaková rada PN						
20	6,0	8,0	10,0	12,5	16,0	20,2	25,0
30	5,2	7,0	8,7	10,9	13,9	17,4	21,8
40	4,4	5,9	7,4	9,3	11,8	14,8	18,5

PE materiál je však schopný znášať aj vyššie teploty, bez tlaku trvalo až 80 °C, ktoré sú krátkodobo prekročiteľné. Pri prevádzke za vyšších teplôt a s plným tlakom je ale potrebné počítať so znížením životnosti rúr. Pri nižších teplotách sa životnosť predlžuje. Do -20°C nedochádza ku krehnutiu materiálu. Pri preprave iných médií ako vody je potrebné pamätať na to, že životnosť potrubia môže s rastúcou teplotou klesať oveľa výraznejšie. PE materiál sa môže použiť aj pre podtlakové aplikácie, kde je možné bežne pracovať pri podtlaku 0,08 MPa (0,8 bar), t.j. pri absolútnom tlaku 0,02 MPa/20°C.

Príklad:

Pre výpočet maximálneho prevádzkového tlaku sú dôležité hodnoty:

- MRS (Minimum Required Strength):

Pre PE 80 je MRS 8,0 MPa

Pre PE 100 je MRS 10,0 MPa

- SDR (Standard Dimensions Ratio)

$$SDR = d_e / e_n$$

(d_e je vonkajší priemer, e_n je hrúbka steny rúry).

Rúry sa vyrábajú v normou stanovených radách SDR.

- C (bezpečnostný koeficient)

Výpočet max. prevádzkového tlaku (Maximum Allowed Operating Pressure MAOP):

$$\text{MAOP} = \frac{2 * \text{MRS}}{(\text{SDR}-1) * C} \text{ (v MPa)}$$

Príklad výpočtu prevádzkového tlaku pre rúru SDR 17 vyrobenú z PE 100 pre C = 1,25

MRS PE 100 = 10 MPa

$$\text{MAOP} = \frac{2 * 10}{(17 - 1) * 1,25} = 1,00 \text{ MPa}$$

Maximálny prevádzkový tlak tejto rúry pri 20 °C a 50 rokoch životnosti bude 1,00 MPa, t.j. 10,0 bar.

1.4 Priemery rúr/tvaroviek podľa STN EN 12201

	SDR 26 S 12,5	SDR 17 S 8	SDR 11 S 5	SDR 7,4 S 3,2
PE 80	PN 5	PN 8	PN 12,5	PN 20
PE 100	PN 6	PN 10	PN 16	PN 25
d_n	Hrúbka e_n v mm			
20	--	--	2,0	3,0
25	--	--	2,3	3,5
32	--	2,0	3,0	4,4
40	--	2,4	3,7	5,5
50	2,0	3,0	4,6	6,9
63	2,5	3,8	5,8	8,6
75	2,9	4,5	6,8	10,3
90	3,5	5,4	8,2	12,3
110	4,2	6,6	10,0	15,1
125	4,8	7,4	11,4	17,1
140	5,4	8,3	12,7	19,2
160	6,2	9,5	14,6	21,9
180	6,9	10,7	16,4	24,6
200	7,7	11,9	18,2	27,4
225	8,6	13,4	20,5	30,8
250	9,6	14,8	22,7	34,2
280	10,7	16,6	25,4	38,3
315	12,1	18,7	28,6	43,1
355	13,6	21,1	32,3	48,5
400	15,3	23,7	36,4	54,7

1.5 Použitie

PE rúry sa dodávajú ako kusový tyčový materiál v dĺžke 4 až 12 metrov. Výhodou je možnosť dodania rúr do priemeru 90 mm ako náviny v dĺžke 50 až 100 m (v závislosti od priemeru), ktorých použitie výrazne znižuje časové i materiálové náklady pokládky. Pre rozvody vody sa používajú rúry čiernej farby s modrým pásikom alebo modré, pre rozvody plynu so žltým pásikom alebo žlté, prípadne oranžové. PE potrubia je možné použiť na prepravu potravín, rôznych chemikálií, stlačeného vzduchu a iných plynov. Prepravovať sa môžu aj tekuté a sypké látky, u ktorých nehrozí nebezpečenstvo vzniku elektrostatického náboja. Nedoporučuje sa používať PE potrubia na dopravu pitnej vody v zeminách silne kontaminovaných organickými látkami. PE rúry sa môžu tiež použiť na stavbu tlakovej a podtlakovej kanalizácie. Sú vhodné

pre rozvod väčšiny chladiacich médií. Vysoká pružnosť rúr a možnosť ich dodania v návinoch umožňuje ich vťahovanie do potrubí z rôznych materiálov alebo do chráničiek.

1.6 Chemická odolnosť

PE potrubie je v zásade vhodné na prepravu všetkých látok, ktoré neporušujú materiál rúr. Je odolné voči pôsobeniu bežných dezinfekčných koncentrovaných prostriedkov. Odoláva tiež pôsobeniu bežných zložiek pôdy vrátane umelých hnojív. Nie je odolné dlhodobému pôsobeniu koncentrovaných ropných produktov. Prepravované médium môže mať pH v rozmedzí 2 až 12, t.j. vody môžu vykazovať kyslú aj zásaditú reakciu. **PE potrubie nehrdzavie a nezarastá (inkrustácia)!** Ak je potrebné určiť chemickú odolnosť rúr, rúra sa musí hodnotiť podľa ISO 4433-1: 1997 a ISO 4433-2: 1997.

1.7 Ďalšie mechanické vlastnosti, ťahová zaťažiteľnosť

Základnou mechanickou vlastnosťou PE rúr je **pružnosť**. Vďaka svojej pružnosti sú schopné odolávať krátkodobým preťaženiam aj dynamickému zaťažovaniu lepšie ako tuhé rúry. PE potrubia majú vysokú odolnosť voči sadaniu zeminy a technickej seizmicite. Nezanedbateľným fyzikálnym parametrom PE je vysoká tepelná rozťažnosť, asi 10 až 15 krát väčšia ako u známych kovov. PE je síce zlý vodič tepla, potrubie je však potrebné izolovať proti zamŕznaniu aj prehriatiu.

Aj keď je PE ako materiál pomerne mäkký, rúry sú vysoko odolné proti odreniu (abrázii), nepoškodia sa preto pevnými časticami obsiahnutými v prepravovanom médiu ani prepravovanými sypkými látkami. Takisto aj nasiakanie PE je zanedbateľné, čo znamená, že nemôže dôjsť k bobtnaniu, zmene rozmerov alebo k poškodeniu stien vplyvom zmrznutia vsiaknutej vody do rúry. PE nevedie elektrický prúd, čo zaručuje absolútnu odolnosť proti korózii vyvolanú účinkom bludných prúdov. Zároveň to znamená, že PE potrubia sa nedajú rozmrazovať za pomoci elektrického prúdu, že sú pod zemou ťažšie zistiteľné ako napríklad liatinové rúry a že sa nedajú použiť ako uzemňovacie.

PE rúry sa dajú zaťažiť ťahovou silou na 1 cm² plochy rezu rúry (pri 20 °C):

PE 80 - 0,799 kN (cca 80 kp)

PE 100 - 1,0 kN (cca 100 kp)

1.8 Životnosť

Predpokladaná životnosť PE potrubia je 100 rokov.

V molekulárnej štruktúre plastických hmôt, vystavených trvalému pôsobeniu napätia, dochádza k javu, ktorý nazývame relaxácia, a ktorý spočíva v pomalejšej orientácii molekúl. Výsledkom je pokles pevnostných vlastností materiálu. Je to jav za normálnej teploty veľmi pomalý. So zvyšujúcou sa teplotou pevnosť klesá rýchlejšie. V rámci skúšok vhodnosti každého materiálu pre tlakové použitie sú stanovené pevnostné charakteristiky. Ide o hodnoty získané z dlhodobých laboratórnych skúšok, dnes už overené aj praktickým nasadením. Sú uvedené v príslušných normách. Z týchto pevnostných charakteristík vyplýva max. povolený prevádzkový tlak v závislosti od teploty a času.

Hrúbky stien rúr sú stanovené tak, aby ešte na konci plánovanej životnosti rúr, trvale prevádzkovaných pri plnom tlaku a pri teplote 20° C, ich pevnosť dosahovala hodnoty potrebné pre spoľahlivú funkčnosť tlakovej rady pri maximálnom prevádzkovom tlaku a s predpísaným bezpečnostným koeficientom. Ak nie je potrubie používané počas celej doby pri maximálnom tlaku, a prevádzková teplota je nižšia, dochádza de facto k predĺženiu životnosti.

1.9 Recyklácia

Polyetylén je zatriedený podľa Katalógu odpadov vyhlášky MŽP SR č. 284/2001 Z.Z. do kategórie odpadový plast pod katalógovým číslom 070213 ako odpad ostatný. Neznečistené kusy rozvodov sú 100 % recyklovateľné. Znečistené kusy, ktoré nie je možné očistiť, je možné zneškodniť spaľovaním v spaľovni.

1.10 Systém PE rozvodov

Systém PE rozvodov pre vodovodnú sieť pozostáva z nasledujúcich súčastí:

Rúry

Všetky potrebné informácie o parametroch PE rúr definuje STN 64 3041-2 „Plastové potrubné systémy z polyetylénu (PE) na zásobovanie vodou. Rúry“.

Tvarovky

Všetky potrebné informácie o parametroch tvaroviek sú obsiahnuté v STN 64 3041-3 „Plastové potrubné systémy z polyetylénu (PE) na zásobovanie vodou. Tvarovky“.

Armatúry

Súčasti uzatvárajúce alebo regulujúce prietok a tlak, napr. uzatváracia armatúra, regulačná armatúra, redukčný ventil, vzdušník, spätná klapka, hydrant.

2. Kvalifikácia potrebná na zváranie plastov

Aj keď sa PE potrubia spájajú špeciálnymi zariadeniami (zváracie prístroje, centrovacie svorky, škrabky, atď.), často sa stáva, že sa zváracie procedúry nevykonávajú správne. Na zváranie vodovodných plastových rozvodov sú oprávnené len osoby, ktoré absolvovali predpísaný kurz zvárania podľa technológie a účelu zvárania.

CEN	Personál pre zváranie plastov Skúšky odbornej spôsobilosti zváračov Zváranie spojov z termoplastov	STN EN 13067
-----	--	--------------

Táto norma špecifikuje metódy skúšania vedomostí a zručnosti zvárača, ktoré sa požadujú pri zváraní termoplastov pri vytváraní nových konštrukcií a opravách. Skúška zručnosti zvárača je základnou podmienkou na zaistenie kvality zvárania. Použitie tejto normy zaručuje, že skúška sa vykoná podľa jednotného skúšobného postupu. Táto norma sa používa, ak si to objednávajúci alebo zodpovedné orgány pre dané použitie vyžadujú. Ak sú v plynárenstve a vodárenstve zavedené alternatívne pravidlá skúšania odbornej spôsobilosti zváračov, tak sa táto norma nepoužíva.

Norma sa aplikuje pri nasledujúcich zváracích procesoch:

- zváranie horúcim plynom: kruhovou dýzou, vysokorýchlostnou dýzou, klinom;
- zváranie extrudérom;
- zváranie horúcim telesom: zváranie na tupo, sedlové, objímkové (polyfúzne), horúcim klinom;
- elektrofúzne zváranie: objímkové a sedlové zváranie.

Táto norma sa používa pri zváraní nasledujúcich polotovarov:

- dosky;
- rúry;
- tvarovky;
- utesňovacie pásy.

Na skúšku možno pripustiť len zváračov, ktorých zaškolenie a/alebo predchádzajúca prax preukazujú schopnosť úspešne vykonať plánované skúšky. Pravidlom je, že je to možné ak sa splní jedna z nasledujúcich podmienok:

- úplné vzdelanie ako spracovateľ plastov;

- minimálne dvojročné skúsenosti ako zvárač plastov (firemné potvrdenie);
- skončený technický a praktický prípravný školiaci kurz na skúšku odbornej spôsobilosti.

Skúška pozostáva z teoretickej a praktickej skúšky. Zvárač musí zhotoviť skúšobné teleso podľa normy. Nad skúškou musí dozerat' a vyhodnocovat' ju skúšobný komisár, ktorý vyhodnotí skúšobné teleso, skúšobné vzorky a výsledky poskytnuté skúšobným miestom. Vyhodnotenie skúšobného telesa a skúšobných vzoriek sa skladá z dvoch častí, vizuálnej a deštruktívnej (skúška ohybom, ťahom, odlupovaním).

Výsledky a vyhodnotenie musia byť zaznamenané v príslušnom protokole o zváraní. Po úspešnom absolvovaní skúšky sa zváračovi vydá osvedčenie o skúške odbornej spôsobilosti.



3. Referenčné normy

Nasledovné normy upravujú dizajn, pokládku, riadenie a kontrolu PE tlakových potrubných systémov. Normy, odporúčania a požiadavky predstavujú základ práce plánovačov a kladačov.

Všetky použité materiály na výrobu tlakových rúr a tvaroviek musia spĺňať požiadavky STN EN 12201 - Plastové potrubné systémy z polyetylénu (PE) na zásobovanie vodou. Výrobca musí deklarovať pre všetky súčasti potrubného systému vhodnosť použitia pre styk s požívatinami t.j. zdravotnú nezávadnosť.

3.1 požiadavky na výrobu

CEN	Plastové potrubné systémy na zásobovanie vodou Polyetylén PE Časť 1: Všeobecne Časť 2: Rúry Časť 3: Tvarovky Časť 4: Ventily Časť 5: Vhodnosť systému na daný účel Časť 7: Odporúčania na posudzovanie zhody	STN EN 12201
-----	---	--------------

CEN	Plastové potrubné podzemné a nadzemné systémy na úžitkovú vodu, odvodňovanie a kanalizáciu Polyetylén PE Časť 1: Všeobecne Časť 2: Rúry	STN EN 13244
-----	--	--------------

	Časť 3: Tvarovky Časť 4: Ventily Časť 5: Vhodnosť systému na daný účel Časť 7: Odporúčania na posudzovanie zhody	
CEN	Plasty. Stanovenie hmotnostného indexu toku taveniny (MFR) a objemového indexu toku taveniny (MVR) termoplastov (ISO 1133: 2005)	STN EN ISO 1133
CEN	Plastové potrubné systémy na zásobovanie plynými palivami. Polyetylén (PE).	STN EN 1555
STN	Plasty. Skladovanie výrobkov z plastov	STN 64 0090

3.2 Zváračská kvalifikácia a zväračské procesy

CEN	Personál pre zváranie plastov Skúšky odbornej spôsobilosti zväračov Zváranie spojov z termoplastov	STN EN 13067
STN	Zváranie. Názvoslovie zvárania plastov	STN 05 0010

3.3 Kladenie a prevádzka potrubia

CEN	Vodárenstvo. Požiadavky na systémy a súčasti vodovodov mimo budov	STN EN 805
STN	Vnúťorné vodovody	STN 73 6660
STN	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia	STN 73 3050
STN	Vodárenstvo. Navrhovanie vodovodných potrubí	STN 75 5401
STN	Vodárenstvo. Výstavba vodovodných potrubí	STN 75 5402
STN	Orientačné tabuľky vodovodov	STN 75 5025
STN	Priestorová úprava vedení technického vybavenia	STN 73 6005
STN	Podchody vodovodného potrubia pod železnicou a cestnou komunikáciou	STN 75 5630
STN	Kvalita vody. Požiadavky na kvalitu vody dopravovanej potrubím	STN 75 7151

STN	Potrubia. Prevádzka a údržba potrubí	STN 13 0108
-----	---	-------------

4. Spôsoby spájania jednotlivých častí potrubného PE systému

PE potrubia a tvarovky sa najčastejšie spájajú nasledovnými spôsobmi:

- fixný (nerozoberateľný) spôsob (tepelné zváranie)
- rozoberateľný spôsob (mechanické spojenie)

4.1 Fixný spôsob

Technológia fixného spôsobu spájania spočíva v kontaktnom tepelnom zvarení, bežne označovanom ako zváranie na tupo, ďalej spájanie elektrofúznymi tvarovkami, polyfúzne zváranie a elektrofúzne zváranie, vhodné pre PE potrubia a tvarovky podľa noriem EN 1555 a EN 12201. Tepelným zvaracím procesom sa jednotlivé potrubia stanú jedinou súčasťou, pričom platí, že zvarový spoj má minimálne rovnakú pevnosť v ťahu ako spájané rúry.

Polyetylén s polypropylénom sa vzájomne nesmú zvärať. Rovnako tak nie je možné zváranie rúr a tvaroviek z rozvetveného a lineárneho PE (rozvetvený PE {LDPE, rPE} je starší vývojový stupeň vo výrobe PE). Tieto pomerne ťažko od seba odlišiteľné materiály sa v žiadnom prípade nesmú zvariť. Ak je nutné takéto materiály spojiť (alebo v prípade pochybností o pôvode rúr), je lepšie použiť mechanické tvarovky. RÚRY Z POLYETYLÉNU SA NEMÓŽU LEPIŤ! Nesmú sa spájať ani pomocou závitov.

Zváranie na tupo

Tento spôsob sa používa na zváranie rúr a tvaroviek **rovnakej hrúbky a priemeru**. Princíp tejto technológie spočíva v nahriatí koncov rúr tzv. výhrevným zrkadlom, ktorého plochy sú pokryté teflónovou fóliou, následným spojením pod predpísaným prítlačným tlakom a vychladnutím (v závislosti od typu rúry).



Zváranie hrdlovou tvarovkou

Tento zvarací proces používa špeciálne tvarovky takého tvaru, ktorý dokáže obsiahnuť koniec rúry, ktorý sa zvarí. Rúry a tvarovky sa nahrejú ohrevným telesom špecifickým pre každý priemer. Dobrý výsledok tohto spôsobu závisí od manuálnej zručnosti zvárača. Z tohto dôvodu nemá tento spôsob široké uplatnenie.



Polyfúzne zváranie

Pre zváranie vnútorných vodovodov sa často využíva technológia polyfúzneho zvárania. Princíp spočíva v nahriatí vonkajšieho povrchu rúry a vnútorného povrchu spojovacej tvarovky výhrevným telesom a následným zasunutím natavených plôch do seba. Teplota zvárania je 250 - 270°C.

Zváranie elektrofúziou

Touto technológiou sa spájajú PE MD a PE HD rúry a tvarovky rovnakého priemeru a rovnakou alebo odlišnou hrúbkou steny pomocou elektrofúznej tvarovky, ktorá navaří povrchy rúr teplom vyvolaným zabudovanou elektrickou odporovou špirálou. Dávkovanie elektrickej energie sa vykonáva poloaufomaticky manuálnym nastavením parametrov z tabuliek alebo automaticky pomocou magnetickej karty tvarovky, ktorá sa načíta do elektrofúznej zvärackej jednotky.



4.2 Rozoberateľný spôsob

Rozoberateľný spôsob spájania zahŕňa všetky spojenia so zúženým koncom a podpornou prírubou ako aj lisovacími tvarovkami (rýchlo uvoľniteľné spojenie). Tento spôsob umožňuje spojiť rôzne materiály (PE, PVC, oceľ alebo liatinu), pridať ventily a použiť aj viac ovalizované rúry, ktoré si sú tvarovky schopné sformovať. Tvarovka na mechanické spájanie sa môže dodávať na montáž v teréne alebo sa môže predmontovať výrobcom. Tvarovka obyčajne obsahuje kompresnú časť na zabezpečenie integrity tlaku, tesnosti a odolnosti proti koncovým zaťaženiám. Mechanické tvarovky a spojky môžu byť kovové alebo plastové. Platí pre ne, že správne uskutočnené spojenie má rovnakú alebo vyššiu pevnosť v ťahu ako samotná spojená rúra.

Zúžený koniec a podporná príruha

Spájanie so zúženým koncom, podpornou prírubou a tesnením sa používa na spojenie PE rúr s rúrami z iného materiálu alebo na pripojenie k ventilom, vetvám, atď. Môže sa tiež použiť na dočasné spojenie dvoch PE rúr. Zúžený koniec musí byť napojený k PE rúre zvarením na tupo alebo elektrofúziou, čím sa vytvorí podporný základ pre prírubu, väčšinou vyrobenú z ocele alebo hliníka. Protíhľá príruha je spojená skrutkami a tesnosť je zabezpečená použitím plochého tesnenia. Tesniace materiály sú rôzne a závisia od použitia potrubia (voda alebo plyn).



Zúžený koniec a PP príruha

Tento spôsob spojenia je podobný ako vyššie uvedený spôsob. Je vytvorený PE zúženým koncom a PP prírubou špeciálneho dizajnu, ktorá zabraňuje deformáciám protíhľej príruby a zabezpečuje tesnosť spojenia počas dlhého obdobia.



Lisovacia tvarovka

Nazýva sa tiež „rýchlo uvoľniteľné spojenie“ alebo „svorkové spojenie“ kvôli jeho konštrukčným vlastnostiam, ktoré pozostávajú z hlavného tela zoskrutkovaného dvomi skrutkami. Tesnosť je zabezpečená elastomerickým tesnením stlačeným mechanickými telesami. Tento typ tvarovky sa obvyčajne používa v nízkotlakových potrubných systémoch, keďže pretlak alebo nárazy môže uvoľniť tesnosť na rúre.

Spájanie pomocou celoplastovej tvarovky

Je vhodné pre rozoberateľný spoj na rozvody vnútorného vodovodu. Systém pozostáva z celoplastovej tvarovky opatrenej závitom a kónickými čeľuštami. Pri skrutkovaní závitú sa kónické čeľuste sťahujú do rúry a tým sa vytvára vodotesný spoj. Tieto spoje sú vhodné pre menšie priemery rúr PE LD (PE 40) a PE MD (PE 80).

Zoznam pracovných pomôcok na budovanie vodovodných sietí

Zváracia technika na spájanie PE potrubí

- strojné zariadenia na zváranie na tupo
- hydraulické do DN 600
- s CNC riadením do DN 315
- segmentové zväračky
- kombinované stroje na zváranie na tupo a polyfúzne zváranie
- ručné zrkadlá na polyfúzne zváranie a zváranie na tupo
- univerzálne zväračky na zváranie elektrofúziou

Agregáty na výrobu elektrického prúdu

- s výkonom 220V/5kW
- s výkonom 380V/7kW

Ďalšie zariadenia a náradie na stavbu rozvodov

- balónovacie súpravy
- ručné rezačky rúr
- lúpacie zariadenia
- ručné škrabky
- upínacie zariadenia
- stláčacie zariadenia

Príslušenstvo a pomocné prostriedky na stavbu rozvodov

- klzné a centrovacie objímky na vedenie rúr v chráničkách
- reparačné vložky na elektrofúzne zváranie
- popisné tabuľky na inžinierske siete
- odmasťovací prostriedok na PE
- bezvláknitý papier
- čistiace valce na údržbu potrubí

5. Systémy prechodov

Oceľovo polyetylénové tvarovky umožňujú spojenie PE rúry s iným materiálom alebo zariadením. Spôsoby spojenia sú nasledovné:



Monolitické spojenie PE a ocele

s hladkou alebo závitovou kovovou časťou. PE časť je vytvarovaná a natiahnutá na vhodne pripravenú kovovú časť. PE časť sa na potrubný systém napojí elektrofúziou.



Montované spojenie ocele a PE

vytvorené mechanickým spojením ocelevej časti a PE rúry. Oceleová časť je vložená do PE časti mechanickou silou. Na svorkové spojenie sa použije externá uzatváracia matica.



Spojenie ocele a PE plynových a priemyselných aplikácií

Pozostáva z monobloku s PE koncom a ocelevej časti pokrytej epoxydovo vynilovým náterom pre antikoróznú ochranu.



Dlhé spojenie ocele a PE

Ide o špeciálne monolitické spojenie ocele a PE dlhou kovovou časťou s 90° ohybom a závitovým koncom. Môže byť vyhotovené v dvoch verziách: galvanizovaná plynová oceleová rúra alebo oceleová rúra pokrytá čiernym PE.



Elektrofúzna prechodová tvarovka

Pozostáva z elektrofúznej tvarovky s mosadzo niklovým alebo chrómovým vonkajším alebo vnútorným závitom.

Vyhotovenie: hrdlová tvarovka s 90° a 45° ohybom.



Elektrofúzna sedlová tvarovka so závitovým koncom

Horná časť prechodového sedla tvarovky je dodávaná s mosadznou vnútornou závitovou vložkou, ktorá umožňuje priame spojenie s kovovou rúrou.

6. Zváranie na tupo

Týmto spôsobom sa spájajú povrchy nahrejú kontaktom s ohrevným telesom a následne sa spoja použitím špeciálneho zvaracieho prístroja.

6.1 Príprava a základné podmienky

6.1.1 kompatibilita

Technológia zvárania na tupo sa používa na zváranie rúr a tvaroviek **s rovnakou hrúbkou a priemerom**. Pre rúry s priemerom menším ako 63 mm sa zváranie na tupo neodporúča.

Základným predpokladom kvalitného zvarenia rúr je dodržanie kompatibility indexu toku taveniny (ITT) spájaných PE rúr a tvaroviek. Tento sa stanovuje podľa STN EN ISO 1133 pri teplote 190°C a zaťažení 50 N na predpísanom skúšobnom zariadení. Výslednou hodnotou je množstvo vytečenej taveniny v g za 10 minút (g/10 min). PE MD a PE HD sú zvariteľné v rozsahu ITT od 0,3 do 1,7 g/10 min. ITT je delený na tzv. triedy zvariteľnosti:

Triedy zvariteľnosti

Hodnoty ITT musia byť pre zváranie rúr a tvaroviek známe a dokladované. Vysokú bezpečnosť spojov poskytujú zvary rúr a tvaroviek s rovnakou triedou zvariteľnosti. Za bezpečné sa taktiež považujú zvary, ktorých hodnoty ITT materiálu sa nachádzajú v susedných triedach zvariteľnosti. V ostatných prípadoch resp. kombináciách (napr. tr. 003 s tr. 010) sa odporúča vykonať overenie zvaru deštruktívnou alebo nedeštruktívnou skúškou. Tieto prípady môžu nastať najmä pri zváraní materiálov PE 80 a PE 100, ktoré vo všeobecnosti je možné vzájomne zvärať aj na tupo. Odporúča sa však zváranie elektrotvarovkami, najmä ak je potrebné zvariť rúry rozdielných SDR.

6.1.2 podmienky prostredia

Zváranie sa musí uskutočniť na suchom a chránenom mieste. Aby bola zvaracia operácia chránená, musia byť dodržané určité podmienky (dážď, vysoká vlhkosť, vietor). Teplota okolia musí byť v rozmedzí: **-5°C až +40°C**.

6.1.3 jednotlivé operácie pri zváraní

Pred samotným zváraním je vhodné skontrolovať materiállovú celistvosť, účinnosť a bezpečnosť zariadenia. Zvárač musí mať úplnú vizuálnu kontrolu nad celou procedúrou a dostatok priestoru na prácu bez obmedzení na suchej a plochej zemi.

Príprava povrchov rúr na zváranie je veľmi dôležitá pre kvalitné spojenie a zahŕňa nasledovné kroky:

- **čistenie a orezanie**

Konce rúr/tvaroviek musia byť očistené od špiny, blata alebo podobných zvyškov použitím vlhkej mäkkej látky a potom upevnené v čeľustiach zváracieho prístroja. Následne musia byť kolmo orezané hobľovacím nástrojom, ktorý je súčasťou zváracieho prístroja. Konce rúr sa priložia k elektrickému hobľovaciemu nástroju a až po jeho spustení sa nastaví postupný tlak, aby sa motor nezastavil počas operácie. Ak sa tak stane, treba jemne uvoľniť tlak a rýchlo od seba oddeliť konce rúr , aby sa motor nepoškodil. Orezanie je hotové, keď hoblina oba konce kontinuálne lemujú a sú rovnakej veľkosti. Za účelom ochrany životnosti hobľovacích nožov, je potrebné ich naostriť a nahradiť vždy, keď vzniknú počas hobľovania problémy alebo zlé podmienky.

- **kontrola**

Po dokončení orezania sa orezané konce rúr priložia k sebe a následne sa skontroluje:

- nesúlad, ktorý nesmie presiahnuť viac ako 10% (max 2 mm) hrúbky zváraných rúr. Je však možné prispôbiť spôsob fixovania čeľustí alebo otáčať rúry do najlepšej polohy pre spojenie a zopakovať orezanie.
- príľahlosť koncov rúr, medzi ktorými by mala byť vzdialenosť menšia ako sú hodnoty uvedené v nasledujúcej tabuľke. Ak sú prekročené, je potrebné rúry opäť orezať.

Vonkajší priemer	Maximálna vzdialenosť
Do 200 mm	0,3 mm
200 až 400 mm	0,5 mm
Nad 400 mm	1,0 mm

Konce sa musia očistiť vhodným čistiacim prostriedkom (alkohol), aby sa odstránili zvyšky mastnoty, prachu alebo polyetylénu.

- **teplota ohrevného telesa**

Ohrevné teleso (tzv. ohrevné zrkadlo) musí zabezpečiť, aby sa dosiahla prevádzková teplota do 20 minút od jeho zapnutia. Teplota okolo celého povrchu musí byť v rozmedzí $\pm 10^{\circ}\text{C}$ s ohľadom na hodnotu stanovenú na termostate a meranú digitálnym teplomerom.

Teplota závisí od hrúbky (e_n) spájaných častí:

$210^{\circ} \pm 10^{\circ}\text{C}$ pre $e_n \leq 12 \text{ mm}$
 $200^{\circ} \pm 10^{\circ}\text{C}$ pre $e_n > 12 \text{ mm}$

- **kontrola**

Zvárač sa musí ubezpečiť, že žiadny externý problém nenaruší správne vykonanie spojenia počas zvárania. Často sa stáva, že ohrevné zrkadlo sa ochladí vzduchom, ktorý sa nachádza vnútri rúr. Preto sa odporúča uzatvoriť konce rúr ochrannými viečkami a odstrániť ich až po úplnom dokončení zvárania. Ohrevné zrkadlo musí byť vždy umiestnené vo svojom špeciálnom kryte, aby sa nepoškodil teflónový náter. Tento náter sa musí pravidelne obnovovať podľa častosti používania. Musí sa očistiť alkoholom za studena, a to vždy, keď sú na ňom stopy mastnoty, prachu alebo PE zvyškov.

- **zvárací tlak**

PE materiál si vyžaduje zvárací tlak v hodnote **$0,15 \text{ N/mm}^2$** .

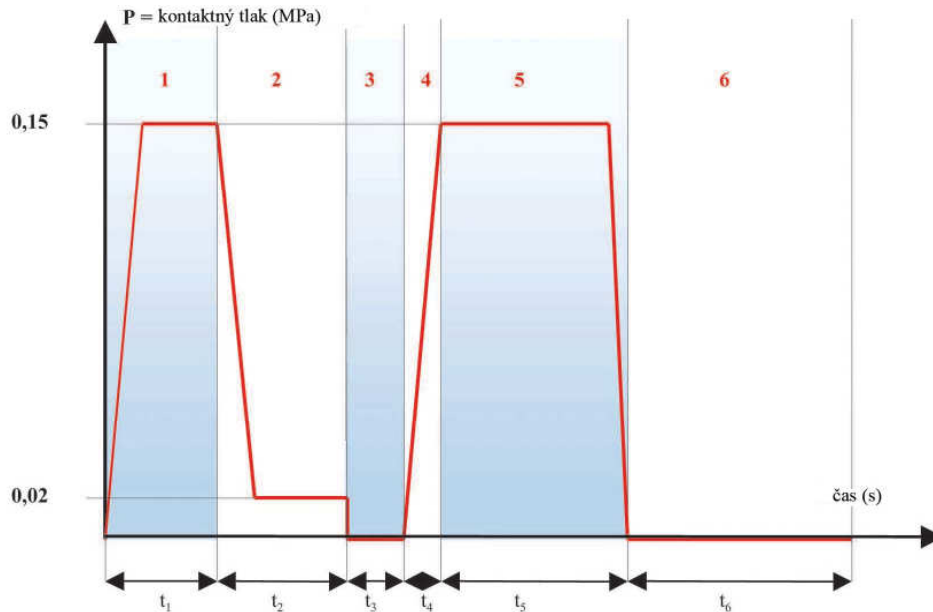
Výrobca zváracích prístrojov dodáva špeciálne tabuľky s hodnotami tlakov potrebných pre zváranie rôznych priemerov a hrúbok v súlade s tlakovým valcom, ktorý poháňa pohyby čeľustí. Tlak monitorovaný tlakomerom sa upravuje špeciálnym zariadením.

- **ťahací tlak**

Ťahací tlak je tlak takej veľkosti, ktorá je potrebná na pohybovanie čeľustí zváracieho stroja, ktorý nesie rúru. Táto veľkosť závisí najmä od hmotnosti spájaných rúr, ale aj od teploty oleja v hydraulickom obvode

a svorkovacej sily čelustí. Potrebná veľkosť tohto tlaku sa musí overiť pre každé zvarenie a pridať do tabuliek zváracích a ohrevných tlakov.

6.2 Zvárací cyklus



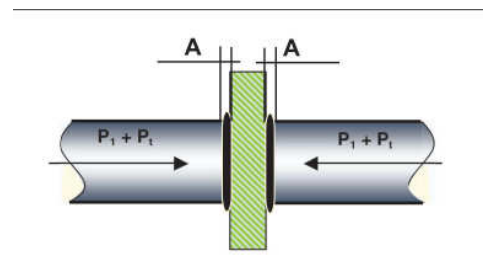
1. fáza

Prítláčenie a predhriatie (tlakom)

Dva spájané konce rúr sa prítlačia k ohrevnému zrkadlu tlakom P_{1r} , ktorý je súčtom tlaku P (podľa tabuľky) a P_t (ťahací tlak). „Predhriatie“ tlakom končí po čase t_1 , za ktorý sa vytvoria na oboch spájaných koncoch **krúžky** nataveného materiálu, ktorých **šírka A** závisí od hrúbky rúry. Táto hrúbka je tiež uvedená v tabuľkách dodávaných so zváracím prístrojom.

Nasledovný vzorec umožňuje odhadnúť hodnotu A:

$$A = 0,5 + 0,1 \cdot en \text{ [mm]}$$



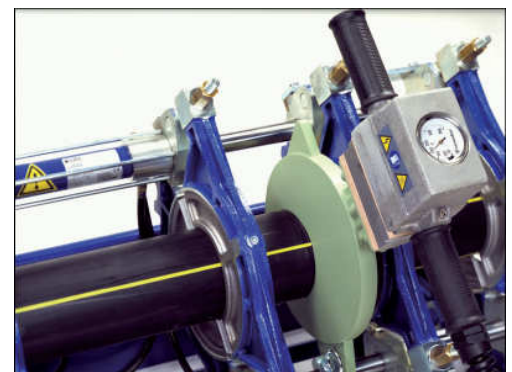
2. fáza

Ohriatie (bez tlaku)

V relatívne krátkom čase sa vytvoria natavené plastové krúžky, ktoré ukazujú, že sa začal proces spájania. Počas tohto kroku sa musí tlak uvoľniť, aby natavený materiál nebol vytlačený, čo by spôsobilo nedostatok PE materiálu potrebného na kvalitné spojenie.

Tlak sa uvoľní na hodnotu $P_2 = 0,02 \text{ N/mm}^2$.

Ak nie je tlak P_2 špecifikovaný v sprievodných tabuľkách dodávaných so zváracím prístrojom, odporúča sa nastaviť



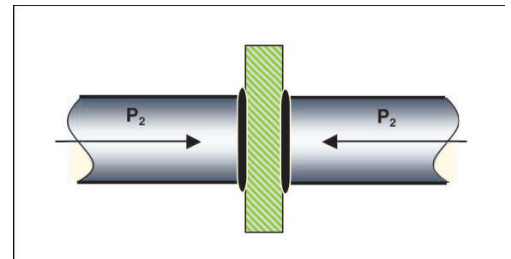
tlakomer na hodnotu blízku nule ale nikdy nie nižšiu ako je hodnota ťahacieho tlaku.

Ak je procedúra počas tohto kroku, trvajúceho počas času t_2 , správna, povrchy sú nepretržite ohrievané, ale nedochádza k zhrubnutiu krúžkov.

Hodnota ohrievania bez tlaku sa dá vyjadriť približným vzťahom v sekundách:

$$t_2 = 12 \cdot en \pm en \text{ [s]}$$

Presné hodnoty sú špecifikované v zväracích tabuľkách.



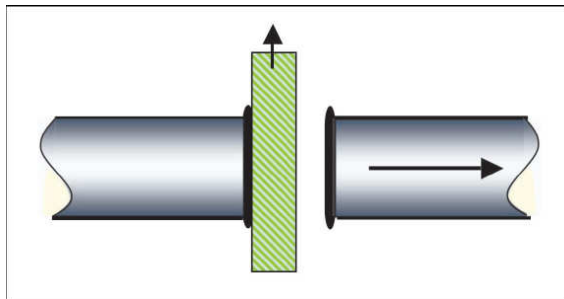
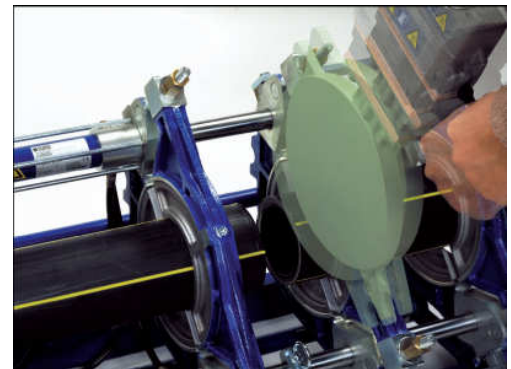
3. fáza odstránenie ohrevného zrkadla

Po uplynutí času t_2 sa konce rúr odsunú, aby sa vybralo ohrevné zrkadlo a rúry sa následne spojili.

Tento krok je najkritickejší v celom cykle zvärania. Správne vykonanie tejto fázy je podstatné pre úspešné zvärenie. Rýchlosť odsunutia musí byť čo najvyššia, aby konce rúr neochladli. Čím je hrúbka rúr/tvaroviek menšia, tým rýchlejšie musí byť aj odsunutie.

V každom prípade sa tento krok musí uskutočniť v čase t_3 :

$$t_3 = 4 + 0,3 \cdot en \text{ [s]}$$



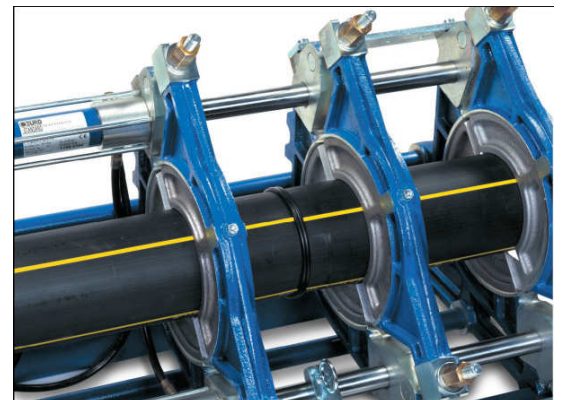
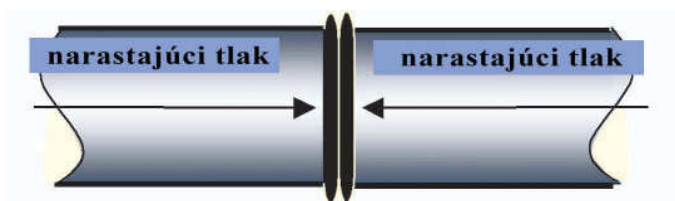
4. fáza Spojovací tlak

Dva konce sa spoja tlakom rastúcim do hodnoty P_5 . Uzatváracia rýchlosť musí byť dostatočná, aby sa natavený materiál nevytlačil.

Tento cyklus musí byť ukončený v čase t_4 :

$$t_4 = 4 + 0,4 \cdot en \text{ [s]}$$

Ak sa stanovený tlak P_5 prekročí, treba určite predísť následnému poklesu, pretože vyústi do podtlaku, ktorý poškodí spojenie.



5. fáza

zvarenie tlakom

Zvárací tlak sa necháva pôsobiť počas času t_5 ; po dokončení sa teplota v zvarenej oblasti zníži z počiatočných 220°C na si 70°C.

Približná dĺžka tlakového zvaracieho času t_5 sa vyjadruje v minútach:

$$t_5 = 3 + e_n \text{ [min]}$$

Zvárací tlak P_5 sa rovná „pred ohrevnému“ tlaku P_1 .

Keď sa dosiahne hodnota P_5 , vytvorí sa **výronok**, ktorého **šírka B** musí byť určitej veľkosti , ako ukazuje nasledovná tabuľka:

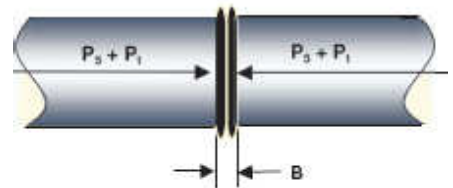
Hrúbka e_n	Šírka B	Hrúbka e_n	Šírka B
mm	mm	mm	mm
3	4 – 6	22	13 – 18
4	4 – 7	24	14 – 19
5	5 – 8	27	15 – 20
6	6 – 9	30	16 – 21
8	7 – 10	34	17 – 22
9	8 – 11	40	18 – 23
11	9 – 12	45	20 – 25
13	10 – 14	50	22 – 27
16	11 – 15	55	24 – 30
18	12 – 16	60	26 – 32
19	12 - 18	65	28 - 36

Výronok musí byť rovnomerný okolo celej dĺžky obvodu rúry: jeho šírka B v ktoromkoľvek bode zvaru nesmie presiahnuť $\pm 10 \%$ priemernej veľkosti.

$$B_m = \frac{B_{min} + B_{max}}{2}$$

kde B_{min} a B_{max} sú minimom a maximom nameraných hodnôt.

Maximálny rozdiel medzi polkruhmi b_1 a b_2 musí byť v ktoromkoľvek bode menší ako 10 % šírky B výronku pri spojení rúra-rúra a menší ako 20 % pri spojení rúra-tvarovka.



6. fáza

Chladnutie – ochranný čas

Po uplynutí času t_5 sa uvoľní tlak a spojenie sa oddelí od svoriek.

Pred uvoľnením spojenia sa odporúča počkať ešte počas doby t_6 . Dĺžka tohto času (ochranný čas) v minútach nesmie byť nižšia ako 1,5 násobok hrúbky rúry/tvarovky a umožňuje dosiahnuť teplotu rúry približne 40°C.

$$t_6 = 1,5 \cdot e_n \text{ [min]}$$

Nesmie sa chladit' vodou, stlačeným vzduchom alebo inými externými prostriedkami.

6.3 Tabuľky

6.3.1 Fázy spájania na tupo a parametre zvárania

	fáza	Kontaktný tlak	Čas (s)	poznámka
1	Pritiahnutie a predhriatie (tlakom)	$0,15 \text{ N/mm}^2 + P_t$		t_1 , za ktorý sa vytvorí krúžok s hrúbkou $A=0,5+0,1 \cdot e_n$ [mm] (e_n - hrúbka rúry)
2	Ohriatie (bez tlaku)	$0,02 \text{ N/mm}^2$	$12 \cdot e_n \pm e_n$	
3	Odstránenie ohrevného zrkadla		$<4+0,3 \cdot e_n$	Oddeliť čelúste a odstrániť ohrevné zrkadlo; nepoškodiť natavený materiál
4	Spojovací tlak	$0 - 0,15 \text{ N/mm}^2 + P_t$	$<4+0,4 \cdot e_n$	Spojiť dva konce bez vytlačenia nataveného materiálu
5	Zvarenie tlakom	$0,15 \text{ N/mm}^2 + P_t$	$(3+e_n) \cdot 60$	
6	Chladnutie		$1,5 \cdot e_n \cdot 60$	Netlačiť na spojenie

6.3.2 Hodnoty zvárania

Tabuľka, ktorá uvádza parametre zvárania (časy a tlaky týkajúce sa hrúbky a priemerov), je špecifická pre každý model a musí byť dodaná výrobcom zváracieho prístroja. Tabuľky sa nedajú zameniť.

		Min. hrúbka rúry	Pred ohrevný tlak	Natavený krúžok	Ohrevný tlak	Ohrevný čas	Zvárací tlak	Zvárací čas	Čas chladenia
SDR	PN	e_n	P_1	A	P_2	t_2	P_5	t_5	t_6
		mm	Bar	Nn	bar	s	bar	min	min
17 11 7,4	10 16 25	Hodnoty dodáva výrobca zváracieho prístroja							

Tabuľky musia byť k dispozícii vždy, keď sa zvárací prístroj používa. Odporúča sa uschovať jej kópiu.

6.4 Zvárací prístroj



Zvárací prístroj by mal byť opatrený značkou CE a garantovať:

- správny osový pohyb/nastavenie rúr vo svorkách
- primerané a správne narezanie koncov rúr/tvaroviek pomocou hobľovacieho nástroja
- precíznu kontrolu zváracieho tlaku a teploty ohrevného zrkadla
- súlad s bezpečnostnými normami



Každý prístroj môže zvariť iné priemery. Podľa priemeru rúry sa príslušné redukčné vložky vkladajú do štandardných svoriek. Zvárací prístroj pozostáva z podporných montovaných častí s fixnými a pohyblivými čeľuťami. Tie pohyblivé sú hydraulicky poháňané a pohybujú sa na dvoch vodidlách.

Prístroj sa dodáva s elektrickým hobľovačom, ohrevným zrkadlom a elektro-hydraulickou jednotkou s rozdeľovačom, tlakomerom a manometrom.



Ohrevné zrkadlo musí zabezpečiť rovnomernú teplotu na celom svojom povrchu a dodáva sa s odmerným teplomerom, ktorý meria presne v rozmedzí $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Nastaviteľný teplomer meria teplotu a zabezpečuje maximálnu odchýlku $\pm 2^{\circ}\text{C}$ od stanovenej teploty.

Zvárací prístroj by sa mal predkladať výrobcovi na pravidelnú dvojročnú dôkladnú prehliadku.

Pomocné zariadenia

V záujme správneho a bezpečného zvárania sa doporučuje, aby sa elektrická energia do zariadenia dodávala pomocou elektrickej spojovacej bezpečnostnej skrinky.

Tiež je dôležité pri zváraní rúr predísť nadmernému ťahaciemu tlaku (v baroch) na zváracom prístroji. Odporúča sa používať vhodné valčeky.

7. Elektrofúzne zváranie

Elektrofúzne zváranie sa v súčasnosti považuje za najvyspelejší a najbezpečnejší spôsob spájania PE potrubí. Elektrofúzia vďaka svojej univerzálnosti zvarí rúry alebo tvarovky z rôzneho polyetylénu a s rôznou hrúbkou, ak je kompatibilný ich index toku taveniny a hustota materiálu.

7.1 Zvarenie elektrofúznou hrdlovou tvarovkou (socket fitting)

Kvalita spojenia závisí od dodržiavania nasledovných inštrukcií:

7.1.1 príprava

Proces spojenia musí byť vykonaný na suchom a chránenom mieste. V prípade nepriaznivých podmienok (dážď, vysoká vlhkosť, vietor) musia byť vykonané náležité merania. Teplota v okolí musí byť vždy v rozmedzí **-5°C až +40°C**.

Kritickým momentom spoľahlivosti spojenia je príprava povrchu rúry, s ktorou bude zvarená tvarovka. Táto príprava spočíva v odstránení zoxidovanej vrstvičky plastu a vyčistení povrchu rúry na celej kontaktnej ploche.

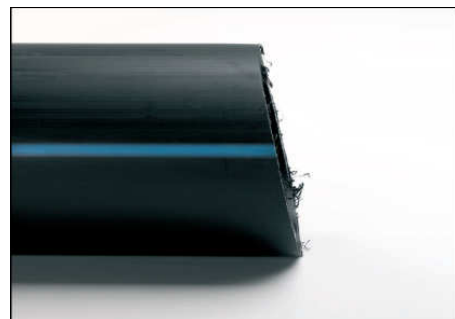
Aby sa dosiahlo kvalitné spojenie, pri zváraní sa musia dodržať nasledovné opatrenia:

Skontrolovať a pripraviť všetky materiály potrebné na zváranie:

1. elektrofúzna tvarovka
2. zarovnávací svorka
3. ručná alebo mechanická škrabka (lúpacie zariadenie)
4. rezačka na rúry
5. čistiaci prostriedok
6. mäkký papier alebo látka
7. nezmazateľné pero



Vizuálne skontrolovať povrch rúry/tvarovky, či na nej nie sú rezy, odreniny, atď. Konce spájaných rúr/tvaroviek musia byť odrezané v správnom uhle použitím vhodných rezačiek



Nepoužívať príliš oválne rúry. V každom prípade nesmie maximálna ovalita presiahnuť 1,5% z hodnoty vypočítanej nasledovne:

$$OV = \frac{d_{\text{emax}} - d_{\text{emin}}}{d_n} \cdot 100$$

d_e – vonkajší priemer

d_n – vnútorný priemer

Ohnutie a ovalita sa dajú redukovať, ak sa rúra neodtočí z cievky skôr ako 24 hodín pred pokládkou a používaním špeciálneho odvíjača.

7.1.2 Obrúsenie

Konce rúr je potrebné očistiť od prachu, mastnoty, špiny, atď. Ďalej treba označiť nezmazateľným perom plochu určenú na obrúsenie. Obrúsená plocha musí byť o 10 mm väčšia ako hĺbka vložky tvarovky.



Je dôležité zoškriabať zoxidovaný povrch z rúry. Zoškriabanie vrstvičky zoxidovaného plastu sa musí urobiť ručnou škrabkou s kontrolnou jednotkou alebo použitím špeciálnej mechanickej škrabky.

Odstraňuje sa rovnomerná plocha **s hĺbkou približne 0,1 mm pre rúry s priemerom $d_n \leq 63$ mm a 0,2 mm pre rúry s priemerom $d_n > 63$ mm.**

Pri použití ručnej škrabky sa považuje procedúra za správne urobenú, keď PE hobliny rovnomerne lemujú koniec rúry. Tieto je potrebné z konca rúry jemne odstrániť (pri 45° uhle).

Je úplne nevhodné používať iné brúsiace zariadenia ako napr. brúsny papier, rašpľu, brúsny kotúč, rezaciu píľku, apod.



7.1.3 Čistenie

Tesne pred vloženíím tvarovky na rúru, je potrebné vyčistiť obrúsenú plochu mäkkým papierom s vhodným čistiacim prostriedkom (alkohol), aby sa odstránili prach, mastnota, atď.



Rovnakým čistiacim prostriedkom je potrebné vyčistiť aj vnútorný povrch tvarovky. Tvarovku treba vybrať z ochranného obalu len tesne pred použitím.

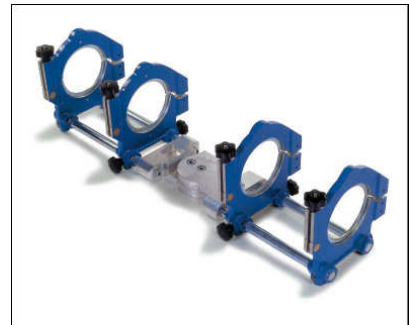
Vyčistené povrchy sa už nesmú znečistiť ani len **dotykom ruky**.



7.1.4 vsadenie

Centrovacie svorky sa musia používať pre všetky spájané priemery, pretože:

- chránia spoj počas elektrofúzie a následného chladnutia proti vonkajšiemu mechanickému tlaku
- umožňujú korigovať spájané rúry nezarovnané na stred a napraviť neokrúhle časti rúr, ktoré sú oválne



V prípade elektrofúznej hrdlovej tvarovky bez stredovej značky, je potrebné na rúre nezmazateľným perom vyznačiť čiaru na dvoch spájaných koncoch v hĺbke vloženia, ktorá sa rovná polovici dĺžky hrdlovej tvarovky.



Tvarovka sa zastrčí po lokačnú čiaru a rúra sa upevní v centrovacej svorke.



Koniec druhej rúry sa zasunie z druhej strany do hrdlovej tvarovky po lokačnú čiaru a upevní sa v centrovacej svorke. Teraz je tvarovka v strede oboch spájaných častí.

Odporúča sa označiť rúry aspoň na 1/3 veľkosti obvodu popri tvarovke, aby sa po zvarení skontrolovalo, či sa spojenie nepohlo.



7.1.5 Fúzia



Zástrčky kontrolnej jednotky je potrebné pripojiť k vývodom na tvarovke a pokračovať nastavením parametrov zvarovania, prísne sa pridrižavajúc inštrukcií zvaracej jednotky.

Poznámka: Ak počas zvarovania dôjde k náhodnému prerušeniu, operáciu je možné zopakovať až keď elektrofúzne spojenie úplne vychladne (minimálne po 1 hodine, ale je potrebné skontrolovať skutočné ochladenie tvarovky). Zváranie je možné zopakovať iba raz.



Keď je zvarací proces ukončený, je potrebné overiť, či indikátory fúzie vystúpili. Tieto indikátory sú umiestnené blízko vývodov na tvarovke.

Upozornenie: výstupy fúzných indikátorov len potvrdzujú, že ohrev bol vykonaný, ale neindikujú, či bolo zvarenie vykonané správne.

7.1.6 Chladnutie

Aby sa predišlo možným tlakom na spoj, je potrebné prísne dodržiavať čas chladnutia vyznačený na čiarovom kóde tvarovky alebo na displeji zvaracej jednotky.

Doba chladnutia trvá od 10 do 30 minút, podľa veľkosti zvareného priemeru. Nie sú povolené žiadne externé metódy chladenia (vodou, stlačeným vzduchom, atď.). Odporúča sa, zapísať si nezmazateľným perom čas úplného vychladnutia spojenia (napr. ak je spojenie vykonané o 16.00, na tvarovku sa môže napísať čas 16.20).

Rúru nie je možné dať pod tlak skôr ako 2 hodiny od posledného zvarenia.

7.2 zvarenie elektrofúznou sedlovou tvarovkou s navíťavacím koncom (tapping tee and branch saddle)

7.2.1 Príprava

Spojenie sa musí vykonať na suchom a chránenom mieste. V prípade nepriaznivých podmienok (dážď, vysoká vlhkosť, vietor) musia byť vykonané náležité merania. Teplota v okolí musí byť vždy v rozmedzí -5°C až +40°C.

Kritickým momentom spoľahlivosti spojenia je príprava povrchu rúry, s ktorou bude zvarená tvarovka. Táto príprava spočíva v odstránení zoxidovanej vrstvičky plastu a vyčistení povrchu rúry na celej kontaktnej ploche.

Aby sa dosiahlo kvalitné spojenie, pri zváraní sa musia dodržať nasledovné opatrenia:

Skontrolovať a pripraviť všetky materiály potrebné na zváranie:

1. horné sedlo
2. dolné (prázdne) sedlo
3. sada skrutiek
4. ručná škrabka
5. čistiaci prostriedok
6. mäkký papier alebo látka
7. ručný alebo pneumatický skrutkovač
8. hexagonálny kľúč
9. nezmazateľné pero



Je potrebné vizuálne skontrolovať povrch rúry/tvarovky, či na nej nie sú rezy, odreniny, atď.

7.2.2 Obrúsenie

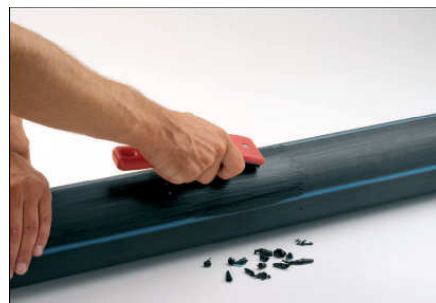
Konce rúr je potrebné očistiť od prachu, mastnoty, špiny, atď.

Na rúru sa nasadí horné sedlo. Okolo celého obvodu horného sedla sa vyznačí nezmazateľným perom čiara, ktorou sa vymedzí plocha na obrúsenie.



Zoxidovaná vrstvička plastu sa zoškriabe ručnou škrabkou s kontrolnou jednotkou. Odstraňuje sa rovnomerná plocha **s hĺbkou približne 0,1 mm pre rúry s priemerom $d_n \leq 63$ mm a 0,2 mm pre rúry s priemerom $d_n > 63$ mm.**

Neodporúča sa používať iné brúsiace zariadenia ako brúsny papier, rašpl'u, brúsny kotúč, rezaciu píľku, apod.



7.2.3 Čistenie

Tesne pred položením sedla na rúru, je potrebné vyčistiť obrúsenú plochu použitím mäkkého papiera s vhodným čistiacim prostriedkom (alkohol), aby sa odstránili prach, mastnota, atď.





Rovnakým čistiacim prostriedkom je potrebné vyčistiť aj vnútorný povrch sedla. Sedlo sa môže vybrať z ochranného obalu len tesne pred použitím.
Vyčistené povrchy sa už nesmú znečistiť ani len **dotykom ruky**.

7.2.3 Položenie sedla na rúru

Do spodného sedla sa vložia hexagonálne matice. Do vrchného sedla sa vložia skrutky a tesnenia. Sedlo sa posunie po rúre tak, aby bolo položené presne na obrúsenom povrchu.



Sedlo sa upevní k rúre pritiahnutím štyroch skrutiek. Skrutky sa priťahujú krížovým spôsobom skrutkovačom alebo kľúčom (podľa typu skrutiek), kým nie je sedlo tesne pritiahnuté.



7.2.4 Fúzia

Zástrčky elektrofúznej jednotky je potrebné pripojiť k vývodom na sedle a pokračovať nastavením parametrov zvarovania, prísne sa pridriavajúc inštrukcií zvaracej jednotky.

Poznámka: Ak počas zvarovania dôjde k náhodnému prerušeniu, operáciu je možné zopakovať len keď elektrofúzne spojenie úplne vychladne (minimálne po 1 hodine, ale je potrebné skontrolovať skutočné ochladenie tvarovky). Zvarenie je možné zopakovať iba raz.

Keď je zvarenie ukončené, je potrebné overiť či indikátory fúzie vystúpili. Tieto indikátory sú umiestnené blízko vývodov na sedle.

Upozornenie: vystúpenie fúzných indikátorov len potvrdzuje, že ohrev bol vykonaný, ale neindikuje, či bolo zvarenie vykonané správne.



7.2.5 Chladnutie

Pred vŕtaním musí zvarový spoj určitý čas chladnúť pričom je potrebné dodržať dobu chladnutia vyznačenú na sedle. Doba chladnutia nesmie byť kratšia ako 20 min. Odporúča sa zapísať si nezmazateľným perom čas úplného vychladnutia spojenia (napr. ak je spojenie vykonané o 16.00, na tvarovku sa môže napísať čas 16.20).



7.2.6 Prevrtanie sedlovej tvarovky

- navrtavací T-kus (tapping tee)

Elektrofúzna sedlová tvarovka obsahuje zabudovaný vŕtací nástroj na prevrtanie hlavnej rúry; po inštalovaní zostáva rezný nástroj v tele sedla.

Odskrutkuje sa vývodové viečko a do zabudovanej rezačky sa vloží hexagonálny kľúč. V smere hodín sa otočí kľúčom až kým rúra neperforuje. Prederavenie je sprevádzané veľkým poklesom potreby skrutkovacej sily. Kľúčom sa urobí ešte 2 obrátky.



Následne treba otočiť kľúčom v protismere hodín a vtiahnúť rezačku na pôvodné miesto. Hexagonálny kľúč sa vyberie a viečko sa pevne zaskrutkuje. Tiež sa skontroluje vnútorné krúžkovité tesnenie.



- navrtavacie sedlo (branch saddle)

Tento typ elektrofúznej sedlovej tvarovky je potrebné prevŕtať pomocným vŕtacím nástrojom na vyvŕtanie otvoru v pripájanej hlavnej rúre.

Prevŕtanie sa vykoná pomocou píly dierovky s vonkajším priemerom o niečo menším ako je vnútorný priemer vetvy (pozri nasledujúcu tabuľku). Treba dávať pozor, aby sa nepoškodila vnútorná stena vetvy.

Upozornenie: Rúra sa nesmie prevŕtať ešte pred zváraním, pretože to môže znehodnotiť kvalitu spojenia.

Maximálne vonkajšie priemery píly dierovky pre navrtavacie sedlo:



d _n navrtavacieho sedla (mm)	Vonkajší priemer pílky dierovky (mm)
20	12
25	17
32	25
40	32
50	38
63	48
90	68
110	82

7.2.7 Príslušenstvo

Dostupné sú elektrofúzne zátkové sedlá s automatickým prietokovým bezpečnostným systémom. Toto špeciálne zariadenie začne pracovať, keď sa poškodí spojenie s vetvou a plyn prúdi von. Bezpečnostný systém zastaví prúd a umožní opravu vetvy. Na konci opravy sa systém vráti do pôvodného stavu tým, že sa opravené spojenie s vetvou napojí na tlak.

7.3 Automatický čítací systém parametrov zvarovania

Ide o univerzálne systémy na ukladanie informácií, ktoré umožňujú ich automatické čítanie. Používajú sa čiarové kódy typu Interleaved 2,5 s 24 číslicami a kontrolný kód. Informácia uložená v kóde umožňuje kontrolnej jednotke automaticky rozpoznať vlastnosti zvarovanej tvarovky a preto pracovať bez chýb, ktoré môžu byť inak spôsobené manuálnym nastavením. V kóde sú uložené všetky informácie od výrobcu potrebné pre elektrofúzne zvarenie: kód výrobcu, typ tvarovky, priemer, doba fúzie, hodnota odolnosti v ohmoch a jej úpravy v dôsledku okolitej teploty, výstupné napätie, doba chladenia, kontrola správneho čítania, identifikačný kľúč.

Zárukou správneho čítania kódu je kontrola. Možné rozdiely medzi tvarovkou napojenou na kontrolnú jednotku a čítaným kódom sa zobrazujú na prístroji, ktorý v tom prípade nepokračuje v zvaraní.

Čiarový kód

Zvárač musí prejsť svetelným perom cez štítok s čiarovým kódom a manuálne potvrdiť, či je čítanie správne.

Odporúča sa používať svetelné pero so sklonom približne 45° a rovnakou rýchlosťou priamo a kontinuálne prejsť zľava doprava bez nadmerného tlaku.

Magnetická karta

Zvárač vloží magnetickú kartu do špeciálneho snímacieho prístroja dodaného výrobcom. Karta obsahuje parametre zvarovania. Do magnetickej karty sa môžu vkladať údaje o zvarení pre prípad, že sa neskôr požadujú za účelom zabezpečenia zistiteľnosti zvarov.

7.4 Elektrofúzne zvaracie jednotky a zariadenia

7.4.1 Monovalentné zvaracie jednotky

Monovalentné zvaracie jednotky sa môžu použiť na zvarenie PE elektrotvaroviek od jedného výrobcu. Na zvarenie ostatných tvaroviek sa neposkytujú žiadne záruky.

Monovalentná zvaracia jednotka EURO S1 umožňuje pracovať s napätím nižším ako 50V a je vyrobená v súlade s normami ISO 12176-1 – prEN 14883 a vybavená značkou CE.



Sila ohrevu je automaticky priradená podľa určitého typu a priemeru elektrotvarovky, SDR zváratej rúry/tvarovky a okolitej teploty. Jednotka sa môže použiť na celý sortiment tvaroviek spoločnosti Eurostandard a používa vypínaciu technológiu, ktorá jej umožňuje byť ľahkou a kompaktnou.

Displej sprevádza zvárača pri zadávaní parametrov:

- typ zváratej tvarovky – priemer – SDR a následne ukáže nasledovné zváracie parametre:
- okolitú teplotu
- napätie
- dobu zvarenia
- postupné poradie operácií zvarovania
- alarm alebo chybovú správu.

Zváracia jednotka EURO S1 ukladá údaje o zvaraní – kód zvárača, miesto práce, dátum a čas elektrofúzie a parametre zvarovania. Uložené údaje môžu byť následne prenesené na papier alebo do osobného počítača pomocou vhodného softwaru.

(Kapacita pamäte: max 700 zvaraní)

Zvárací prístroj by sa mal výrobcovi predkladať na pravidelnú dvojročnú dôkladnú prehliadku.

VLASTNOSTI EURO S1

vstupné napätie	230V AC ± 15% / 50 Hz ± 15%
výstupné napätie	< 50V
max spotreba	4500 W
operačná teplota	od -5°C do +45°C
port tlačiarne	RS 232
ochrana	IP 54
rozmery cm	36x21x31
váha v kg	14,2

7.4.2 Univerzálna zváracia jednotka

Univerzálne zváracie jednotky sa používajú na zvaranie PE elektrotvaroviek dodaných s čiarovým kódom typu Interleaved 2,5.

- parametre zvarovania (čas/napätie) sa môžu zadať buď prečítaním čiarového kódu svetelným perom alebo ručne na základe údajov od výrobcu
- Jednotka je vybavená sériovým portom k tlačiarne, ktorý umožňuje preniesť uložené údaje ako zvárací cyklus, kód zvárača, dátum/čas, miesto zvarovania, parametre zvarovania na papier. (kapacita pamäte: max 1000 zvaraní)
- Všetky uložené údaje je možné príslušným softwarom preniesť aj do osobného počítača.



Zvárací prístroj by sa mal predkladať výrobcovi na pravidelnú dvojočnú dôkladnú prehliadku.

VLASTNOSTI EURO P40

vstupné napätie	230V ± 10% / 50 Hz ± 10%
výstupné napätie	< 50V
max spotreba	4400 W
operačná teplota	od -10°C do +45°C
operačný rozsah	20 – 710 mm
systém nastavenia	automatický s načítaním čiarového kódu a/alebo manuálne nastavenie
zistiteľnosť	podľa ISO 12176-4
použiteľný ISO kód	24 elektrofúzií / 30 zvaračov /26-40 zistiteľností

7.4.3 Napájanie zvaracích jednotiek elektrickými generátormi

Aby sa predišlo riziku poškodenia, odporúča sa používať generátory na dodávanie energie do elektrofúzných jednotiek v súlade s nasledovnými inštrukciami:

1. VÝKON, podľa tabuľky nižšie:

Typ/priemer	Výkon (KVA)
Tvarovka hrdlová – T – koleno – redukcia dn 20 / 125 Sedlová tvarovka dn 40 / 250	3,0
Tvarovka hrdlová – T – koleno – redukcia dn 140 / 400	5,5

2. FREKVENCIA NAPÁJANIA 50 Hz ± 10%

Upozornenie: niektoré generátory dodávajú prúd pri 60 Hz frekvencii. Tieto sa nesmú používať.

3. monofázne napätie s len striedavým prúdom 230 V s frekvenciou 50 Hz
Nepoužívať jednosmerný alebo upravený prúd.

4. PREDLŽOVACIE KÁBLE s veľkosťou 2,5 mm² do 10 m a 4,0 mm² do 30 m

5. HARMONICKÉ SKRESLENIE generátora musí byť v rámci 20 %

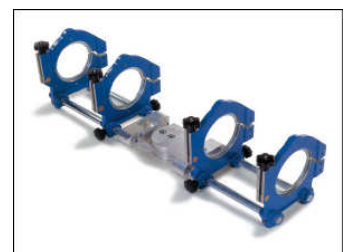


7.4.4 Pomocné zariadenia

Centrovacia svorka

- chráni spoj počas elektrofúzie alebo následného chladnutia proti vonkajším mechanickým tlakom
- umožňuje korigovať spájané konce rúr nezarovnané na stred a napraviť neokrúhle časti rúr, ktoré sú oválne

Centrovacia svorka je pomocným zariadením elektrofúznej zvaracej jednotky. Jej použitie je nevyhnutné pre úspešné elektrofúzne spojenie. Svorka je zložená z podporného rámu so 4 čeľusťami a redukčnou vložkou, ktorá umožňuje adaptovať svorku na rôzne priemery a tvarovky. Súčasné použitie viacerých centrovacích svoriek urýchli dobu inštalácie.



Odvíjač

Je podobný ako centrovacia svorka, ale má širšie čeluste určené na použitie mechanickej sily na steny rúr za účelom ich správnej ovalizácie bez poškodenia ich celistvosti.

Používa sa najmä pre priemery do 110 mm, ktorá zodpovedá maximálnej veľkosti doporučenej pre zvinuté rúry.

Rezačka na rúry

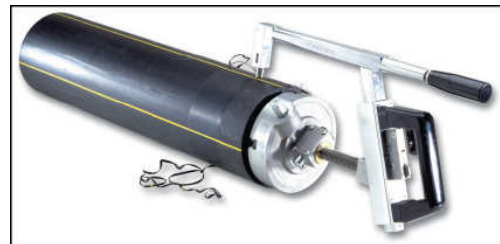


Rezačka na rúry sa používa na rovnomerné rozrezanie spájanej rúry. Používať sa môžu typy s valčekom alebo iným nástrojom a pre správny výber typu rezačky je potrebné zvážiť hrúbku steny rúry.

Elektrické rezačky s vysokou rýchlosťou rezania, ako brúsky, drviče a pod, sa neodporúčajú, keďže vysoká teplota môže poškodiť vlastnosti materiálu.

Mechanická škrabka (lúpacie zariadenie)

Zoxidovaná vrstvička na rúre/tvarovke malého priemeru (do 63 mm) sa odstraňuje ručnou škrabkou s rovnou vymeniteľnou čepeľou. Mechanické škrabky sú použiteľné pre rúry s priemerom väčším ako 63 mm. Pripevňujú sa na konce rúr/tvaroviek. Odstránenie zoxidovanej vrstvičky sa vykonáva ručne, pohybom špeciálneho zariadenia. Používanie takýchto nástrojov si vyžaduje dokonalý rez na konci rúry vytvorený rezačkou a pravidelnú prehliadku rezacieho nástroja.



8. Kontrola zvarových spojov

Dobrá kvalita zvarového spoja sa musí po ochladení skontrolovať, a to pomocou:

- nedeštruktívnej skúšky, ktorá spočíva najmä vo vizuálnej prehliadke spojenia
- deštruktívnej skúšky, ktorá spočíva v zistení mechanickej odolnosti spojenia v súlade so skúškami, ktoré sú špecifikované normami STN EN 1555 a STN EN 12201.

8.1 Nedeštruktívne skúšky

8.1.1 zváranie na tupo

Vizuálne sa kontroluje:

- zvarový výronok musí byť rovnomerný po celom obvode spoja
- prierez v strede výronku musí byť väčší ako je priemerná hrúbka spájaných častí
- na vonkajšom povrchu výronku nesmú byť póry, prachové inklúzie a iné znečistenia
- žiadne plytké zlomy
- žiadny nadmerný lesk na vonkajšom povrchu výronku

Nedostatky týchto požiadaviek môžu byť spôsobené nesprávnym nastavením parametrov zvárania. A to nasledovne:

Chyba	Možný pôvod
Nepriavidelný tvar výronku okolo obvodu rúry	Nedostatočná príprava spájaných koncov (nedokončené obrúsenie)
Výronok s inou ako predvídanou hodnotou	Zlé nastavenie parametrov zvarovania (teplota, tlak, doba zvarovania)
Hlboký rez v strede výronku	Hodnoty teploty a zvaracieho tlaku boli nižšie ako sa predpokladalo
Povrchové nečistoty na výronku	Nedôkladné vyčistenie spájaných koncov
Nadmerný lesk na povrchu výronku	Prehriatie počas zvarovania, príliš vysoká teplota ohrevného zrkadla alebo príliš dlhá doba ohrevu
Nevycentrovanosť vyššia ako 10 % z hrúbky rúry/tvarovky	Nesprávne vycentrovanie alebo nadmerná ovalita rúry

Odporúča sa, aby zvarový výronok mal celkovú šírku B v súlade s tabuľkou:

Hrúbka e_n (mm)	Šírka B (mm)	Hrúbka e_n (mm)	Šírka B (mm)
3	4 – 6	22	13 - 18
4	4 – 7	24	14 - 19
5	5 – 8	27	15 - 20
6	6 – 9	30	16 - 21
8	7 – 10	34	17 - 22
9	8 – 11	40	18 - 23
11	9 – 12	45	20 - 25
13	10 – 14	50	22 - 27
16	11 – 15	55	24 - 30
18	12 – 16	60	26 - 32
19	12 – 18	65	28 – 36

8.1.2 elektrofúzia

Vizuálne sa kontrolujú:

- viditeľné obrúsené plochy
- výstupy fúzných indikátorov
- zarovnanie zaznačených symbolov
- zarovnanie zvarovaných častí
- nenatavený PE materiál

Treba tiež dávať pozor na chybové správy na displeji elektrofúznej jednotky použitej pri zvaraní.

Nedostatky týchto požiadaviek môžu byť spôsobené nesprávnym nastavením parametrov zvárania. A to nasledovne:

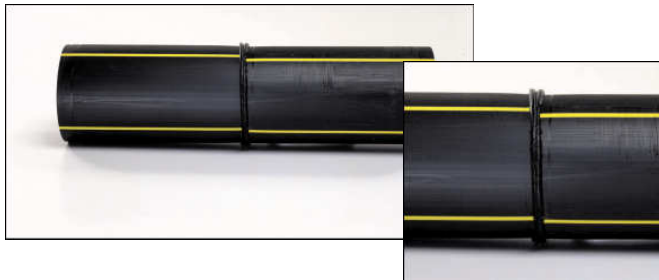
Chyba	Možný pôvod
Fúzne indikátory nie sú vystúpené	Elektrotvarovka nedokončila zváranie. Rúry sú nadmerne oválne alebo primalé. Zlé polozenie elektrotvarovky Zlé nastavenie parametrov zvárania Nepoužila sa centrovacia svorka
Nevycentrovanosť spájaných častí	Nepoužila sa zarovnávací svorka
Viditeľne chýba obrúsenie	Nedostatočné obrúsenie alebo nevykonané obrúsenie
Zlá hĺbka vloženia zaznačená na zvarených častiach	Zlé polozenie hrdlovej tvarovky
Výčnelky na natavenom materiály alebo poškodenia na vonkajšom povrchu zvarených častí	Zlé nastavenie zvaracích parametrov Časy alebo napätia boli vyššie ako požadované Nepoužila sa centrovacia svorka
Zvarací cyklus prerušený pred dokončením	Nevycentrované zvarené časti, zlé napojenie káblov zvaracej jednotky, poškodená zvaracia jednotka, zlá tvarovka, krátky okruh káblových závitov

8.2 Chyby pri zváraní

Skúsenosti z posledných rokov získané pri výkopových prácach, v laboratóriách a školiacich centrách umožnili zhodnotiť a zostaviť rebríček najčastejších chýb pri zváraní.

Nasledovné obrázky ukazujú určité kroky vo zvaracom procese, kedy sa nedodržiavali inštrukcie zvárania stanovené normami.

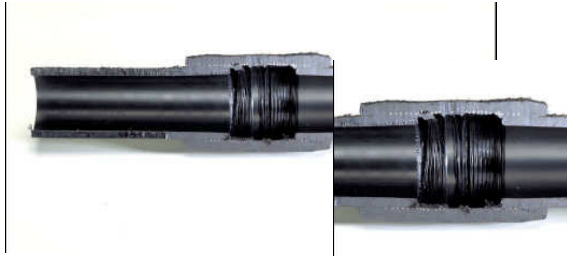
Nepravidelný zvarový výronok pri zváraní na tupo



Nevycentrované rúry pri zváraní na tupo



Nesprávne polozenie elektrotvarovky



Nesprávne nastavenie parametrov zvarania



Nevycentrovanie



Prevrtanie rúry pred jej vychladnutím



8.3 Deštruktívne skúšky

Zvarové spoje pre siete môžu hodnotiť jedine špecializované laboratóriá a kvalifikovaní pracovníci.

Typ skúšok	Metóda skúšky
Skúška hydrostatickej odolnosti: 165 h – 80 °C	
Skúška sily kohézności elektrofúzných spojov (skúška odlupovaním)	ISO 13954 ISO 13955
Skúška sily kohézności elektrofúzných sediel (skúška odlupovaním a drvením)	ISO 13955
Skúška odolnosti tlaku prasknutia elektrofúzných sediel (skúška drvením)	ISO 13955
Skúška odolnosti priečneho ťahu (zváranie na tupo)	ISO 13953

Skúška odlupovaním



skúška drvením



skúška pevnosti v ťahu



skúška hydrostatického tlaku



9. Preprava a skladovanie

Označovanie, balenie, nakladanie, zaobchádzanie, preprava, stohovanie a skladovanie rúr a tvaroviek sú upravené normou STN EN 12201.

9.1 Označovanie výrobkov

Označenie rúr musí obsahovať údaje v súlade s nasledujúcou tabuľkou, musí byť trvalé a čitateľné voľným okom a s frekvenciou najmenej jedenkrát na 1m.

Údaje	Značka alebo symbol
Číslo normy	EN 12201
Identifikácia výrobcu	Meno alebo značka
Rozmery ($d_n \times e_n$)	Napr. 110x10
Rad SDR	Napr. SDR 11
Materiál a označenie	Napr. PE 100
Tlakový rad v baroch	Napr. PN 12,5
Výrobná séria (dátum alebo kód)	Napr. 9302*
Náviny sa musia postupne označovať metrážou identifikujúcou zostávajúcu dĺžku rúry navinutej na kotúči.	
* číslice alebo kód udávajú čas výroby (mesiac, rok) a ak výrobca vyrába na rôznych miestach, aj údaj o výrobnom mieste	

Označenie tvaroviek musí byť trvalé a čitateľné voľným okom a musí obsahovať nasledovné údaje:

Údaje	Značka alebo symbol
Identifikácia výrobcu	Meno alebo značka
Menovitý priemer a rúrový rad/SDR	d_n 110/S5 alebo d_n 110/SDR11
Informácie výrobcu	*
Rozsah SDR na zváranie	Napr. SDR 11 – SDR 26**
Materiál a označenie	Napr. PE 80
* číslice alebo kód udávajú čas výroby (mesiac, rok) a ak výrobca vyrába na rôznych miestach, aj údaj o výrobnom mieste	
** tieto údaje sa môžu vytlačiť na etiketu pripevnenú na tvarovku alebo samostatný obal	

9.2 Balenie a skladovanie

Tvarovky

Tvarovky sa balia do kartónov alebo polyetylénových vriec (podľa veľkosti tvaroviek), previazaných motúzom alebo oceľovou páskou.

- Zvárané na tupo

Tieto tvarovky sú zvyčajne dodávané zabalené vo vhodných obaloch. Je dôležité, aby tvarovky neboli neprimerane nahromadené počas prepravy a skladovania.

- Zvárané elektrofúziou

Elektrotvarovky sa musia vždy dodať zabalené vo vhodnom obale z odolného materiálu, tak aby boli chránené pred prachom, vlhkosťou, soľou, UV lúčmi, atď.

Musia byť skladované v skladoch na regáloch a nad zemou. Pri výkopových prácach je potrebné ich chrániť pred nepriaznivými prírodnými podmienkami alebo teplom; musia byť uložené vo svojich originálnych obaloch až do ich konečného použitia.

Rúry

Rúry sa dodávajú ako tyčové alebo navíjané v kotúčoch. Tyčové rúry sa môžu dodávať v dĺžkach 4 až 12 m.

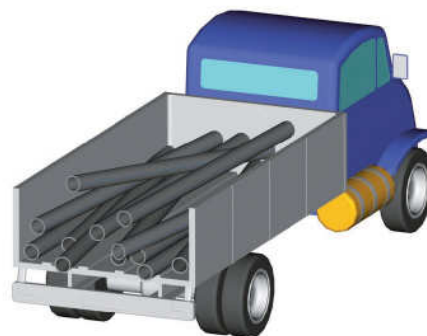
Rúry sa môžu skladovať i v nevykurovaných skladoch alebo na voľnej ploche s ochranou proti priamemu slnečnému žiareniu najviac dva roky odo dňa výroby tak, aby sa predišlo ich poškodeniu a deformáciám. Skladovacie miesto musí byť rovné a rúry musia byť uložené po celej dĺžke. Navinuté rúry musia byť uskladnené v ležatej polohe, nemali by sa z nich odstrániť viečka a konce by mali smerovať k zemi. Tyčové ani navinuté rúry sa nesmú ťahať po zemi. Ak konce rúr pri skladovaní neboli chránené vhodným obalom alebo uzáverom, musia sa pred použitím na potravinárske účely a prepravu pitnej vody vypláchnuť pitnou vodou.

PE rúry priemerov väčších ako 75 mm a SDR 17 a vyšších, dodávaných v návinoch, vykazujú vyššiu ovalitu. Je to jav, ktorý odráža fyzikálne zákony a nedá sa pri výrobe (a pri zachovaní transportovateľných rozmerov návinov) odstrániť. Ovalita nie je kritická, ak sú rúry spojované mechanickými tvarovkami. Pri zváraní na tupo môže spôsobiť, že sa prekročí tolerancia dovolenej medzery, a preto je potrebné vykonať určité opatrenia.

Vďaka tvarovej pamäti materiálu sa dá ovalita z časti odstrániť rozvinutím rúr pri bežnej teplote cca 24 hodín pred zváraním, taktiež je možné použiť presne kalibrované trne vsunuté do koncov rúr, ktoré sa majú zvariť. V dôsledku vysokých deformačných síl v stene rúry tieto náviny vykazujú tiež veľmi silný sklon k "zlomeniu", najmä vo vnútorných vrstvách. K zlomeniu môže dôjsť aj počas prepravy a manipulácie, preto je potrebné vždy náviny pred použitím skontrolovať.

9.3 Preprava

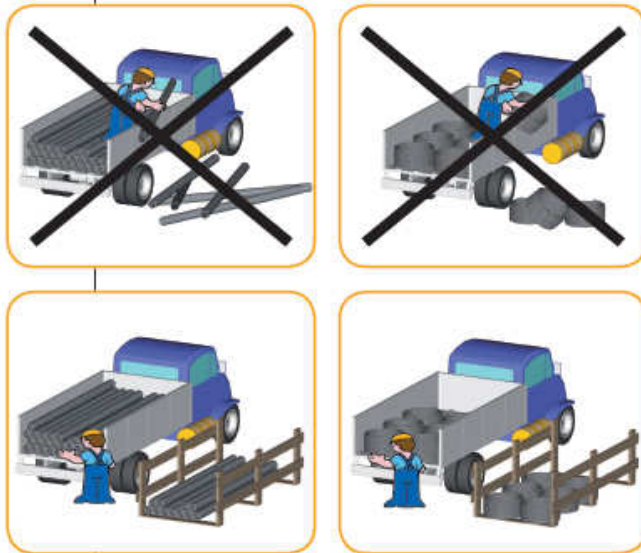
Rúry musia byť uložené na ploche nákladného vozidla po celej dĺžke tak, aby počas prepravy neprišli do styku s ostrými predmetmi a látkami, proti ktorým je PE nestály, čo by mohlo spôsobiť ich poškodenie a deformáciu. Navíjané rúry by mali byť uložené horizontálne. Náklad môže byť upevnený káblami alebo konopnými/nylonovými lanami.



9.4 Nakladanie, vykladanie a zaobchádzanie s rúrami

Rúry sa musia zdvihnúť špeciálnym zariadením (žeriavom alebo ramenom) uchopením v strede rúry počas nakladania aj vykladania z nákladného vozidla a aj počas manipulácie s rúrami.

Ak sú tieto činnosti vykonávané manuálne, rúry sa nesmú ťahať po krajoch vozidla alebo po drsných či ostrých predmetoch.



Počas stohovania rúr v nákladnom vozidle, povrch vozidla musí byť plochý, nedrsný a bez ostrých predmetov. Výška hromady tyčových rúr by nemala byť väčšia ako 1,5 metra pre všetky typy priemerov a hrúbok. Zvinuté rúry musia byť položené horizontálne a hromada nesmie byť vyššia ako 2 metre.

Ak je priemer rúr väčší ako 500 mm odporúča sa upevniť ich konce, aby sa príliš neovalizovali. Tiež je potrebné skontrolovať ochranné viečka na koncoch rúr, aby sa do nich nedostalo lístie, prach alebo malé zvieratá.

10. Inštalácia PE potrubí

10.1 Inštalácia PE potrubí pre vodu a plyn všeobecne

Polyetylén sa od tradičných materiálov používaných pre rozvody plynu a kvapalín prepravovaných pod tlakom líši svojimi špecifickými vysokoflexibilnými materiálmi a mechanickými vlastnosťami. Ak sú podmienky pokládky a pokrytia kontrolované, najmä zhutnenie pôdy, použitie PE rúr umožňuje väčšiu bezpečnosť rozvodných sietí, a to čo sa týka pôdnych usadenín, zosuvov pôdy alebo zemetrasení. Okrem toho flexibilita PE potrubia umožňuje využiť inovatívne technológie pokládky s významným poklesom času a nákladov pri pokladaní. Nízka hmotnosť PE a jeho ľahká zvariteľnosť sa odráža aj na rýchlosti pokládky. Podľa normy STN EN 805 sa vodárenské systémy musia navrhnuť na životnosť najmenej 50 rokov.

Objednávateľ inštalácie potrubí si určí dodávateľa stavby, ktorý musí preukázať, že má potrebnú odbornú spôsobilosť podľa príslušných európskych noriem. Pri všetkých prácach sa musia dodržiavať predpisy o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci na stavenisku.

10.1.1 Ryha a lôžko

Ryha, do ktorej bude vložené potrubie, musí byť vyhlbená tak, aby rúry boli uložené v hĺbke bez zamrzania. Ak to nie je možné, musí sa zabezpečiť protimrazová ochrana. Lôžko (spodok výkopu) musí podopierať rúry po celej dĺžke ich drieku. Ak je to potrebné, musia sa vyhlbiť primerané jamky na uloženie spojov. Dno ryhy musí vytvárať správny pozdĺžny profil a ak je to potrebné, musí sa zhutniť (min. 0,8). Ak dno ryhy nie je vhodné ako lôžko na potrubie (napr. kamene, skala, neúnosná alebo nakyprená zemina), musí sa nahradiť vhodným a zhutneným materiálom s vytvorením správneho pozdĺžneho profilu. Výška podsypu by mala byť v rozmedzí 100 – 150 mm.

10.1.2 Kladenie

Kladenie musia vykonať profesionálni kladáči. Pri pokládke treba sledovať presnú pozíciu podľa projektu (výškomerovú a planimetrickú), pokiaľ vedúci pokládky nenavrhnú niečo iné.

Na vloženie rúry do výkopu pripravenej mimo ryhy sa používajú konopné alebo syntetické laná, aby sa potrubie nepoškrabalo o zem alebo okraj výkopu. Pri kladení sa musia potrubia chrániť pred znečistením ich vnútra.

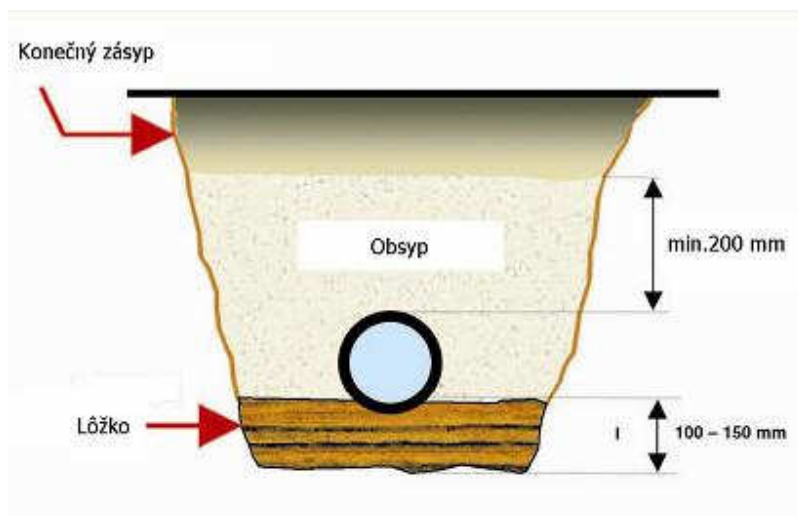
Rúry s povrchovými rezní presahujúcimi 10 % hrúbky rúry sa nesmú použiť.

Kontrolné zariadenia ako sú ventily a vstupné ventily, ktoré môžu svojou váhou tlačiť na rúru, musia byť pridržené samostatnými podpornými zariadeniami, ktoré zabránia tlaku na potrubie alebo spoje.

Ak sa potrubie pripája na stavebné objekty (šachty, budovy atď.), pripojenie sa musí urobiť tak, aby sa zamedzilo nadmerným napätiam namáhajúcim potrubie alebo stavebný objekt. Tiež sa musí zväžiť potreba zabezpečenia pružnosti potrubia na oboch stranách objektu.

10.1.3 Obsyp a zásyp

Keď je potrubie položené vo výkope, musí byť pokryté vrstvou materiálu vo výške min. 200 mm od vrchného okraja rúry. Zvýšenú pozornosť treba venovať pri zasypávaní rúry asi do 2/3 jej výšky. Do tejto výšky by sa malo potrubie zasypávať manuálne, aby sa predišlo akémukoľvek pohybu potrubia. Materiál musí mať dobré rovnomerné zloženie a zakrývať obe strany potrubia. Vlastnosti obsypového materiálu (tzv. materiál pre zónu potrubia) špecifikuje STN EN 805. Hlavný zásyp a konečný povrch ryhy sa musí dokončiť tak, aby sa výkop uviedol do pôvodného stavu. Ak nie je výkopový materiál vhodný na obsyp potrubia vzhľadom na možné poškodenie potrubia alebo jeho izolácie, treba navrhnuť buď dovoz vhodnej obsypovej zeminy, alebo ochranu potrubia pred účinkami zeminy z výkopu iným spôsobom (technické textílie a pod.).



Konečný zásyp (podľa zásypového materiálu a územia)

Obsyp (min. 200 mm)

Lôžko (100 – 150 mm)

Vodovodné potrubie do d_n 200 sa navrhuje klásť v sklone minimálne 3 ‰, u potrubia d_n 200 až d_n 500 v sklone minimálne 1 ‰ a u potrubia d_n 600 a viac v sklone minimálne 0,5 ‰. Krytie vodovodného potrubia treba určiť tak, aby sa vylúčila možnosť zamrznutia v zimnom období alebo poškodenia potrubia vonkajšími vplyvmi. V zastavanom území má byť najmenšie krytie vodovodného potrubia 1,5 m (STN 73 6005). V nezastavanom území sa určuje ochrana pred zamrznutím a nadmerným otepľovaním vody v potrubí, hlavne na základe tepelno-izolačných vlastností horninového prostredia, v ktorom je potrubie uložené.

Najmenšie odporúčané krytie potrubia d_n menšieho ako 400 je:

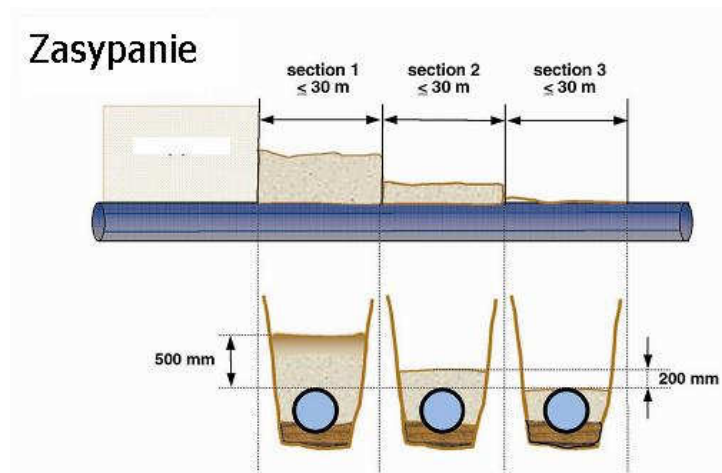
- a) v hlinitých zeminách 1,20 m,
- b) v hlinito-piesčitých zeminách 1,30 m,
- c) v piesčitých zeminách 1,40 m,
- d) v štrkovitých a skalnatých zeminách 1,50 m.

Pri kombinácii vrstiev rôznej tepelnej vodivosti sa volí výška krytia podľa ich pomernej skladby.

Kamenné alebo betónové spevnenie povrchu sa do krytia, započíta polovicou svojej hrúbky. Pri potrubí d_n 400 a viac je možné tieto hodnoty znížiť o 0,20 m. Ak nie je možné dodržať potrebné krytie, musí sa vodovodné potrubie chrániť nenasiakavou tepelnou izoláciou. Krytie vodovodného potrubia má byť najviac o 1,0 m väčšie ako najmenšie krytie. V zastavanom území môže byť krytie vodovodného potrubia najviac 2,0 m. Väčšie krytie je možné pripustiť vo výnimočných prípadoch so súhlasom prevádzkovateľa vodovodu.

10.1.4 Zasypanie

Položené potrubie je vystavené tlaku spôsobenému tepelným rozťahovaním, preto je potrebné vykonať nasledovné kroky:



d ďalšou cca 15 – 20 cm vrstvou hmoty bez kameňov.

- Prvý úsek sa kompletne zasype a pokryje do potrebnej výšky.
- Potom sa dokončí druhý úsek a následne sa kompletizuje pokrytie celej siete.

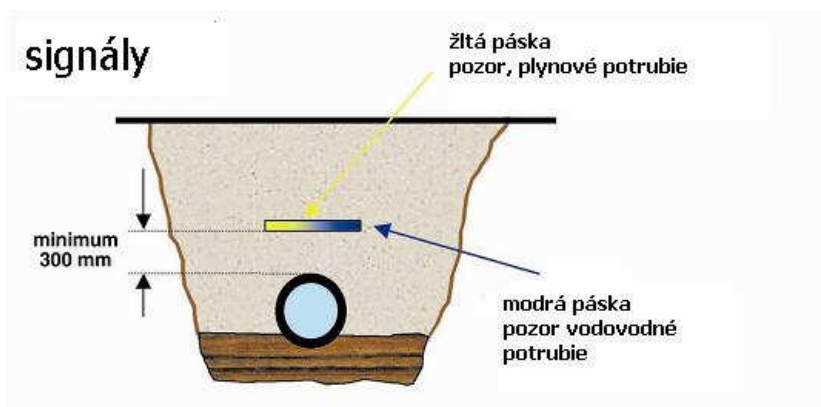
- Potrubie by sa malo zasypávať pri rovnakých teplotných podmienkach okolia a, ak je to možné, počas chladných hodín dňa.
- Treba postupovať po 20 – 30 m dlhých úsekoch v jednom smere. Ak ide o potrubie v kopci, kladie sa smerom do kopca.
- Odporúča sa pracovať súčasne na troch úsekoch v celkovej dĺžke 90 metrov.
- Potrubie v týchto troch úsekoch sa pokryje až po jeho vrch.
- Prvé dva úseky sa pokrývajú

10.1.5 Označenie rozvodu

Vodovodné potrubie a jeho armatúry musia byť označené tak, aby bolo možné vždy určiť ich presnú polohu:

1. Počas zásypu sa po celej dĺžke potrubia musí umiestniť žltá páska s odkazom „Pozor, plynové potrubie“ alebo modrá páska s odkazom „Pozor, vodovodné potrubie“. Táto páska musí byť umiestnená 300 mm nad horným okrajom potrubia, aby upozorňovala na prítomnosť potrubia v prípade budúcich výkopových prác.

2. Ak sa používa potrubný detekčný systém, musí byť uchytený na potrubí plastovými svorkami tak, aby boli po osi zrovnané s potrubím.



3. Os a lomy vodovodného potrubia mimo zastavaného územia musia byť označené kovovými stĺpkami v betónovom bloku. V zastavanom území a tam, kde nie je možné osadenie medzníka alebo stĺpika do osi potrubia musia byť body osi (prípadne lomové body trasy) nadviazané na iné pevné body (napríklad rohy budov, stĺpy a pod.). Na označovanie podzemného hydrantu, uzáveru alebo inej podzemnej armatúry a armatúrovej šachty sa používajú orientačné tabuľky podľa STN 75 5025.

Ak sa dopĺňajú dodatočné inštalácie, nové výkopy nesmú zasiahnuť vrstvu piesku pokrývajúcu potrubie.

10.2 Vodovodné potrubia

10.2.1 Montáž vnútorného vodovodu

Na montáž vnútorných vodovodov sa používajú potrubia zo všetkých typov PE o vnútornom priemere 16 až 63 mm. Spájanie jednotlivých častí systému sa vykonáva elektrofúziou alebo polyfúziou.

Z hľadiska smeru a účelu vedenia potrubia rozdeľujeme potrubie na :

- ležaté (potrubie vnútorného vodovodu vedené v sklone > 45° od vodorovnej roviny);
- stúpacie (potrubie vnútorného vodovodu vedené zvislo alebo do sklonu < 45° od zvislej roviny);
- pripojovacie (časť potrubia vnútorného vodovodu od stúpacieho alebo ležatého potrubia k výtokom).

Pri návrhu potrubia je nutné rešpektovať tepelnú rozťažnosť samotného potrubia Jeho dilatáciu a spôsob uloženia.

Dimenzovanie potrubí

Jednou z hlavných výhod PE potrubí sú ich výborné hydrodynamické vlastnosti. Predovšetkým hladký povrch vnútorných stien rúr a ich nezarastanie dovoľujú predpokladať vyššiu rýchlosť prúdenia vody. Navyše s rastúcou dobou prevádzky sa prietoky ocelových potrubí zarastaním (inkrustáciou) znižujú, kým u plastových rúr zostávajú stále rovnaké.

Dĺžková rozťažnosť a zmrašťovanie potrubia

Rozdiel teplôt pri montáži a prevádzke vodovodného potrubia zapríčinený zmenou teploty prepravovaného média spôsobuje predlžovanie alebo skracovanie už zabudovaného potrubia. Celkové predĺženie alebo skrátenie je závislé na koeficiente tepelnej rozťažnosti, dĺžke potrubia a rozdiel teplôt.

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

Δl - celkové skrátenie alebo predĺženie v mm

α - súčiniteľ tepelnej dĺžkovej rozťažnosti (pre PE = 0,20 mm/m) v °C

L - výpočtová dĺžka – vzdialenosť dvoch susedných pevných bodov v m

Δt - rozdiel teplôt pri montáži a pri prevádzke v °C

Ak uvažované dĺžkové zmeny na potrubí nie sú vhodným spôsobom kompenzované, v potrubí sa koncentrujú prídavné ťahové a tlakové napätia, čím sa znižuje jeho životnosť.

Pre kompenzáciu dĺžkových zmien sa využívajú :

- 1) Kompenzácia tepelnej rozťažnosti pomocou ohybného ramena
- 2) Kompenzácia tepelnej rozťažnosti pomocou expanznej slučky

Upevňovanie rozvodov

Potrubie vnútorného vodovodu sa musí upevniť na stavebné konštrukcie tak, aby sa zabezpečila poloha potrubia, upevnenie prenášalo hmotnosť potrubia, odolávalo dynamickým účinkom a tepelným vplyvom vznikajúcim v potrubí alebo v stavebnej konštrukcii (tabuľka).

Pri prestupe vodovodného potrubia stavebnou konštrukciou sa musí zabrániť pevnému spojeniu s touto konštrukciou (napr. použitím spenenej PE izolácie alebo ochrannej rúry).

Najmenšie vzdialenosti podpier pre rozvody z PE

Vonkajší priemer potrubia (de)	Najväčšia dovolená vzájomná osová vzdialenosť podpier (mm) pri spáde potrubia (‰)			
	1	3	5	7
16	400	600	700	750
20	450	650	750	850
25	500	650	750	850
32	550	750	850	950
40	600	850	950	1050
50	650	900	1000	1150
63	750	1050	1250	1350

Z hľadiska upevňovania potrubí rozoznávame dva spôsoby upevnenia:

- pevný bod** - je taký spôsob upevnenia, v ktorom potrubie nemá možnosť pohybovať sa (dilatovať) s konštrukciou uchytenia. Tento spôsob sa využíva pri osadzovaní armatúry, zmene smeru potrubia alebo v mieste napojenia tvarovky.
- klzné uloženie** - je taký spôsob uchytenia, pri ktorom má potrubie možnosť dilatácie v smere osi potrubia, avšak nemá možnosť vybočiť z osi trasy potrubia. Príkladom takéhoto uchytenia je voľná objímka alebo uloženie potrubia v žľabe.

10.2.2 Montáž vonkajšieho vodovodu

Na montáž vonkajšieho potrubia vodovodov sa používajú najmä potrubia z PE MD a PE HD s vonkajším priemerom od 63 mm vyššie. Veľkou výhodou potrubia z PE je jeho nízka hmotnosť (objemová hmotnosť PE je asi 8,5 krát menšia ako u ocelových potrubí) a menšie náklady pre 1 m pokládky potrubia.

Na zmenu smeru sa používajú príslušné tvarovky. Na stavbe nie je dovolené vykonávať tvarovanie rúr za tepla. Pružnosť PE však dovoľuje uskutočniť zmenu smeru alebo kopírovať terén tvorbou oblúkov v polomere R, pre ktorý v závislosti od teploty platí (nezávisle od tlakovej rady): dovolený minimálny polomer R je pri teplote 20 °C $20x d_n$, pri teplote 10 °C $35x d_n$ a pri teplote 0 °C $50x d_n$, kde d_n je vonkajší priemer potrubia bez ohľadu na hrúbku stien rúr. Vhodne uskutočnený výkop môže teda znamenať materiálovú aj časovú úsporu.

Príklad:

Pri teplote 0 °C je min. polomer ohybu R pre potrubie s vonkajším priemerom 315mm $R = 50x315 \text{ mm} = 15750 \text{ mm}$

Dimenzovanie potrubia

Dimenzovanie potrubia sa vykonáva podľa STN 75 5401. Výhodou PE potrubia na rozdiel od používaných klasických materiálov (liatina, oceľ) je nižší koeficient absolútnej drsnosti potrubia ($k = 0,01 \text{ mm}$) a eliminovanie zarastania (inkrustácie) potrubia.

Dĺžková rozťažnosť potrubia

Pri pokládke rozvodov do rhy sa vzhľadom na konštantnú teplotu okolia (zeminy) neuvažuje s tepelnou rozťažnosťou rozvodov.

Spôsoby pokládky rozvodov

Rozvody vonkajších vodovodných potrubí sa v prevažnej miere ukladajú do výkopu. V zásade hĺbka uloženia rozvodu musí byť väčšia ako stanovená minimálna hĺbka podľa teplotného pásma (STN 75 5401 „Vodárenstvo. Navrhovanie vodovodných potrubí“). Tvar a šírku dna výkopu pre pokládku rozvodov stanovuje STN 73 3050 „Zemné práce. Všeobecné ustanovenia“.

Šírka dna výkopu

Obsyp	Sklon svahu výkopu (výška svahu ku jeho pôdorysnej dĺžke)	Hĺbka dna v m	Šírka dna v m ak vonkajší priemer rúry d_n má rozmer (m)		
			do 0,4	0,4 – 1,0	od 1,0
zhutnený	Zvislý alebo strmší ako 1:0,25	ľubovoľná	$d_n + 0,7$ min. 10,	$d_n + 0,8$	$d_n + 0,9$
	Menej strmý ako 1:0,6		$d_n + 0,7$	$d_n + 0,6$	$d_n + 0,5$
	Menej strmý ako 1:0,6		$d_n + 0,6$	$d_n + 0,5$	$d_n + 0,4$
nezhutnený	menej strmý ako 1:0,6	do 2,5	$d_n + 0,3$ min. 0,6	$d_n + 0,3$	$d_n + 0,3$
		2,5 – 5,0	$d_n + 0,4$ min. 0,7	$d_n + 0,4$	$d_n + 0,4$
		od 5,0	$d_n + 0,5$ min. 0,8	$d_n + 0,5$	$d_n + 0,5$
Pozn.: a) u hrdlových rúr sa uvažuje vonkajší priemer hrdla rúry b) šírka dna výkopu znamená vzdialenosť medzi vnútornými lícami pažiacich prvkov.					

Potrubie musí byť uložené v strede výkopu.

Pri pokladaní navinutých rúr je vhodné pamätať na ich rozbalenie pri teplotách, ktoré nespôsobujú prílišné stuhnutie rúr. Na uľahčenie manipulácie pri nízkych teplotách je možné náviny skladovať v temperovanej miestnosti aspoň 24 hodín, alebo nahriať horúcim vzduchom alebo parou s teplotou max. 100 °C (pre plynové rúry tento postup nie je dovolený). Pri odvíjaní rúry je nutné dbať na bezpečnosť práce, pretože uvoľnený kus rúry sa môže vymrštiť a spôsobiť pracovný úraz alebo vecnú škodu. Preto je možné napríklad u rúr väčších priemerov použiť na odvíjanie pomaly idúce vozidlo. Rúry môžu byť odvíjané len opačným spôsobom, ako boli navinuté pri výrobe. Je zakázané odvíjať rúry v špirále, kedy je stena rúry torzne namáhaná a hrozí jej "zlomenie"!

10.2.3 Paralelné a krížiacie sa potrubia

Pri inštaláciách paralelných sietí alebo krížiacich sa potrubí, nové potrubie musí byť položené v bezpečnej vzdialenosti tak, aby mohla byť zabezpečená údržba všetkých potrubí.

Ak je krížové/paralelné polozenie dokončené, je potrebné vydať „výkonnú správu“ podpísanú zodpovednými osobami, ktorá autorizuje dať potrubie do používania pod tlakom. Ďalej by mali užívatelia od spustenia potrubia vykonávať pravidelné ročné prehliadky.

Horizontálna vzdialenosť od základov a podobných podzemných zariadení nesmie byť menšia ako 0,4 m (STN EN 805). Ak v blízkosti po stranách alebo paralelne prebiehajú iné potrubia alebo káble, musia sa vykonať opatrenia na zabránenie priamemu kontaktu. Minimálne vzdialenosti medzi vodovodným potrubím a inými podzemnými vedeniami podrobne špecifikuje norma STN 73 6005.

Uloženie vodovodného potrubia musí byť pri súbahu alebo krížovaní so stokou, prípadne iným potrubím dopravujúcim zdravotne škodlivé látky, navrhnuté nad nimi (STN 73 6005). Ak nie je možné toto ustanovenie dodržať, musia sa navrhnúť opatrenia zabraňujúce možnému znečisteniu pri porušení a opravách vodovodného potrubia.

Vodovodné potrubie sa spravidla navrhuje mimo ochranné pásmo železnice. Ak nie je iné vhodné riešenie, navrhuje sa vodovodné potrubie so súhlasom železničného správneho orgánu vo vzdialenosti najmenej 4 m od osi krajnej koľaje. Vodorovná vzdialenosť od päty násypu musí byť min. 2 metre. Pri cestných

komunikáciách, u ktorých nie je vhodné riešenie mimo ochranného pásma komunikácie, navrhuje sa so súhlasom cestného správneho orgánu najmenšia vzdialenosť súbežné položeného potrubia 2,0 m od päty násypu, prípadne 0,6 m od vonkajšej hrany priekopy. Podchody vodovodného potrubia pod železnicou a cestnými komunikáciami rieši STN 75 5630.

Križovanie vodovodného potrubia s vodnými tokmi sa rieši podľa miestnych podmienok podchodom, zhybkou, po moste, alebo samostatným prechodom nad vodou. Pri dôležitých potrubniach sa odporúča potrubie zdvojiť, alebo viesť dvoma trasami (napr. jedno po moste a druhé zhybkou). Ak sa navrhuje uložiť vodovodné potrubie na most, postupuje sa podľa STN 73 6201 „Projektovanie mostných objektov“. Pri návrhu musí byť zabezpečená ochrana mosta v prípade poruchy vodovodného potrubia. Musí sa zabezpečiť samostatná dilatácia potrubia nezávislá na dilatácii mosta. V najvyššom mieste prechodu potrubia po moste sa musí potrubie odzdušňovať. Miesta prechodu potrubia z mosta do zeme sa navrhujú tak, aby nedošlo k jeho posunutiu alebo vychýleniu. Potrubie na moste musí byť tepelne izolované a chránené pred poveternostnými vplyvmi.

Pri prechode vodovodného potrubia pod vodnými tokmi sa musí uvažovať i budúca úprava toku. Ak nie sú iné dôvody pre zväčšenie koryta (napr. silne erozívne toky), uloženie potrubia sa navrhne tak, aby krytie medzi dnom toku a vonkajším povrchom potrubia (vrátane prípadnej izolácie alebo chráničky) bolo aspoň:

- a) 0,50 m pri nesplavných tokoch,
- b) 1,20 m pri splavných tokoch a tokoch, u ktorých sa so splavením uvažuje.

Pri križovaní vodovodného potrubia s ostatnými vedeniami (napr. diaľkovým plynovodom, ropovodom a pod.) sa postupuje po dohode so správcami týchto vedení za dodržania nevyhnutých hygienických a bezpečnostných požiadaviek.

10.2.4 Prevádzka vodovodných rozvodov

Vodovodné rozvody musia byť pod stálym pretlakom vody. Iba zariadenia na letnú prevádzku a úseky, v ktorých sa vykonávajú opravy, môžu byť dočasne uzavreté a odvodnené. Prevádzka a údržba rozvodov sa vykonáva podľa STN 13 0108 a STN 73 6660.

Kontrola, monitorovanie, údržba

S cieľom minimalizovať prerušenia zásobovania vodou a nepriaznivé účinky na okolité prostredie a zdravie verejnosti sa systém rozvodu vody musí monitorovať a kontrolovať na identifikáciu nesprávnej činnosti alebo netesností rúr a iných potrubných súčastí. Monitorovanie musí zahŕňať merania prietoku a tlaku, úrovne zásobovania a iné prevádzkové informácie. V závislosti od miestnych podmienok sa môžu použiť manuálne alebo automatizované metódy.

Kontrola vodárenských systémov musí zahŕňať:

- identifikáciu porúch a netesností;
- funkčné a hygienické podmienky na zabezpečenie správnej prevádzky armatúr vrátane hydrantov a iných zariadení.

Frekvencia, ako aj spôsob monitorovania a kontroly, závisí vo veľkej miere od miestnych okolností, ale vo všetkých prípadoch sa musí venovať pozornosť:

- funkcii a dôležitosti potrubí a iných súčastí;
- veľkosti strát vody;
- kvalite vody, tlaku, prietoku;
- zaťaženiam dopravou, podmienkam uloženia, kvalite zeminy, vonkajším silám;
- materiálu rúr, spojov a iným potrubným súčastiam.

Pri súčastiach, ako sú čerpadlá, armatúry a elektrické zariadenia, musia sa realizovať programy bežnej alebo preventívnej údržby. Plány na budúcu údržbu, výmenu a obnovu podzemných súčastí musia byť zhotovené v súlade s európskymi, národnými alebo miestnymi požiadavkami.

10.2.5 Oprava rozvodov

Pri poruche rozvodu sa zabezpečí unikanie vody uzavretím armatúry. Po odstránení úniku vody sa obnaží poškodená časť rozvodu. Odstráni sa poškodená časť rozvodu a pomocou polyfúzneho alebo elektrofúzneho zvárania sa očistené konce rozvodu spoja tvarovkami a potrebnou dĺžkou potrubia. Po vychladnutí spoja sa armatúra môže uvoľniť.

Pri opravách PE potrubí sa môže využiť ich pružnosť. Prerušenie dodávky média je možné pomocou stlačenia potrubia. Vždy je k tomu potrebné použiť špeciálne stlačovacie prípravky. Stlačenie sa môže vykonať vo vzdialenosti minimálne $5 \times d_e$ (d_e je vonkajší priemer rúry) od najbližšieho spoja alebo tvarovky. Po uvoľnení stlačenia je potrebné miesto spätne vytvárať pomocou zakruhovacej svorky a označiť ho, aby nedošlo k opätovnému stlačeniu na rovnakom mieste. Rúra sa nesmie stlačiť za mrazu.

11. Potrubné skúšky

Každé vybudované potrubie sa musí podrobiť tlakovej skúške vodou na zaručenie neporušenosti rúr, spojov, tvaroviek a ostatných súčastí, ako sú kotevné bloky (ešte pred jeho zasypaním).

Vo všeobecnosti sa skúšky vykonávajú po častiach primeranej dĺžky, pričom tieto časti musia byť špeciálnym systémom (slepými prírubami so spojením na tlakomery, pumpy, prieduchy a pod.) uzatvorené.

11.1. Vonkajšie vodovody

Po dokončení montáže sa musí rozvod vodovodného potrubia, ešte pred napojením na verejnú sieť alebo zdroj vody, vizuálne prehliadnúť a vykonať tlaková skúška. Prehliadkou sa kontroluje, či je vodovod postavený podľa projektovej dokumentácie v súlade s hygienickými predpismi a podmienkami stanovenými pri povolení stavby.

Pred vykonaním tlakovej skúšky je potrebné potrubie prepláchnuť zdravotne nezávadnou vodou a súčasne odkaliť na najnižšom mieste. Vodovodné rozvody sa skúšajú zdravotne nezávadnou vodou na 1,5 násobok prevádzkového tlak, najmenej však 200 kPa.

Samotná tlaková skúška sa vykonáva podľa platných predpisov organizáciou, ktorá stavbu realizuje. O prehliadke a tlakovej skúške vodovodného rozvodu sa spracuje zápis v súlade s platnými predpismi.

Tlakové skúšky sa uskutočňujú na položenom potrubí vrátane všetkých tvaroviek a kontrolných zariadení vhodných pre odhadovaný tlak.

Plnenie a skúšanie potrubia

Starostlivosť sa musí venovať pomalému plneniu potrubia vodou, pričom sú všetky odvzdušňovacie zariadenia otvorené a potrubie sa dostatočne odvzdušní. Pred vykonaním tlakovej skúšky sa musí skontrolovať, či je skúšobné zariadenie kalibrované, v dobrom pracovnom stave a správne namontované na potrubie. Tlaková skúška sa musí vykonať so všetkými odvzdušňovacími zariadeniami, ktoré sú uzavreté, a s medzilahlými uzávermi, ktoré sú otvorené. Pri všetkých štádiách skúšania, plánovanej postupnosti a akomkoľvek variante postupu sa musí dohliadať, aby sa vyhlo nebezpečenstvu pre personál. Všetci pracovníci musia byť jasne informovaní o veľkosti zaťaženia pomocných tvaroviek a podpier a o následkoch, ak dôjde k ich porušeniu. Tlak v potrubí sa musí znižovať pomaly a pri vyprázdňovaní musia byť všetky odvzdušňovacie zariadenia otvorené.

11.1.1 Príprava skúšaných dielov

Potrubie sa skúša vcelku alebo, ak je to potrebné, rozdelené do niekoľkých skúšobných úsekov.

Skúšobné úseky (nemali by byť väčšie ako 800 metrov) sa vyberú tak, že:

- skúšobný tlak sa môže dosiahnuť v najnižšom mieste každého skúšobného úseku;
- tlak sa môže dosiahnuť v najvyššom mieste každého skúšobného úseku, ak projektant nestanoví inak;
- voda potrebná pre skúšku sa môže zaobstaráť a odstrániť bez ťažkostí.

Z potrubia sa pred skúškou musí odstrániť všetok odpad a cudzí materiál. Skúšobný úsek sa naplní vodou. Pri potrubí na pitnú vodu sa na tlakovú skúšku musí použiť pitná voda, ak projektant nestanoví inak. Z potrubia sa musí natoľko úplne, ako je to primeraným spôsobom možné, odsat' vzduch. Plnenie sa robí pomaly, ak je to možné z najnižšieho miesta potrubia a takým spôsobom, aby sa zabránilo spätnému nasávaniu vzduchu a aby na úniky vzduchu boli primerane nadimenzované odzdušňovacie zariadenia. Pri všetkých druhoch rúr a materiálov sa môžu použiť rôzne osvedčené skúšobné postupy. Skúšobný postup musí stanoviť projektant a môže sa vykonať v troch krokoch:

- predbežná skúška;
- skúška poklesu tlaku;
- hlavná tlaková skúška.

Potrebné kroky musí stanoviť projektant.

11.1.2 Predbežná fáza

Dokončenie predbežnej fázy je nevyhnutným predpokladom na vykonanie fázy hlavnej skúšky.

Účelom predbežnej fázy je vytvoriť predpoklady na uskutočnenie objemových zmien závisiacich od tlaku, času a teploty.

Predbežná fáza sa uskutoční nasledujúcimi krokmi na zamedzenie zavádzajúcich výsledkov fázy hlavnej skúšky:

- po prepláchnutí a odzdušnení sa tlak v potrubí zníži na atmosférický tlak a potrubie sa tak ponechá počas najmenej 60 min relaxačného času, aby sa uvoľnili všetky napätia vyvolané tlakom; pritom treba dbať na to, aby sa do skúšaného úseku zamedzilo vniknutiu vzduchu;
- po tomto relaxačnom čase sa tlak plynulo a rýchlo (za menej ako 10 min) zvýši na skúšobný tlak systému (STP). STP sa udržiava počas 30 min dočerpávaním, plynulo alebo v krátkych intervaloch. V priebehu tohto času sa vykoná prehliadka na zistenie akýchkoľvek zreteľných netesností;
- potrubie sa ponechá bez čerpania ďalšie 1 h obdobie, počas ktorého sa môže v dôsledku viskozitnoelastického tečenia rozťahovať;
- po skončení tohto obdobia sa vykoná meranie zostávajúceho tlaku.

V prípade úspešnej predbežnej fázy skúšobný postup pokračuje. Ak tlak klesol viac ako o 30 % STP, predbežná fáza sa preruší a tlak v skúšanom úseku potrubia sa zníži na atmosférický. Zváži sa úprava skúšobných podmienok (napr. vplyv teploty, zistenie netesnosti). Skúšobný postup sa môže opätovne začať až po najmenej 60 minútach relaxačného času.

11.1.3 Integrovaná skúška poklesu tlaku

Výsledky hlavnej fázy sa môžu posudzovať, iba ak je zostatkový objem vzduchu v skúšanom úseku potrubia dostatočne nízky. Potrebné sú nasledujúce kroky:

- prudké zníženie skutočného zostatkového tlaku nameraného na konci predbežnej fázy vypustením vody zo systému na získanie Δp od 10 % do 15 % STP;
- presné zmeranie vypusteného objemu ΔV ;
- vypočítanie prípustnej straty vody ΔV_{\max} s použitím nasledujúceho vzorca a skontrolovanie, či vypustený objem ΔV neprekročí ΔV_{\max} .

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \cdot E_R} \right)$$

kde ΔV_{\max} je prípustná strata vody v litroch;

V objem skúšaného úseku potrubia v litroch;

Δp nameraný pokles tlaku v kilopascaloch;

E_w modul objemovej pružnosti vody v kilopascaloch;

D vnútorný priemer rúry v metroch;

e hrúbka steny rúry v metroch;

E_R modul pružnosti steny rúry v obvodovom smere v kilopascaloch;
1,2 opravný koeficient (napr. pre obsah vzduchu) počas hlavnej fázy skúšky.

Pri interpretácii výsledku je dôležité použiť presnú hodnotu E_R zohľadňujúcu teplotu a čas trvania skúšky. Najmä pri menších priemeroch a krátkych skúšobných úsekoch by sa Δp a ΔV mali merať tak presne, ako je to možné. Ak je ΔV väčšie ako ΔV_{max} , skúšobný postup sa preruší a po znížení tlaku sa potrubie opätovne odzdušní.

11.1.4 Fáza hlavnej skúšky

Viskozitnoelastické tečenie následkom napätia zapríčineného STP je integrovanou skúškou poklesu tlaku prerušené. Prudké zníženie tlaku vedie ku kontrakcii potrubia. Zvýšenie tlaku vplyvom tejto kontrakcie sa počas 30 min (fáza hlavnej skúšky) pozoruje a zaznamená. Fáza hlavnej skúšky sa považuje za úspešnú, ak má krivka priebehu tlaku narastajúcu tendenciu a ak v priebehu tohto 30 min obdobia, ktoré je zvyčajne na posúdenie dostatočne dlhé, nedôjde k zníženiu tlaku. Ak má krivka priebehu tlaku v tomto období klesajúcu tendenciu, indikuje netesnosť systému.

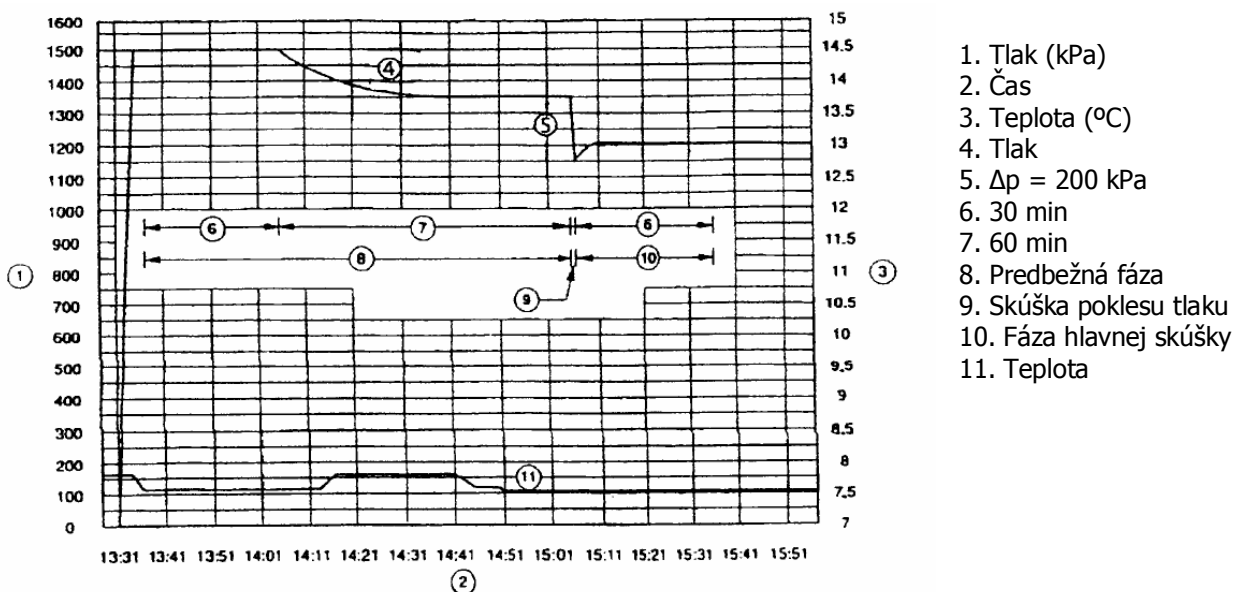
V prípade pochybnosti sa fáza hlavnej skúšky predĺži na 90 min. V tomto prípade je pokles tlaku z maximálnej hodnoty vyskytujúcej sa počas fázy kontrakcie obmedzený na 25 kPa.

Ak je pokles tlaku väčší ako 25 kPa, skúška je neúspešná.

Pred vizuálnou kontrolou zváraných spojov je vhodné najprv skontrolovať všetky mechanické spojenia.

Všetky chyby potrubia odhalené pri skúške sa opravujú a skúška sa zopakuje.

Opakovanie fázy hlavnej skúšky sa môže urobiť iba vykonaním celého skúšobného postupu vrátane 60 min relaxačného času v predbežnej fáze.



11.2. Dezinfekcia

Po vybudovaní potrubia alebo rozšírení časti systému rozvodu vody alebo výmene potrubia, sa musia vodovodné potrubia a prípojky dezinfikovať preplachovaním alebo použitím dezinfekčného prostriedku. Na tento účel sa musí použiť výlučne pitná voda. Musia sa splniť podmienky, aby sa voda na preplachovanie a dezinfekciu mohla zabezpečiť bez problémov a odstrániť s náležitým ohľadom na okolité prostredie.

11.2.1 Príprava dezinfekcie

Ak je to potrebné, potrubný systém sa rozdelí na úseky. V špeciálnych prípadoch, najmä pri malých dĺžkach potrubia a pri prípojkách $d_n \leq 80$ s dĺžkou neprevyšujúcou 100 m, ak projektant nestanoví inak, je

dovolené potrubie neoddeľovať. V týchto prípadoch sa musí dbať na to, aby nedošlo k migrácii vody z dezinfikovaného úseku do prevádzkovaného systému. Použitý dezinfekčný prostriedok musí byť v súlade s príslušnými smernicami EÚ alebo predpismi EFTA a musí vyhovovať národným miestnym predpisom.

11.2.2 Postupy dezinfekcie

Prípustné sú nasledujúce metódy dezinfekcie:

- preplachovací postup s použitím pitnej vody bez prídania dezinfekčného prostriedku a s injektovaním alebo bez injektovania vzduchu;
- statický postup s použitím pitnej vody s prídavkom dezinfekčného prostriedku (môže sa vykonať v kombinácii s hlavou tlakovou skúškou);
- dynamický postup s použitím pitnej vody s prídavkom dezinfekčného prostriedku.

Po naplnení úseku pitnou vodou zo systému sa v súlade s príslušnými hygienickými predpismi vykoná odber vzoriek z miest určených projektantom v intervaloch ním stanovených. Tieto vzorky sa podrobia stanovenej skúške na mikrobiologickú neškodnosť. Ak sú výsledky skúšok vyhovujúce, úsek sa hneď, ako je to možné, napojí na systém rozvodu vody, aby sa zamedzilo akémukoľvek riziku rekontaminácie.

11.3 Doplnkové požiadavky

Splniť sa musia nasledujúce doplnkové požiadavky:

- záznam o úspešnej tlakovej skúške;
- záznam a osvedčenie mikrobiologickej neškodnosti;
- dokumentácia umiestnenia novovybudovaných zariadení s detailmi všetkých dôležitých súčastí;
- kontrola vyhovujúcej funkcie všetkých armatúr vrátane hydrantov;
- inštalovanie orientačných tabuliek, ak stanoví projektant, s potrebnými informáciami o súčastiach (napr. typ, priemer, rozmery, vzdialenosti);
- ak stanoví projektant, príručka s podrobnými prevádzkovými údajmi pre systém, napr.:
 - a) inštrukciami na prevádzku, údržbu a funkčné kontroly súčastí;
 - b) opatreniami proti mrazu;
 - c) opatreniami proti korózii alebo znečisteniu;
 - d) opatreniami na vyvarovanie sa státiu vody v potrubiach, v ktorých je nedostatočný priestor.

11.3.1 Záznam o úspešnej tlakovej skúške

Správa o vykonanej skúške musí zaznamenávať parametre a výsledky skúšky:

- údaje
- miesto a umiestnenie potrubia
- náčrt plánu
- inštalátorská spoločnosť a zodpovedné osoby
- dohľad nad prácami
- použitý materiál pri inštalácii potrubia
- príslušné normy
- vonkajší priemer, hrúbka a dĺžka rúr
- maximálny projektovaný tlak (nominálny tlak)
- doba stabilizácie
- skúšobný tlak
- teplota vody s možným redukčným faktorom
- časový/tlakový graf
- výsledky skúšky

11.4 vnútorné vodovody

Po dokončení montáže sa musí vnútorný vodovod ešte pred napojením na verejný vodovod alebo na vlastný zdroj vody skontrolovať a vykonať tlakovú skúšku. O prehliadke a tlakovej skúške sa spracuje zápis.

11.4.1 Prehliadka

Pred tlakovou skúškou sa skontroluje potrubie a armatúry bez tepelnej izolácie, s nezakrytými drážkami a kanály. Prehliadkou sa kontroluje, či je vnútorný vodovod pripravený podľa projektu v súlade s ustanoveniami technických noriem, s hygienickými predpismi a podmienkami stanovenými pri povolení stavby. Závady zistené pri prehliadke sa musia odstrániť ešte pred tlakovou skúškou potrubia.

11.4.2 Tlaková skúška

Pred tlakovou skúškou je potrebné všetky úseky vodovodu prepláchnuť zdravotne nezávadnou vodou a súčasne sa musí na najnižšom mieste odkaliť. Tlakové skúšky vnútorného vodovodu prebiehajú podľa rozsahu vodovodu vcelku alebo po častiach. Ide o:

- a) tlakovú skúšku potrubia,
- b) konečnú tlakovú skúšku vnútorného vodovodu

Pri tlakovej skúške potrubia sa skúšajú len potrubné rozvody (bez tepelnej izolácie, bez výtokových a poistných armatúr, PO ventilov apod.). Potrubie sa skúša zdravotne nezávadnou vodou 1,5násobkom prevádzkového tlaku, najmenej však pretlakom 1,0 MPa. Skúšobný pretlak nesmie klesnúť za 900 sekúnd o viac ako 0,05 MPa. Na potrubí nesmie byť v priebehu skúšky zistený žiadny únik vody. Ak sa zistí väčší pokles skúšobného pretlaku, musí sa závada odstrániť a skúška zopakovať.

Konečná tlaková skúška vnútorného vodovodu musí prebehnúť po izolácii potrubia a po montáži príslušenstva, zariadení, predmetov, prístrojov a zariadení (výtokové a poistné armatúry, PO ventily, čerpacie agregáty, zariadenia pre prípravu teplej vody atď.). Pri konečnej tlakovej skúške sa vodovod skúša zdravotne nezávadnou vodou prevádzkovým pretlakom, najmenej však 0,7 MPa. Skúšobný pretlak nesmie klesnúť za 900 sekúnd o viac ako 0,05 MPa. Ak sa zistí väčší pokles skúšobného pretlaku, musí sa závada odstrániť a skúška zopakovať.

