



CAMPRI, spol. s r.o., Novozámocká 388, 951 12 Ivanka pri Nitre

TECHNICKO - MONTÁŽNY POSTUP HD - PE RÚR

Výrobná a obchodná prevádzka: Hlohovecká 13, 951 41 Lužianky

Výroba: Tel: 037/ 77 83 046
Tel./Fax: 037/ 77 83 048

Obchod: Tel./Fax: 037/ 656 41 37, 38, 39, 40

0903 481 716
0903 575 747
0903 703 359
0903 806 813
0911 895 180
0911 895 181

E - mail: campri@campri.sk
www.campri.sk

Posledná aktualizácia: 11.2.2010

OBSAH

1 Úvod

1.1 Platné a obdobné medzinárodné normy

1.2 Súvisiace právne predpisy

2 Materiál

2.1 Fyzikálno-mechanické vlastnosti materiálov na výrobu rúr

2.2 Životnosť

2.3 Chemické vlastnosti PE rúr

3 Sortiment PE rúr

4 Realizácia potrubných vedení

4.1 Dimenzovanie potrubia

4.2 Teplotná rozťažnosť

4.3 Uchytávanie potrubia

4.4 Spôsoby spájania

4.5 Elektrofúzne zváranie

4.5.1 Pokyny pre inštaláciu pri elektrofúznom zváraní

4.5.2 Postup montáže pri elektrofúznom zváraní

4.5.3 Pokyny pre inštaláciu elektrofúznych sediel

4.6 Pokládka a zásyp PE rúr

4.6.1 Bezvýkopová technológia pokládky HDPE rúr

5 Tlaková skúška

6 Balenie, skladovanie a preprava PE rúr a manipulácia s nimi

7 Ekologické aspekty

1 Úvod

Pre stavbu potrubných systémov ponúka spoločnosť CAMPRI, spol. s r.o. široký sortiment rúr z materiálov – PE 40, PE 80, PE 100 vyrábaných podľa požiadaviek normy STN EN 12 201-2:2004. Táto mnohotvárnosť zohráva významnú úlohu pri uspokojovaní špecifických požiadaviek zákazníkov rôznych kategórií.

Nové technologické linky nám umožňujú vyrábať rúry od Ø 16 mm - Ø 400 mm v tlakových radoch PN 6 až PN 16. Rúry sú vyrábané v stavebných dĺžkach 6 m, 9 m a 12 m, menšie priemery rúr od Ø 16 mm až Ø 110 mm môžu byť navíjané do kotúčov so stavebnými dĺžkami 50 m - 200 m, resp. v dĺžkach podľa požiadaviek zákazníka. Rúry v jednotlivých tlakových radoch sú vyrábané z materiálov typu PE 40, PE 80, PE 100 s rozdielnou minimálnou pevnosťou materiálu (MRS) a konštrukčným napätím σ_s . Rúry vyrábame vo farbe modrej a čiernej s modrými pásmi pre vodovodný systém alebo s hnedými pásmi pre kanalizačný systém.

HD - PE tlakové rúry CL* PE 100 s ochrannou vrstvou ako aj PE 100 plus SC umožňujú dosiahnuť zvýšenie úžitkových vlastností inžinierskych sietí pri súčasnom znížení nákladov.

Ponúkame Vám rúry, ktoré je možné uložiť takmer do akéhokoľvek výkopu, nevyžadujú pieskový podsyp a zásyp, možno ich zasypať zeminou z výkopu. Rúry PE 100 plus SC vyrábame v priemeroch Ø 16 mm - Ø 400 mm a rúry CL* PE 100 v priemeroch Ø 32 mm - Ø 110 mm, v dĺžkach 6 m, 9 m, 12 m v paletách alebo navíjané v kotúčoch štandardne v dĺžkach 50 m – 100 m. Potrubie je z materiálu PE 100, ktorý zaručuje vysokú odolnosť proti mechanickému poškodeniu a rýchlemu i pomalému šíreniu trhliny. Vonkajšia vrstva je z vysoko odolného HD - PE modrej farby PE 125 a tvorí 10% z celkovej hrúbky steny. Táto vrstva znižuje namáhanie rúry a chráni ju pred prípadným poškodením pri skladovaní, transporte alebo pokládke. Umožňuje pokládku do kamenitej zeminy bez použitia pieskového lôžka, na základe čoho je pokládka rýchlejšia a lacnejšia. Vrstvy sú neoddeliteľne spojené, pevné, preto nedochádza k ich separácii.

Používanie plastov na rozvody má mnoho výhod, z ktorých najvýznamnejšie sú:

- plasty nekorodujú
- vyššia odolnosť proti usadzovaniu vodného kameňa
- vysoká životnosť
- zdravotná nezávadnosť
- jednoduchá a rýchla montáž
- nízka hmotnosť
- chemická odolnosť

Tento postup poskytuje základné informácie o potrubných systémoch z polyetylénu (ďalej PE), jeho sortimente, fyzikálno-mechanických vlastnostiach a základných zásadách pri aplikácii.

1.1 Platné a obdobné medzinárodné normy

V súčasnosti sa rúry vyrábajú v zmysle požiadaviek STN EN 12 201 – 2: 2004 Plastové potrubné systémy na zásobovanie vodou. Polyetylén (PE). Rúry.

- STN EN 728: 2001 Potrubné a ochranné rúrové systémy z plastov. Rúry a tvarovky z polyolefínov. Stanovenie oxidačno – indukčného času.
- STN EN ISO 1167-1: 2006 Rúry, tvarovky a zostavy z termoplastov na dopravu tekutín. Stanovenie odolnosti proti vnútornému tlaku. Časť 1: Metóda všeobecne.
- STN EN 12 201-1: 2004 Plastové potrubné systémy z polyetylénu (PE) na zásobovanie vodou. Časť 1: Všeobecné požiadavky.
- STN EN 12 201-3: 2004 Plastové potrubné systémy z polyetylénu (PE) na zásobovanie vodou. Časť 3: Tvarovky.
- STN EN 12 201-5: 2004 Plastové potrubné systémy z polyetylénu (PE) na zásobovanie vodou. Časť 5: Vhodnosť systému pre daný účel.
- STN ISO 13953: 2002 Rúry a tvarovky z polyetylénu (PE). Stanovenie pevnosti v ťahu spojov zváraných na tupo.
- STN ISO / TR 10538 Rúry a tvarovky z plastov. Klasifikačné tabuľky kombinovanej chemickej odolnosti.
- STN EN ISO 1133: 2001 Plasty. Stanovenie hmotnostného indexu toku taveniny (MFR) a objemového indexu toku taveniny (MVR) termoplastov.
- STN EN 13 067:2004 Personál na zváranie plastov, kvalifikačné skúšky zváračov, zvárané zostavy z termoplastov.

1.2 Súvisiace právne predpisy

Zákon č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch v znení neskorších predpisov.

Nariadenie EP a ES 178/2002

Smernica 2007/19 /ES

Smernica 2009/975/ES

Zákon č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 436/2001, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Zákon č. 514/2001 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov.

Vyhláška č. 29/2002 Z. z. o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody.

2 Materiál

Tabuľka 1: Fyzikálno-mechanické vlastnosti PE.

Vlastnosti	Jednotka	PE 40	PE 80	PE 100
Hustota	kg/m ³	925-940	946-956	950-960
Index toku taveniny pri 2,16 kg 190 °C (pri 5 kg, PE 80 0,5-0,7, PE 100 0,15-0,25)	g/10 min	0,2-0,4	0,05-0,1	<0,15
Modul pružnosti v ohybe, 1 min	MPa	120	750	1200
Pevnosť na medzi klzu v ťahu	MPa	≥10	≥19	25
Pevnosť v ťahu pri pretrhnutí	MPa	≥14	≥29	38
Ťažnosť pri pretrhnutí	%	≥400	≥500	>600
Teplota mäknutia podľa Vicata (1kg)	°C	92	≥118	127
Povrchový elektrický odpor	Ω	>10 ¹²	10 ¹⁴	11 ¹⁴
Teplota vodivosti	W/m°C	0,35	0,42	0,38
Koeficient dĺžkovej tepelnej rozťažnosti	mm/m°C	0,2	0,2	0,13
Max. ťahová sila na prierezovú plochu pri zaťahovaní potrubia (relining)	kN/cm ²	0,8	0,8	0,8

2.1 Fyzikálno-mechanické vlastnosti materiálov na výrobu rúr

Na výrobu rúr sa používa polyetylén, ktorý je stabilizovaný vhodným stabilizátorom zaručujúcim dlhodobú životnosť rúr a tvaroviek a iných komponentov v zmysle záväzného opatrenia Ministerstva zdravotníctva SR.

Výrobky spĺňajú požiadavky príslušných hygienických a zdravotných predpisov na styk s požívatinami.

Pevnostné vlastnosti rúr a tvaroviek sú stanovené tzv. pevnostnou izotermou.

2.2 Životnosť

Deklarovaná životnosť potrubného systému z PE je až 100 rokov pri prevádzkovej teplote prepravovaného média do 20° C a pri maximálnom prípustnom pracovnom tlaku rovnajúcom sa PN. Pri vyšších prevádzkových teplotách od 20° C – 40° C a pri zachovaní životnosti 50 rokov musí byť pre výpočet prevádzkového tlaku PFA použitý doplnkový znižujúci faktor f_t (tabuľka 2), pričom platí tlak v baroch.

Pri teplote 60° C sa jedná o beztlakovú aplikáciu. Z pevnostnej izotermy bola pre maximálne prevádzkové tlaky pri rôznych teplotách a pre celkový prevádzkový koeficient bezpečnosti $C=1,25$ stanovená životnosť rúr.

Tabuľka 2

Faktor teploty	ft	ft	ft	ft	ft
	20° C	25° C	30° C	35° C	40° C
PE 100	1	0,93	0,87	0,80	0,74
PE 80	1	0,90	0,81	0,72	0,62
PE 40	1	0,82	0,65	0,47	0,30

Označenie materiálu	MRS (MPa)	Σ s (MPa)	C
PE 100 (HDPE)	10	8	1,25
PE 80 (HDPE)	8	6,3	1,25
PE 40 (LDPE)	4	3,2	1,25

$$PFA = f_t \times f_A \times PN$$

Kde: f_t = koeficient podľa tabuľky 2
 f_A = redukčný koeficient (pre vodu = 1)
 PN = menovitý tlak

2.3 Chemické vlastnosti PE rúr

Požiadavky na odolnosť PE rúr proti chemikáliám sú uvedené v norme STN ISO / TR 10358 – Rúry a tvarovky z plastov. Klasifikačné tabuľky kombinovanej chemickej odolnosti.

3 Sortiment rúr

Rozmerové rady PE 100

Menovitý vonkajší priemer d_e	PE – HD PE 100							Balenie	
	SDR 26 PN 6		SDR 17 PN 10		SDR 11 PN 16		Tyče		
mm	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť v $kg.m^{-1}$	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť v $kg.m^{-1}$	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť v $kg.m^{-1}$			
16					1,8	0,083		N	
20					2,0	0,117		N	
25			2,0	0,138	2,3	0,171		N	
32			2,0	0,194	3,0	0,278	T	N	
40			2,4	0,295	3,7	0,430	T	N	
50	2,0	0,314	3,0	0,453	4,6	0,666	T	N	
63	2,5	0,494	3,8	0,720	5,8	1,053	T	N	
75	2,9	0,675	4,5	1,015	6,8	1,471	T	N	
90	3,5	0,978	5,4	1,460	8,2	2,131	T	N	
110	4,2	1,420	6,6	2,172	10,0	3,161	T	N	
125	4,8	1,841	7,4	2,749	11,4	4,100	T		
140	5,4	2,320	8,3	3,478	12,7	5,116	T		
160	6,2	3,040	9,5	4,728	14,6	6,707	T		

180	6,9	3,800	10,7	5,734	16,4	8,478	T	
200	7,7	4,700	11,9	7,084	18,2	10,455	T	
225	8,6	5,890	13,4	8,986	20,5	13,266	T	
250	9,6	7,300	14,8	11,012	22,7	16,275	T	
280	10,7	9,100	16,6	13,835	25,4	20,404	T	
315	12,1	11,600	18,7	17,519	28,6	26,058	T	
355	13,6	14,600	21,1	22,100	32,2	32,500	T	
400	15,3	18,600	23,7	28,180	36,3	41,625	T	

Rozmerové rady PE 100 plus SC

Menovitý vonkajší priemer d_e v mm	PE - HD PE 100 plus SC								Balenie	
	SDR 26 PN 6		SDR 17 PN 10		SDR 11 PN 16		SDR 9 PN 20		Tyče	Návin
	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť kg.m ⁻¹	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť kg.m ⁻¹	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť kg.m ⁻¹	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť kg.m ⁻¹		
16					1,8	0,083				N
20					2,0	0,117	2,3	0,133		N
25					2,3	0,171	2,8	0,200		N
32			2,0	0,194	3,0	0,278	3,6	0,327		N
40			2,4	0,295	3,7	0,430	4,5	0,509		N
50	2,0	0,314	3,0	0,453	4,6	0,666	5,6	0,788		N
63	2,5	0,494	3,8	0,720	5,8	1,053	7,1	1,260		N
75	2,9	0,675	4,5	1,015	6,8	1,471	8,4	1,760		N
90	3,5	0,978	5,4	1,460	8,2	2,131	10,1	2,540	T	N
110	4,2	1,420	6,6	2,172	10,0	3,161	12,3	3,780	T	N
125	4,8	1,841	7,4	2,749	11,4	4,100	14,0	4,870	T	
140	5,4	2,320	8,3	3,478	12,7	5,116	15,7	6,110	T	
160	6,2	3,040	9,5	4,728	14,6	6,707	17,9	7,960	T	
180	6,9	3,800	10,7	5,734	16,4	8,478	20,1	10,10	T	
200	7,7	4,700	11,9	7,084	18,2	10,455	22,4	12,40	T	
225	8,6	5,890	13,4	8,986	20,5	13,266	25,2	15,80	T	
250	9,6	7,300	14,8	11,012	22,7	16,275	27,9	19,40	T	
280	10,7	9,100	16,6	13,835	25,4	20,404	31,3	24,30	T	
315	12,1	11,600	18,7	17,519	28,6	26,058	35,2	30,80	T	
355	13,6	14,600	21,1	22,100	32,2	32,500	39,7	39,10	T	
400	15,3	18,600	23,7	28,180	36,3	41,625	44,7	49,60	T	

Rozmerové rady CL*PE 100

Rozmerové rady PE 40

Menovitý vonkajší priemer d_e	PE - HD CL* PE 100				Menovitý vonkajší priemer d_e	PE - LD PE 40				Balenie v m
	SDR 17 PN 10		SDR 11 PN 16			SDR 11 PN 6		SDR 7,4 PN 10		
mm	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť v kg.m^{-1}	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť v kg.m^{-1}	mm	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť v kg.m^{-1}	Hrúbka steny e v mm	Hmotnosť v kg.m^{-1}	
32	2,0	0,194	3,0	0,278	16	1,8	0,082			
40	2,4	0,295	3,7	0,430	20	2,0	0,125	3,0	0,159	200
50	3,0	0,453	4,6	0,666	25	2,3	0,163	3,5	0,236	200
63	3,8	0,720	5,8	1,053	32	3,0	0,272	4,4	0,387	100
75	4,5	1,015	6,8	1,471	40	3,7	0,421	5,5	0,590	100
90	5,4	1,460	8,2	2,131	50	4,6	0,652	6,9	0,921	50
110	6,6	2,172	10,0	3,161	63	5,8	1,031	8,6	1,447	50

3.1 Vzájomný vzťah medzi PN, MRS, S a SDR

Vzájomný vzťah medzi PN, σ_s a S/SDR je znázornený nasledujúcimi rovnicami:

$$PN = \frac{10 \sigma_s}{S}$$

alebo

$$PN = \frac{20 \sigma_s}{SDR - 1}$$

$$SDR = \frac{d_n}{e_n}$$

PN - menovitý tlak v baroch

σ_s - konštrukčné napätie v MPa

S/SDR - rúrové rady

d_n - menovitý vonkajší priemer

e_n - hrúbka steny

Vzájomný vzťah medzi PN, MRS, S a SDR je založený na:

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

MRS - minimálna požadovaná pevnosť v ťahu

C (celkový prevádzkový koeficient bezpečnosti) = 1,25

4 Realizácia potrubných vedení

Každá konkrétna realizácia PE potrubného vedenia by mala byť uskutočňovaná na základe projektu, v ktorom by malo byť zohľadnené nasledovné:

- správne určenie potrebnej dimenzie potrubia,
- zohľadnenie väčšej teplotnej rozťažnosti plastov,
- uloženie, uchytenie potrubia, kompenzácia dĺžkovej rozťažnosti,
- izolovanie.

4.1 Dimenzovanie potrubia

Jednou z hlavných výhod plastových potrubí sú ich výborné hydrodynamické vlastnosti. Predovšetkým hladký povrch vnútorných stien rúr a ich nekorodovanie. Pri použití plastových rúr možno voliť o 1 dimenziu menšie rúry ako pri pozinkovaných rúrach a aj zdanlivo malý vnútorný priemer rúr zabezpečuje väčší prietok ako pozinkované rúry zodpovedajúcej dimenzie. Navyše, s rastúcou dobou prevádzky sa prietoky ocelových potrubí inkrustáciou (zarastaním) ešte znižujú, kým u plastových rúr zostávajú stále rovnaké.

Tlaková strata v priamej rúre: Δp_r

$$\Delta p_r = (L \times v^2 \times \gamma \times \lambda) / (d_i \times 2)$$

L - dĺžka rúry (m)

v - stredná rýchlosť prúdenia (m/s)

γ - špecifická hmotnosť prúdiaceho média (kg/m^3)

λ - koeficient drsnosti PE rúr pre pitnú vodu je 0,02

d_i - vnútorný priemer rúry (m)

Tlaková strata v tvarovke: Δp_f

$$\Delta p_f = (9 \times v^2 \times \gamma) / 2$$

9 - koeficient odporu tvaroviek je 0,5 – 1,5

Tlaková strata v armatúrach: Δp_a

Tlaková strata v spojoch: Δp_v

Celková tlaková strata:

$$\Delta p_{\text{celk}} = \Delta p_r + \Delta p_f + \Delta p_a + \Delta p_v$$

4.2 Teplotná rozťažnosť

Z pohľadu požiarnej klasifikácie sú rúry z PE v zmysle STN EN 13501-1:2007 zaradené do triedy horľavosti F.

Popri všetkých nesporných výhodách plastových rozvodov treba upozorniť aj na jednu vlastnosť, ktorá by mohla pri jej zanedbaní spôsobiť určité problémy. Je všeobecne známe, že plasty majú v porovnaní s kovmi značne väčšiu teplotnú rozťažnosť. Znamená to, že zvyšovaním teploty dochádza k zväčšovaniu dĺžky potrubia, a naopak, znižovaním teploty sa potrubie skracuje. Kvantitatívne teplotnú rozťažnosť možno vyjadriť koeficientom teplotnej dĺžkovej rozťažnosti α , ktorý udáva závislosť dĺžky od zmeny prevádzkovej teploty. Ak uvedieme, že pre PE $\alpha = 0,2 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$, znamená to, že rúra dĺžky 1 m, pri zvýšení teploty o 1°C sa predĺži o 0,2 mm.

Pre zmenu dĺžky potrubia platí vzťah :

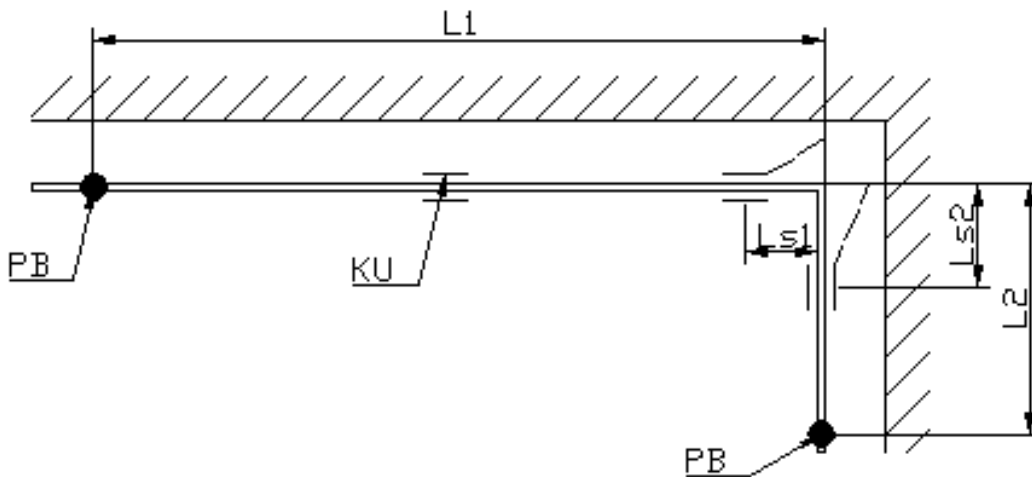
$$\Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

Ak zoberieme ako príklad rúru dĺžky $L = 4 \text{ m}$ a zmenu teploty $\Delta t = 35^\circ \text{ C}$ (prevádzková teplota 55° C - teplota pri montáži 20° C) dostaneme výslednú dĺžkovú zmenu nasledovne :

$$\Delta L = 35 \times 0,20 \times 4 = 28 \text{ mm}$$

Na tomto príklade môžeme vidieť, že tento faktor nemožno pri vnútorných rozvodoch podceňovať a pri montáži s ním treba rátať. Podcenenie tejto vlastnosti môže mať za následok v lepšom prípade zvltnie potrubia (najmä pri vedení na povrchu), v extrémnych prípadoch môže dôjsť aj k havárii celého systému. Najjednoduchším a najčastejším riešením je dĺžková kompenzácia vonkajšieho vedenia smerovou zmenou. Prakticky to znamená, že musí byť zabezpečené, aby potrubie bolo v určitej dĺžke voľne pohyblivé.

Dĺžka L predstavuje vzdialenosť od posledného pevného bodu uchytenia rúry (PB) po zmenu smeru (napr. koleno). Všetky ostatné uchytenia medzi týmito dvomi miestami musia byť riešené ako klzné uchytenia (KU). Schematicky je znázornenie nasledovné :

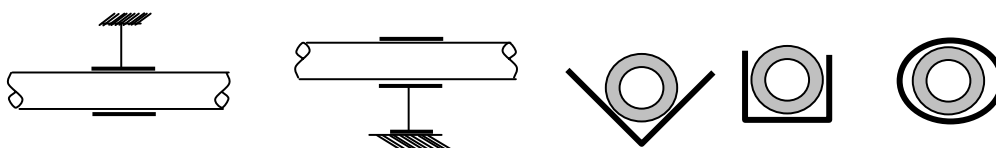


Dĺžková kompenzácia smerovou zmenou ↗

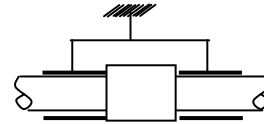
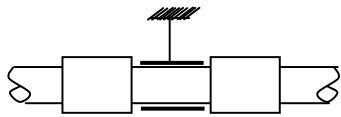
Dĺžka ohybového ramena v mm: $L_s = K \times \Delta L$

Legenda: PB = pevný bod
 KU = klzné uloženie
 L = výpočtová dĺžka potrubia
 L_s = kompenzačná dĺžka
 K = materiálový koeficient pre PE platí 26

Klzné uloženie zabezpečuje, aby potrubie nevybočilo z osi trasy, ale umožňuje voľný osový dilatačný pohyb. Typickým príkladom je tzv. voľná objímka. Pevné uchytenie obmedzuje aj osový dilatačný pohyb. Najjednoduchší pevný spoj možno vytvoriť pomocou spojky a dvoch objímok. Rozdiel medzi pevným a klzným uchytením je znázornený na nasledujúcich obrázkoch.

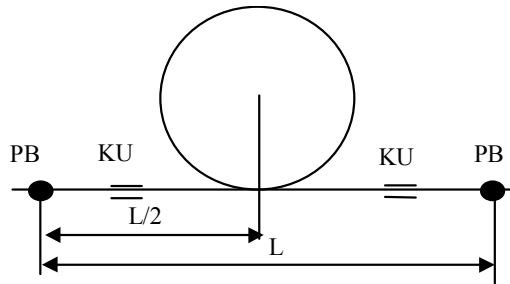


Klzné uchytenie (KU)

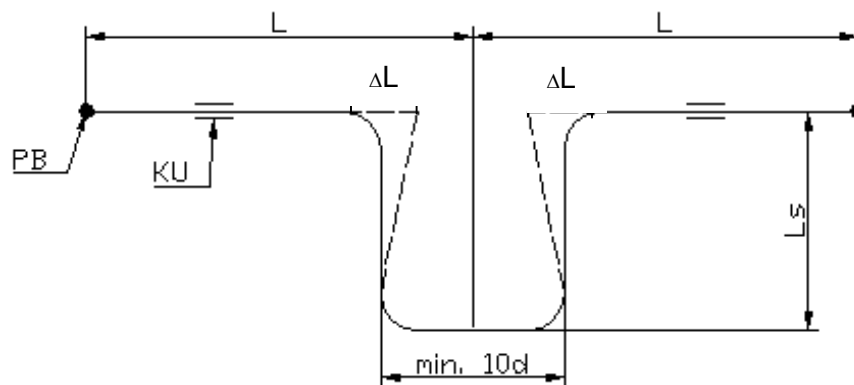


Pevný bod (PB)

V niektorých prípadoch nie je možné uvedený spôsob použiť, napr. v prípade veľmi veľkej dĺžky L . V takomto prípade treba použiť kompenzačnú slučku alebo kompenzačný oblúk, ktorého montáž je pomerne jednoduchá.



Kompenzačná slučka



Dĺžková kompenzácia vytvorením tzv. U- kompenzátora

Kompenzačná schopnosť slučiek:

Priemer d_e (mm)	Max. predĺženie (mm)
20	80
25	65
32	55
40	45

Pri montáži rozvodov dochádza často k potrebe obchádzať rôzne prekážky v trase (ako napr. stĺpy, preklady, nosníky a pod.), čím vytvoríme tzv. U-kompenzátor a docielime tak potrebnú dĺžkovú kompenzáciu.

Zmena smeru PE potrubia

Ku zmene smeru potrubia sa používajú príslušné tvarovky. Nie je dovolené prevádzať tvarovanie rúr na stavbe tvarovaním rúr za tepla. Pružnosť PE rúr však dovoľuje previesť zmenu smeru alebo kopírovať terén tvorbou oblúku R, pre ktorý v závislosti od teploty platí:

Teplota:	20 °C	10 °C	0 °C
Polomer oblúku:	$20 \times d_e$	$35 \times d_e$	$50 \times d_e$

d_e = vonkajší priemer potrubia

Rozvody vonkajších vodovodných potrubí sa ukladajú v prevažnej miere do výkopu. V zásade hĺbka uloženia rozvodu musí byť väčšia ako stanovená min. hĺbka podľa teplotného pásma STN 75 5401 – Navrhovanie vodovodných potrubí. Tvar samotného výkopu pre pokládku rozvodov stanovuje STN 73 3050 – Zemné práce. Šírka ryhy je závislá i na technológii zvárania z dôvodu minimálnej šírky pracovného priestoru pre zváranie.

4.3 Uchytávanie potrubia

Pre vzdialenosť uchytávania potrubia PN 10 platia údaje v tabuľke 3. Pre rúry PN 16 možno pridať 10 % a pre tlakový rad PN 20 pridávame 20 % k uvedeným hodnotám. Z tabuľky 3 vyplýva, že v porovnaní s oceľovými rúrami vyžadujú plasty viac montážnych príchytiek, resp. konzol podopierajúcich potrubie. Niekedy je výhodné použitie rôznych žľabov, v ktorých môže byť voľne uložených niekoľko rúr.

Tabuľka 3: *Vzdialenosť uchytení v závislosti od prevádzkovej teploty pre PN 10.*

Priemer d_e (mm)	Vzdialenosti uchytení v závislosti od prevádzkovej teploty v mm pri teplote:				
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
20	800	750	700	700	650
25	850	850	850	800	750
32	1000	950	980	900	850
40	1100	1100	1050	1000	950
50	1250	1200	1150	1100	1050
63	1400	1350	1300	1250	1200
75	1550	1500	1450	1350	1300
90	1650	1650	1550	1500	1450
110	1850	1800	1750	1650	1600
125	2000	1900	1850	1800	1700

4.4 Spôsoby spájania

Okrem vyššie spomínaného spôsobu spájania jednotlivých prvkov pomocou rozoberateľných plastových spojov s plastovými hrdlami, ktoré sa používajú v prípade potreby rozoberania daného spoja, bežnou metódou spájania je zváranie.

Rúry a tvarovky z PE sa navzájom spájajú tepelným zváraním v zmysle STN EN 13067: 2004 Personál na zváranie plastov, kvalifikačné skúšky zváračov, zvárané zostavy z termoplastov.

Najčastejšie metódy zvárania sú: v zmysle EN 13067 zváranie na tupo, polyfúzne zváranie a zváranie elektrotvarovkami.

- ✓ Zváranie na tupo je vhodné predovšetkým pri väčších priemeroch. Táto metóda vyžaduje použitie zvaracieho zariadenia, ktoré zaručuje presné rezanie navzájom spájaných častí, dodržanie súosovosti pri zváraní a možnosť presného nastavenia a kontroly potrebných parametrov.
- ✓ Teploty okolia pre zváranie doporučujeme v hodnote od +5 °C. Pri nižších teplotách môžeme zvärať za podmienky použitia ochranného prístrešku v mieste zvárania. Tento musí byť temperovaný a musí zabezpečiť ochranu voči vplyvom počasia, predovšetkým atmosférickej vlhkosti. Zváranie elektrotvarovkami je najprogressívnejší spôsob.

Uvedené spôsoby spájania v odseku 4.4 platia pre rúry HD - PE, HD - PE CL* PE 100 s ochrannou vrstvou a pre HD - PE PE 100 plus SC.

4.5 Elektrofúzne zváranie

Ide o najrozšírenejší spôsob zvárania plastov, ktorý je založený na vzájomnom spojení vonkajšieho povrchu rúry a vnútorného povrchu tvarovky. Zváranie elektrofúziou môžu vykonávať iba oprávnené osoby. Nasledujúce pokyny sú všeobecné a nenahrádzajú požadovanú prax, aká je poskytnutá v odbornom kurze.

4.5.1 Pokyny pre inštaláciu pri elektrofúznom zváraní

- Pripravte rúru bezprostredne pred inštaláciou.
- Tvarovky sú zabalené v ochrannom plastovom obale a mali by zostať zabalené až do momentu použitia. Tento plastový obal je možno použiť na pridržiavanie tvarovky počas inštalácie, aby sa zabránilo jej znečisteniu.
- Nikdy neskladujte tvarovky v dosahu priameho slnečného svetla.
- Skontrolujte kompatibilitu SDR medzi potrubím a tvarovkami.
- Pred očistením rúry najprv odmerajte hĺbku nasunutia tvarovky, pridajte 20 mm a toto je správna dĺžka, ktorá sa vyznačí na rúre pre očistenie.
- Na čistenie špinavých rúr a tvaroviek použite čistú, nie farebnú, suchú handru, na ktorej nie sú chuchvalce vlákien alebo špeciálne čistiace utierky a použite čistiaci prostriedok schválený pre zváranie elektrofúziou. Pred očistením musí byť povrch rúry alebo tvarovky suchý.
- Vyvarujte sa akéhokoľvek opätovného znečistenia pripravených povrchov. Nedotýkajte sa rukami vnútra tvarovky alebo povrchov očistenej rúry. Vo vlhkých a veterných podmienkach použite prístrešok.
- Odrezanie rúry v pravom uhle a hĺbka zasunutia rúry sú nesmierne dôležité. Ak rúra nie je odrezaná v pravom uhle alebo nie je zasunutá na doraz, môže to mať za následok nepokrytie žhaviaceho drôtu. Toto môže viesť ku krátkemu spojeniu, prehriatiu, neovládateľnému taveniu a dokonca až k náhlemu vznieteniu.

Proces zvárania možno vykonávať iba v prostredí, kde nie je prítomný plyn. Nakoľko zvarací prístroj je elektrický, v priebehu spájania existuje riziko vznietenia.

4.5.2 Postup montáže pri elektrofúznom zváraní

- Konce rúry musia mať rovný pravouhlý rez.
- Odstráňte z koncov rúry akékoľvek drsné okraje alebo hobliny.
- Očistite konce rúry zvonku aj zvnútra určeným schváleným čistiacim prostriedkom, aby ste odstránili špinu alebo nečistoty a nechajte uschnúť.

- Odmerajte hĺbku nasunutia a očistite rúru až po značku merania a odstráňte všetku oxidáciu a nečistoty. Pokiaľ možno, použite rotačnú škrabku. Jedna vrstva povrchu rúry má byť odstránená. Nepoužívajte kovové pilníky ani šmirgľový papier.
- Vyberte tvarovku z plastového obalu. Nasúvajte tvarovku na rúru, až kým dosiahne stredové zarážky. Skontrolujte značku merania pre správnu hĺbku zasunutia. Ak rúru nemožno správne zasunúť do tvarovky kvôli jej ovalite, rúru bude potrebné znovu uviesť do kruhovitého tvaru pomocou zakružovacích svoriek. Na redukciu nadrozmernej rúry použite rotačnú škrabku.
- Opakujte tieto kroky aj pre opačný koniec tvarovky.
- Aby ste zachovali správnu hĺbku zasunutia, použite vhodný upínací nástroj, aby ste rúru znehybnili a zabránili pnutiam na spoji počas taviaceho cyklu.
- Zablokujte konce rúry, aby ste zastavili prúd vzduchu prúdiaci naprieč rúrou.
- Keď je tvarovka správne upnutá, pridržajte sa pokynov na obsluhu dodávaných spolu so zväračkou, aby ste dokončili proces zvárania.
- Ubezpečte sa, že doba zvárania uvedená na zväračke je taká istá, ako na tvarovke.
- Odstráňte upínací nástroj až po uplynutí doby ochladnutia (ako je uvedená na tvarovke).
- Nevystavujte systém tlaku pred uplynutím doby uvedenej v tabuľke 4.

Tabuľka 4

d_e (mm)	minúty
20 - 63	20
75 - 110	30
125 - 140	45
160 - 180	70
200 - 250	80
280 - 355	90
400 - 560	150

Doba spojenia v tabuľke predstavuje min. dobu potrebnú na homogénne molekulárne spojenie oboch dielov. Počas tejto doby musia byť zvárané diely fixované v pevnej, nemennej polohe. Napriek tomu, že uvedený postup je pomerne jednoduchý a nemali by sa pri jeho dodržaní vyskytnúť žiadne problémy, pre profesionálnu prácu sa doporučuje zaškolenie pracovníkov pre polyfúzne zváranie v niektorom z kurzov vo Výskumnom ústave zväračskom – Priemyselný inštitút SR v Bratislave.

4.5.3 Pokyny pre inštaláciu elektrofúzných sediel

- Očistite konce rúry zvonku aj zvnútra určeným schváleným čistiacim prostriedkom, aby ste odstránili špinu alebo nečistoty a nechajte uschnúť.
- Označte miesto na rúre, kde sa má namontovať sedlová odbočka – v dĺžke najmenej 150 mm. Vyznačte strednú čiaru. Vyznačte čiary na povrchu rúry kolmé na smer očistenia, 20 mm za plochou sedla. Očistite povrch rúry o jednu vrstvu alebo do hĺbky okolo 0,3 mm, podľa možnosti pomocou rotačnej škrabky.
- Vyberte sedlovú odbočku z vrecka a upevnite ju na očistený a čistý povrch rúry. Rovnomerne utiahnite skrutky, až kým sa horná a spodné časti nedotýkajú. Použite hlboký nástrčný kľúč na utiahnutie skrutiek pre rozmery 180 mm a menej.
- Keď je sedlová odbočka správne utiahnutá, pridržajte sa prevádzkových pokynov dodávaných spolu so zväračkou, aby ste dokončili proces zvárania.
- Ubezpečte sa, že doba zvárania na zväračke je taká istá ako na sedlovej odbočke.
- Nevystavujte systém navíťovacích sedlových odbočiek tlaku a nevyrezávajte otvor v rúre pred uplynutím dôb uvedených v tabuľkách 5 a 6.

Navrŕtavacia sedlová odbočka, odbočkový prechod, balónovacie sedlo.

Tabuľka 5

d_e (mm)	minúty
40 - 80	20
200 - 250	30

Výstup navrŕtavacej sedlovej odbočky d ≥ 90.

Tabuľka 6

d_e (mm)	minúty
90 - 160	25
180 - 250	30

4.6 Pokládka a zásyp PE rúr

Postup pokládky pre PE rúry je rovnaký ako pre PVC rúry. Pri uložení rúr v zemi nie je potrebné používať kompenzátory tepelnej rozťažnosti. Pre prípadné statické výpočty platí maximálna dlhodobá hodnota deformácie rúr: 10% vonkajšieho priemeru d_e. Rúry sa ukladajú do zhutneného pieskového lôžka. Nie na zamrznutú zeminu. Rúra musí na teréne ležať po celej dĺžke (uhol uloženia väčší ako 90°). Pri pokládke navinutých rúr je treba pamätať na ich rozvinutie pri nízkych teplotách, kedy sú stuhnuté. Pre uľahčenie manipulácie pri nízkych teplotách je vhodné náviny skladovať v temperovaných miestnostiach aspoň 24 hod pred pokládkou. Pri odvíjaní rúry z náviny treba dbať na bezpečnosť pri práci, aby nedošlo k úrazu alebo ku škode uvoľneným koncom rúry.

Na zásyp rúr sa použije materiál, ktorý je možno bez problémov zhutniť. K dosiahnutiu požadovaného hutnenia sa použijú vhodné mechanizmy vid' EN 1046. Od 30 cm krytia je možné hutniť i nad rúrou.

Dobré uloženie rúry sprevádza predovšetkým dokonalé zhutnenie obsypu, čo následne ovplyvňuje rozloženie jej zaťaženia. Okolo rúr nesmie vzniknúť dutina, preto pre zásyp nemožno použiť materiál, ktorý môže počas doby meniť objem a konzistenciu. Pri použití paženia je pre kvalitu uloženia dôležitý spôsob jeho vyt'ahovania a spôsob hutnenia. Pri pokladaní v teréne so spodnou vodou je nutné zabrániť vyplavovaniu zeminy. Výkop musí byť pri pokládke bez vody.

Ku zmene smeru PE potrubia sa používajú príslušné tvarovky (kolená, T - kusy, kríže, odbočky). Pružnosť PE rúr však dovoľuje previesť zmenu smeru alebo kopírovať terén tvorbou oblúkov o polomere R (20° C = 20 x d_e). Správne vykopaná ryha výkopu môže znamenať materiálovú a časovú úsporu.

Výkopy rýh so strmými a zvislými stenami hlbšími ako 1,30 m v zastavanom území, resp. v úsekoch so súbežnou premávkou motorových vozidiel, musia byť vybavené vrúbením. V prípade nesúdržných zemín sa prípustnosť nevrúbených stien znižuje na 0,7 m.

Pri vrúbení sa používa paženie stien:

- príložné, pri suchých a súdržných zeminách do hĺbky 5 - 7 m
- záťažné, v prípadoch, kde sa očakávajú väčšie zemné tlaky, alebo pri málo súdržných zeminách
- hnané, pri silne tlačivých horninách a v nesúdržných zeminách pod hladinou podzemnej vody. V uvedenom prípade je najúčinnjšie paženie oceľovými štetovnicovými stenami.

Pri strojovom hĺbení rýh sú veľmi vhodné prenosné systémy veľkoplošného paženia s teleskopickým rozoprením (typu Emunds + Standinger). Jednotlivé diely sa spúšťajú do výkopu priebežne s hĺbením výkopu. Pri strojovom hĺbení sa vrúbenie strmých stien výkopu nemá oneskoriť o viac dní ako to uvádza príslušná norma a predpis.

V prípade, že to priestorové pomery dovoľujú, je možné od vrúbenia upustiť a hĺbiť ryhu, resp. zárez so šikmými stenami. Sklon šikmých stien sa navrhuje podľa daných geologických pomerov.

4.6.1 Bezvýkopová technológia pokládky HDPE rúr

Pri bezvýkopovej pokládke rúr z PE 100 je potrebné dodržiavať nasledovné:

- a) rúry vŕahovať do otvorov, ktorých svetlosť je minimálne o jeden rozmerový rad väčší ako vŕahovaná rúra
- b) rúry vŕahovať výlučne cez vstupné a výstupné klapky pod maximálnym uhlom 25°
- c) doporučuje sa maximálna dĺžka vŕahovania do 100 m, podmienkou je, aby bol úsek bez ohybu smeru zaŕahovania. Ak by bolo nutné meniť smer trasy, je potrebné situáciu riešiť vo vykopanej ryhe pomocou kolena, ktoré bude zvarené zo segmentov s príslušným uhlom ohybu.
- d) doporučuje sa merať silu zaŕahovania, ktorá by nemala prekročiť 0,8 kN / cm²
- e) pri zaŕahovaní PE rúr od Ø 160 mm a väčších sa doporučuje používať rad SDR 13,6

5 Tlaková skúška

Po montáži každého potrubného rozvodu je povinnosťou dodávateľa vykonať tlakovú skúšku.

Pre plastový systém platia nasledujúce pravidlá pre uskutočnenie tlakovej skúšky :

- systém sa napúšťa po uplynutí min. 2 hod. od posledného zvaru
- ďalších 12 hodín by mal byť stabilizovaný tlakom vo vodárenskej sieti
- skúšobný tlak predstavuje 1,25 – násobok prevádzkového tlaku (PN)
- začiatok skúšky min. 1 hodinu po odvzdušnení a dotlakovaní
- skúška trvá 1 hodinu
- maximálny pokles môže byť 0,02 MPa (0,2 atm)

O priebehu tlakovej skúšky musí byť vykonaný zápis (skúšobný protokol) .

Pre zváranie vodovodných plastových rozvodov sú oprávnené len osoby, ktoré absolvovali predpísaný kurz zvárania podľa technológie a účelu zvárania.

Prevádzka a údržba rozvodov sa vykonáva podľa STN 13 0108.

6 Balenie, skladovanie a preprava PE rúr a manipulácia s nimi

Rúry sú balené, skladované a prepravované v paletách s dreveným rámom, opáskované, v dĺžkach 6 m, 9 m, 12 m (tyče), respektíve navinuté v kotúčoch v dĺžkach 50 m až 200 m, príp. v iných, podľa prania zákazníka. Počty rúr v balení sú uvedené v tabuľke 7 (strana 18). Rúry pri skladovaní a preprave musia byť uložené na rovnej a čistej ploche tak, aby sa zabránilo ich poškodeniu.

Kotúče sa musia skladovať v ležatej polohe do max výšky skládky 1,5 m. Ťahanie rúr alebo kotúčov po zemi nie je povolené.

Tvarovky sa musia baliť v určitom množstve alebo ak je to potrebné jednotlivito tak, aby sa zabránilo ich poškodeniu a znečisteniu. Tvarovky sa dodávajú balené do vriec, kliebok, v kartónových krabiciach alebo na paletách previazaných páskou, prípadne bez balenia.

Pracovný postup pri manipulácii - rozoberaní palet HDPE rúr.

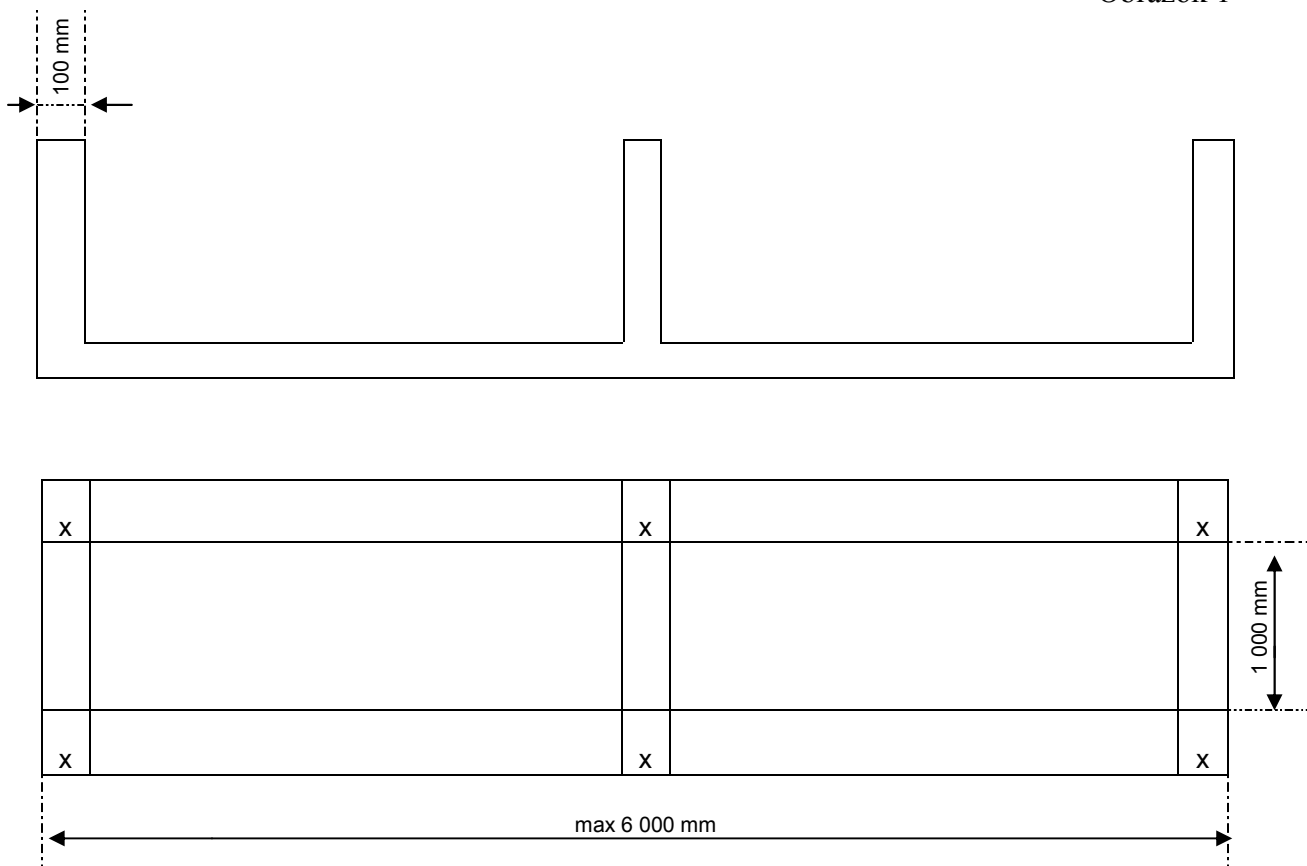
Rozmery HDPE rúr: Ø 125 mm – 400 mm

Doporučený manipulačný prípravok: 1/ Fixačný oceľový rám na uloženie celej jednej palety rúr (obrázok 1)
2/ Konzola na vysokozdvížny vozík

Pracovný postup:

- 1) Pomocou vysokozdvížneho vozíka vybaveného konzolou uložiť celú paletu s rúrami do fixačného rámu.
 - 2) Uvoľniť, resp. prestrihnúť oceľové pásy a následne aj PP pásy.
 - 3) Pomocou vysokozdvížneho vozíka postupne vyberať rúry z fixačného rámu a ukladať na miesto určenia.
- Pozn.: Rúry s priemerom menším ako Ø 180 mm je možné vyberať z fixačného rámu ručne, dvoma pracovníkmi.

Obrázok 1



7 Ekologické aspekty

Materiál používaný na výrobu rúr je recyklovateľný a zdravotne neškodný. Pri horení PE nedochádza k uvoľňovaniu zdraviu škodlivých látok, preto je jeho spaľovanie možné v bežných spaľovniach. Napriek tomu, najlepšia likvidácia odpadu je jeho recyklácia.

Tabuľka 7: Hmotnosť a počet HDPE rúr v palete, resp. hmotnosť a dĺžka HDPE rúr v návinoch.

Menovitý vonkajší priemer d_e	Hrúbka steny e	Hmotnosť	Tyče						Navíjané	
			6 bm		9 bm		12 bm		100 m návin = kg	50 m návin = kg
			1 ks = kg	ks v palete	1 ks = kg	ks v palete	1 ks = kg	ks v palete		
v mm	v mm	v kg.m-1								
16	1,8	0,083	0,50	0	0,75	0	1,00	0	8,30	4,15
20	2,0	0,117	0,70	0	1,05	0	1,40	0	11,70	5,85
25	2,0	0,138	0,83	0	1,24	0	1,66	0	13,80	6,90
25	2,3	0,171	1,03	0	1,54	0	2,05	0	17,10	8,55
32	2,0	0,194	1,16	347	1,75	347	2,33	347	19,40	9,70
32	3,0	0,278	1,67	347	2,50	347	3,34	347	27,80	13,90
40	2,4	0,295	1,77	270	2,66	270	3,54	270	29,50	14,75
40	3,7	0,43	2,58	270	3,87	270	5,16	270	43,00	21,50
50	3,0	0,453	2,72	176	4,08	176	5,44	176	45,30	22,65
50	4,6	0,666	4,00	176	5,99	176	7,99	176	66,60	33,30
63	3,8	0,720	4,32	109	6,48	109	8,64	109	72,00	36,00
63	5,8	1,053	6,32	109	9,48	109	12,64	109	105,30	52,65
75	4,5	1,015	6,09	63	9,14	63	12,18	63	101,50	50,75
75	6,8	1,471	8,83	63	13,24	63	17,65	63	147,10	73,55
90	5,4	1,460	8,76	58	13,14	58	17,52	58	146,00	73,00
90	8,2	2,131	12,79	58	19,18	58	25,57	58	213,10	106,55
110	6,6	2,172	13,03	48	19,55	48	26,06	48	217,20	108,60
110	10,0	3,161	18,97	48	28,45	48	37,93	48	316,10	158,05
125	7,4	2,749	16,49	38	24,74	38	32,99	38		
125	11,4	4,100	24,60	38	36,90	38	49,20	38		
140	8,3	3,478	20,87	33	31,30	33	41,74	33		
140	12,7	5,116	30,70	33	46,04	33	61,39	33		
160	9,5	4,728	28,37	17	42,55	17	56,74	17		
160	14,6	6,707	40,24	17	60,36	17	80,48	17		
180	10,7	5,734	34,40	17	51,61	17	68,81	17		
180	16,4	8,478	50,87	17	76,30	17	101,74	17		
200	11,9	7,084	42,50	14	63,76	14	85,01	14		
200	18,2	10,455	62,73	14	94,10	14	125,46	14		
225	13,4	8,986	53,92	11	80,87	11	107,83	11		
225	20,5	13,266	79,60	11	119,39	11	159,19	11		
250	14,8	11,012	66,07	8	99,11	8	132,14	8		
250	22,7	16,275	97,65	8	146,48	8	195,30	8		
280	16,6	13,835	83,01	8	124,52	8	166,02	8		
280	25,4	20,404	122,42	8	183,64	8	244,85	8		
315	18,7	17,519	105,11	6	157,67	6	210,23	6		
315	28,6	26,058	156,35	6	234,52	6	312,70	6		
355	21,1	22,100	132,60	4	198,90	4	265,20	4		
355	32,2	32,500	195,00	4	292,50	4	390,00	4		
400	23,7	28,180	169,08	4	253,62	4	338,16	4		
400	36,3	41,625	249,75	4	374,63	4	499,50	4		

Pozn. 1:

Rozmery palety:

Ø 16 – 63 mm = 1 000 x 300 mm

Ø 75 – 125 mm = 1 000 x 500 mm

Ø 140 – 400 mm = 1 000 x 750 mm

Pozn. 2:

Priemery potrubí od Ø 16 mm – 110 mm sú navíjané do návinov v dĺžke 50 m, 100 m, 150 m, 200 m – podľa požiadania.

Pozn. 3:

Potrubia PN 6 vyrábané v zmysle EN 12 201 – 2 – na požiadanie.