

1. ZÁKLADNÍ INFORMACE

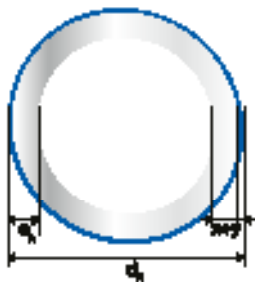
Vodovodní a kanalizační trubky Aqualine RC2 jsou vyráběny podle ČSN EN 12201 z materiálu PE100RC, jsou určeny pro tlakové a podtlakové aplikace. Jedná se o Typ 2 podle PAS1075, tzn. vícevrstvou trubku určenou pro alternativní pokládky. Manipulace, spojování i pokládka jsou stejné, trubky se liší jen barevným provedením podle použitého média.

Rozměr	dle ČSN EN 12201-2
SDR	SDR17, SDR11
MRS	10 MPa
Dimenze	d_n 32 mm - d_n 225 mm (d_n 250 mm - d_n 500 mm pod obchodním názvem Herkules)
Tlakové řady	PN10, PN16
Délky	tyče 12 m, 13,4 m (na objednávku), náviny 100 m (do DN110)

Vyráběno, schváleno a certifikováno podle ČSN EN 12201-2.

1.2. Vodovodní trubka AQUALINE RC2

Dvouvrstvá koextrudovaná trubka z PE 100RC s vnitřní černou vrstvou (90 % tloušťky stěny) a vnější modrou vrstvou (10 % celkové tloušťky stěny).



e_n tloušťka stěny stanovená ČSN EN 12 201
 x, y tloušťka jednotlivých vrstev stěny o celkové tloušťce dané ČSN EN 12 201
 $x + y = e_n$, $x : y = 90 : 10$

Základní použití:

- Potrubí Aqualine RC2 je určeno pro tlakovou dopravu pitné vody a pro podtlakové aplikace do podtlaku 0,08MPa (0,8bar), tj. pro absolutní tlak 0,02 MPa/20 °C.
- Jsou vhodné pro objekty kritické infrastruktury.
- Určeno pro pokládku do otevřeného výkopu bez pískového lože a méně náročné bezvýkopové metody pokládky.

1.4. Rozměry a váha trubek

d_n [mm]	PN 10 • SDR 17		PN 16 • SDR 11	
	e_n [mm]	[kg/bm]	e_n [mm]	[kg/bm]
32	-	-	3	0,27
40	-	-	3,7	0,43
50	3,0	0,45	4,6	0,67
63	3,8	0,72	5,8	1,05
75	4,5	1,0	6,8	1,47
90	5,4	1,46	8,2	2,12
110	6,6	2,17	10	3,14
125	7,4	2,76	11,4	4,08
140	8,3	3,48	12,7	5,11
160	9,5	4,52	14,6	6,67
180	10,7	5,74	16,4	8,48
200	11,9	7,09	18,2	10,46
225	13,4	8,93	20,5	13,1
250*	14,8	11,1	22,7	16,3
280*	16,6	13,9	25,4	20,5
315*	18,7	17,6	28,6	25,9
355*	21,1	22,4	32,2	32,9
400*	23,7	28,3	36,3	41,7
450*	26,7	35,8	40,9	52,9
500*	29,7	44,2	45,4	65,2

*Dimenze od dn250 jsou dodávány pod obchodním názvem „Herkules“



metráž PIPELIFE PE-100RC AQUALINE RC2 RESISTANT TO CRACK 110X10 SDR 11 PN 16 ČSN EN 12201 W PAS1075 Typ2 č. šarže.. datum výroby směna.. linka č..

2. DOPRAVA, SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE

- Trubky musí při dopravě a skladování ležet na podkladu celou svou délkou, aby nedocházelo k jejich průhybům. Ložná plocha vozidel musí být bez ostrých výstupků (šrouby), podklad při skladování nesmí být kamenitý. Podložené trámkami by neměly být užší než 50 mm.
- Musí se zabránit ohybům na hranách. Pokud trubky přesahují ložnou plochu vozidla o více jak 1 metr (zvláště trubky samostatně ložené) je nutno je podepřít, protože jejich volné konce při jízdě kmitají a mohly by se poškodit (obr. 1).
- Trubky se nesmí při nakládce a vykládce shazovat z automobilů nebo tahat po ostrém šterku a jiných ostrých předmětech.
- Při manipulaci vysokozdvížnými vozíky se používají ploché, případně chráněné vidlice. Ke zvedání je nutno použít vhodné popruhy nebo nekovová lana, nevhodné jsou řetězy, ocelová lana či nechráněné kovové háčky.
- Maximální skladovací výška trubek vybalených z palet je 1,6 m, boční opěry by přitom neměly být vzdáleny přes 3 m od sebe.
- Při skladování palet ve více vrstvách musí hrany palet ležet na sobě, nesmí dojít k bodovému zatížení trubek ve spodních paletách (obr. 2). Při kamionové dopravě, kdy hrozí sesunutí palet, doporučujeme odlišný postup: horní palety se uloží dřevem na trubky ve spodní paletě. Upozorňujeme, že je to jen krátkodobé opatření!
- Trubky a tvarovky lze skladovat na volném prostranství, ale je vhodné zabránit přímému dopadu slunečních paprsků. Trubky by měly být ze skladu vydávány podle pořadí příchodu na sklad. Delší skladování na přímém slunečním světle může způsobit změnu barvy, nepůsobuje však pokles tlakové zatžitelnosti.

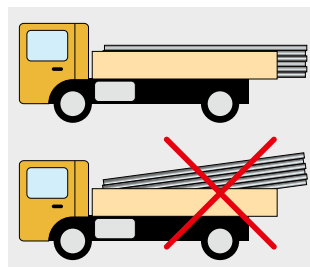
2.1. Skladovací doba trubek:

- Pokud lze jednoznačně prokázat, že trubky byly po celou dobu skladovány podle ČSN 64 0090 v prostorách bez vlivu UV záření, není omezena. Skladovací doba trubek s barevnou vrstvou je max. 2 roky.
- Mráz při běžném skladování plastovým trubkám nevádí. PE může být manipulován i v zimě až do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teplotu pro rozvíjení svitků, svačování, stlačování apod. je nutno dodržet dle doporučení v dalších bodech!
- Při skladování venku se zvláště tmavé PE trubky mohou na slunci po rychlém nerovnoměrném ohřátí prohnut (oslněná strana se prodlouží a trubka se prohne tímto směrem). Po vyrovnání teplot se vrací původní tvar.
- Výrobky musí být chráněny před stykem s rozpouštědly a před kontaminací jedovatými látkami. Ochranná víčka se mohou z trubek a tvarovek sejmout až těsně před použitím.

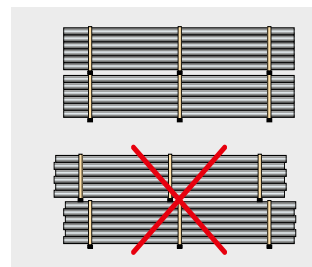
2.2. PE trubky v návětech

- Trubky v návětech se skladují nastojato, zajištěné proti pádu, nebo nalezato do výšky 1,6 m (obr. 3). Konce trubek ve stojících návětech mají směřovat dolů. V poloze nastojato nesmí návín zatěžovat konce potrubí.
- Při odvíjení z návínů je nutno dbát na bezpečnost práce, neboť uvolněný kus trubky se může vymrštit a způsobit pracovní úraz nebo věcnou škodu.

- Před rozvinováním odstraňte pásku zajišťující vnější konec trubky a pak postupně uvolňujte další vrstvy. Doporučujeme uvolnit pouze tolik potrubí, kolik je momentálně třeba. Při odstraňování vázací pásky pozor také na pohyb uvolněného konce trubek po zemi nebo jiných předmětech.
- Pro rozbalování návínů se doporučuje odvíjecí zařízení (vozik), které přidrží vnější vrstvu návínu po odstranění vázací pásky (obr. 13).
- Trubky mohou být odvíjeny pouze opačným způsobem, než jak byly navíjeny při výrobě. Není vhodné odvíjení ve spirále, kdy hrozí "zlomení" trubky (obr. 4)!
- Při odvíjení nebo rovnání, zvláště při nižších teplotách, nesmí být trubky namáhány přílišným ohybem.
- Při rozbalování návínů doporučujeme odvíjecí vozík doplnit rovnacím zařízením (obr. 5). Je velmi vhodné rozbalit je při teplotách, kdy ještě nejsou příliš tuhé.
- Musí-li se přesto rozvinovat za nízkých teplot, doporučujeme náviny skladovat v temperované místnosti alespoň 24 hodin, nebo nahřát na $20\text{ až }30\text{ }^{\circ}\text{C}$ horkým vzduchem či párou o teplotě max. $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. PE je špatný vodič tepla, takže temperace, zvláště při větší tloušťce stěny může trvat mnoho hodin. Pro urychlení lze použít ventilátor.
- Po oddělení části potrubí se na zbývající část potrubí znovu nasadí zátky a zkontroluje, zda nedošlo k poškození trubky.



Obr. 1



Obr. 2



Umístění podpěr (šířka min 5 cm)

Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

Upozornění:

Polyetylenové trubky (včetně AQUALINE ROBUST) průměrů od 75 mm včetně, v rozměrových řadách SDR 17 a vyšších, dodávané v návinech, vykazují odchylku od kruhového tvaru. Tento fyzikální jev nelze při výrobě odstranit, pokud mají být náviny transportovatelné běžnými dopravními prostředky. Ovalitu trubek z návínů proto norma nestanovuje a odkazuje na eventuální dohodu mezi výrobcem a zákazníkem.

Nekruhovost lze zčásti odstranit pouhým rozvinutím trubek za běžné teploty cca 24 hodin před spojováním nebo upnutím v zakruhovacích svěrkách. Při svařování je nutno vždy použít zakruhovací svěrky a dodržet dobu nutnou k chladnutí materiálu. Kvůli velkému napětí ve stěně trubek vykazují náviny SDR 17 (s ochranným pláštěm i bez něj) rovněž velmi silný sklon ke "zlomení" trubek, zvláště ve vnitřních vrstvách. Výrobky opouští náš závod po dokonalé kontrole, která poškozené náviny vyřazuje. To však nevylučuje možnost zlomení během dopravy, dalšího skladování a manipulace na stavbě.

V místě zlomu došlo k přetížení trubky, jež při dalším použití může vést až k jejímu selhání. Proto doporučujeme, bez ohledu na to, zda lze při rozvinutí náviny trubku vrátit do kruhového tvaru či nikoliv, poškozenou část ve vzdálenosti alespoň tří průměrů trubky na obě strany od zlomu vyřezat a potrubí svařit nebo spojit mechanickou spojkou. Vyřezání je nutné i u RC trubek.

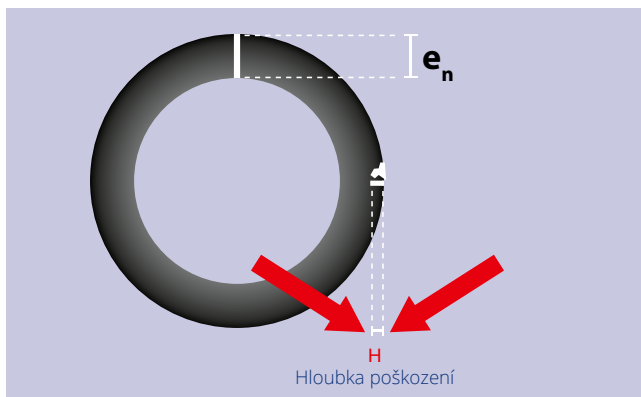
Prosíme naše zákazníky, aby s uvedenými jevy při objednávkách a použití počítali.

2.3. Řezání trubek

K dělení trubek z PE se používají řezáky s dělicími kolečky nebo nůžky na trubky. Pro hrubé řezání lze použít pilku na kov nebo dřevo s jemnými zuby. Při strojním řezání PE je doporučena řezná rychlost pilového kotouče zhruba 35 m/s, rozteč zubů cca 6 mm. Vzniklé otřepy se musí odstranit.

2.4. Dovolené poškození HDPE trubek

Životnost trubek platí pro nepoškozené trubky resp. trubky, jejichž stěna je lokálně poškozena max. do hloubky dle následujícího příkladu. Při menším rozsahu poškození doporučujeme vadnou část trubky odřezat, jinak musí zákazník v závislosti na rozsahu poškození počítat se snížením provozní bezpečnosti.



Typ trubky	HLOUBKA POŠKOZENÍ H
PE 100 obsyp pískem	max. 10 % tloušťky stěny
AQUALINE RC1 a RC2 obsyp pískem	max. 15 % tloušťky stěny
AQUALINE RC1 a RC2 jiný obsyp	max. 10 % tloušťky stěny

3. SPOJOVÁNÍ

3.1. Spojování svěrnými spojkami

Výhodou je možnost kombinace různých SDR, případně i materiálů. Svěrné spojky mohou být kovové nebo plastové, výhodné bývá rozebíratelné provedení. Správně instalované spojení má stejnou nebo vyšší pevnost v tahu, než samotné spojované trubky. Velmi důležitá je čistota komponentů. Pro správné spojení je nezbytné **označit si hloubku zasunutí** (fixem, tužkou, nikdy ostrým předmětem!). Pokud trubka bude zasunuta málo, může spoj vykazovat velkou tahovou pevnost, nemusí však těsnit.

3.2. Svařování trubek z PE

- Lze svařovat natupo nebo elektrotvarovkami, výjimečně se používá svařování polyfúzní (nátrubkové svařování).
- Svařovat lze PE materiály, jejichž index toku taveniny (MFI, 190/50N, podle ISO 4440), leží mezi 0,2 - 1,3 g/10 min.
- **Vzájemné svařování trubek a tvarovek z PE 80, PE 100 a PE 100RC není nijak omezeno.**
- Nelze vzájemně svařit trubky nebo tvarovky z lineárního (HDPE, IPE) a z rozvětveného polyetylénu (LDPE, rPE, PE 40).
- **Malá pomůcka pro praxi: rPE (PE 40) má pro stejný tlak podstatně větší tloušťku stěny než HDPE.**
- Pro spojení nesvařitelných trubek HDPE a LDPE použijte výhradně mechanické spojky. Podobně i v případě Vašich pochybností o materiálu jednotlivých spojovaných PE trubek nebo tvarovek.
- **Nelze svařovat polyetylén s polypropylénem a jinými plasty.**
- Svařovat smí jen pracovníci s platným svářecím průkazem pro svařování plastů příslušnou technologií, musí dodržet předepsané postupy a kontroly. (Podmínka platnosti záruky).
- Před každým svařováním je nutno zkontrolovat stav (čistotu, hloubku poškození stěny atd.) trubek, tvarovek i použitého zařízení!
- Při svařování v odlehklých místech je potřebný generátor elektrického proudu o dostatečném výkonu.

3.3. Svařování elektrotvarovkami

Elektrotvarovka je přesuvné hrdlo, opatřené topnou spirálou jako zdrojem tepla nutného pro svařování. Po přivedení energie je dosažena svařovací teplota trubek i tvarovky a vytvoří se nutný spojovací tlak. Použijí se tvarovky, určené pro daný SDR.

Svářečky musí svými parametry odpovídat použitým tvarovkám, svářeči se musí řídit postupy jejich výrobce a dodržet pokyny výrobce tvarovky.

Elektrotvarovky nesmí být používány ke svařování trubek s tloušťkou stěny pod 3 mm, v oblasti svaru nesmí být povrchové poškození nebo např. detekční vodič (platí i pro navařovací sedlové odbočky).

Příprava ke svařování

- V oblasti svaru nesmí nekruhovitost (ovalita) trubky překročit 1,5 % (maximálně však 3 mm), jinak je nutné použít zakruhovací přípravek.
- Trubky určené ke spojení musí být řezány kolmo k podélné ose a zbaveny otřepů, ostré hrany mírně zaobleny.

- Trubka musí mít v oblasti, která bude ve styku s plochou topné spirály, průměr rovný jmenovitému. Pokud jsou konce trub v důsledku povýrobního smrštění materiálu menší, musí se trubka přiměřeně zkrátit, nejlépe o celou smrštěnou část (obr. 7). Pozor na trubky, které se při zatahování „protáhly“!
- Elektrotvarovkou lze spojovat i trubky o různých tloušťkách stěn (nad 3 mm, viz výše).
- Podmínkou dobrého svaření je absolutní čistota trubky i tvarovky. Před svařováním je nutno zbavit povrch konců trubek oxidované vrstvičky polymeru za pomoci škrabky (nejlépe rotační), a to v délce větší než je zásuvná délka tvarovek.
- V případě znečištění, nebo je-li to předepsáno, je nutno očistit i vnitřní povrch tvarovky (čisticí přípravek Tangit).
- Tvarovka musí jít nasadit na trubku bez vůle, ale bez použití násilí, její přípojovací svorky musí být čisté a nepoškozené.
- Hloubku zasunutí je nutno označit.
- Musí se zamezit vzájemnému pohybu svařovaných dílů (svorky, přídržná zařízení).

Svařování

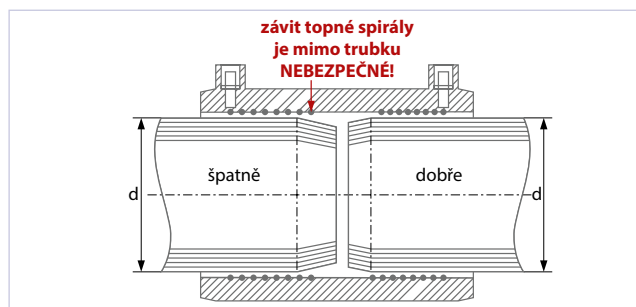
- Po nasazení elektrotvarovky na konce trubek se její kontakty spojí se svářečkou tak, aby kabely nebo svorky nebyly neúměrně namáhány.
- Svařovací data odečte svařovací aparát samočinně (sejmutí čárového kódu), eventuálně musí být ručně nastavena. Při použití svářečky se řiďte návodem k obsluze.
- Svařování probíhá po spuštění automaticky až do skončení procesu, přístroj obvykle udává svařovací dobu. Pokud není přístrojem registrována automaticky, zaznamená se do protokolu o svaru.
- Spoj lze mechanicky namáhat až po důkladném ochlazení svaru podle předpisů pro konkrétní tvarovku.
- Vzhledová kontrola správného provedení se zaměřuje na zjištění, zda svar je čistý, rovnoměrný, a zda tvar svaru (přetoky) a především indikátory tvarovky dokazují vyvinutí svařovacího tlaku (obr. 8).

3.4. Svařování na tupo

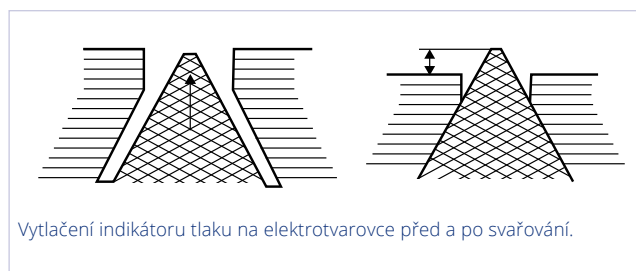
- Svařovat lze pouze trubky se stejnou tloušťkou stěny. Trubky SDR 17 a 17,6 lze navzájem svařovat, klade to však vyšší nároky na kontrolu souososti.
- Před svařováním je nutno zkontrolovat kruhovitost (zvláště u trubek dodávaných v návinech). Náviny je vhodné předem rozvinout, aby část deformace vyrelaxovala, případně trubku ještě zakruhovat (co nejbližší místa svaru) pomocí svěrky. Pro svařování lze použít jen svařovací zařízení, které má platný doklad o ověřené funkčnosti.
- Upínací zařízení je nutno použít vždy, nesmí poškodit povrch trubky, posuv trubky nesmí váznout. Při obsluze je nutno dodržovat pokyny výrobce svářečky.
- Svařování smí provádět pouze osoby s platným svářečským průkazem pro tuto technologii, o jednotlivých svařích je nutno vést evidenci minimálně v rozsahu: č. svaru a datum jeho provedení, identifikace svařovaných dílů (druh, rozměr, výrobce, tlaková řada), identifikace svářeče, identifikace svařovacího aparátu, podmínky svařování.

Příprava ke svařování

- Svařované díly musí být při svařování i chlazení souosé, s maximálním přesazením do jedné desetiny tloušťky stěny trubky (X_1 na obr. 9).
- Čela trubek musí být seříznuta tak, aby maximální šíře případné štěrbiny (X_2 na Obr. 16) mezi konci trubek opírajících se o sebe byla **do 0,5 mm, u trubek nad 400 mm do 1 mm**.
- Hoblování je provedeno správně, pokud je na obou koncích trubek docíleno souvislého pásku (hobliny). Svařování provádějte těsně po opracování ploch.
- Konce trubek musí být čisté, zbavené sebemenší mastnoty, otřepů a třísek. Nesmí se rosit. Nedotýkat se svařované plochy ani rukama!
- Pro čištění použijte tovární čisticí kapaliny (např. Tangit) nebo směs 1% metyletylketonu a 99% etylalkoholu, nelze použít benzín, denaturovaný líh ani silně jedovatý metylalkohol (metanol). Čisticí savá rouška (šáteček) nesmí pouštět vlákna ani barvu, nesmí se používat opakovaně.
- Teplota svařovacího zrcadla musí být ustálena alespoň po dobu 10 minut, rovnoměrná v rozmezí 200 – 220 °C (v závislosti na síle stěny viz graf 3). Při nižších teplotách a silnějším pohybu vzduchu je nutno teplotu kontrolovat častěji (měří se v ploše zrcadla, která se při ohřevu dotýká stěny trubky).

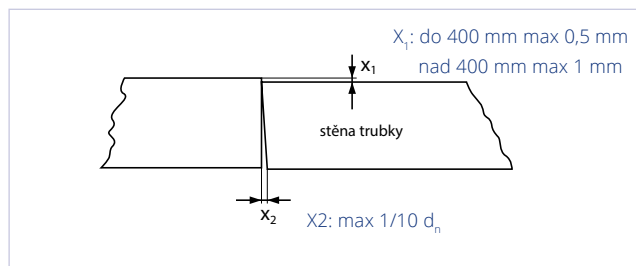


Obr. 7



Vytlačení indikátoru tlaku na elektrotvarovce před a po svařování.

Obr. 8



Obr. 9

- Před svařováním se podle návodu konkrétní svářečky zjistí síla, nutná k překonání pasivního odporu k posuvu trubek (F_0) a stanoví se celková použitá síla F . Ta je součtem F_0 a síly přitlačné F_p .
- Síla F_p potřebná k srovnání a spojení konců trubek je dána předepsaným tlakem 0,15 MPa (= 0,15 N/mm² = 150 kPa). Potřebné údaje je nutno dosazovat a kontrolovat podle jednotek použitých svařovacím zařízením. Pro konkrétní trubku se síla F_p vypočítá podle plochy spoje S .

$$F = F_0 + F_p$$

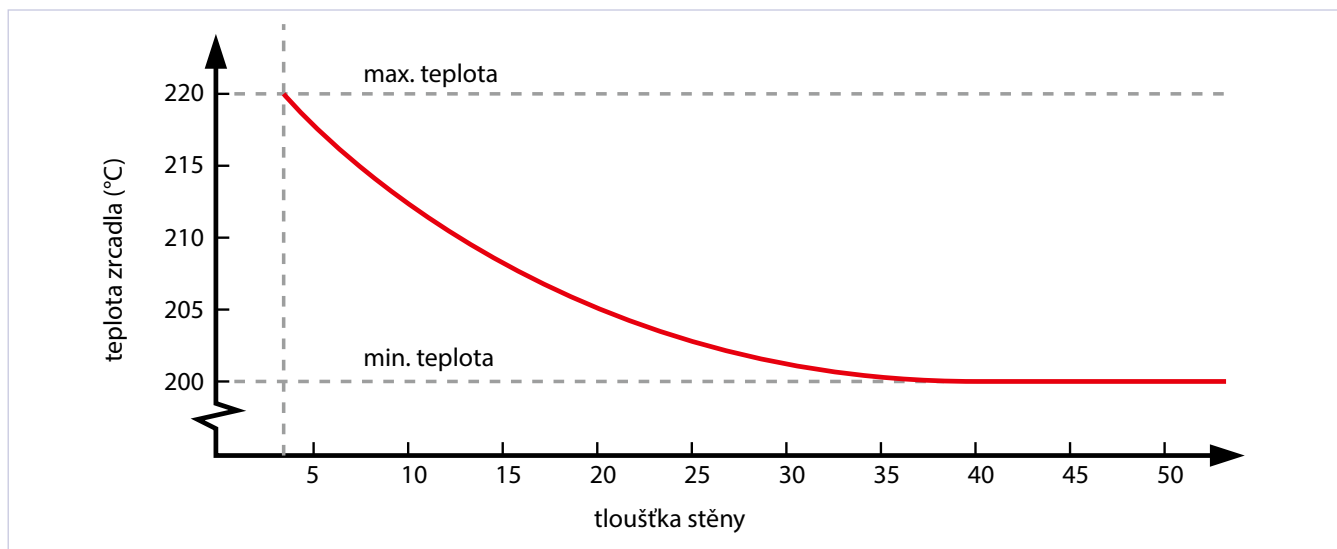
$$F_p = 0,15 \cdot S \text{ [N]}$$

S = velikost svařované plochy v mm²

$$S = \pi (d_n^2 - d^2) / 4$$

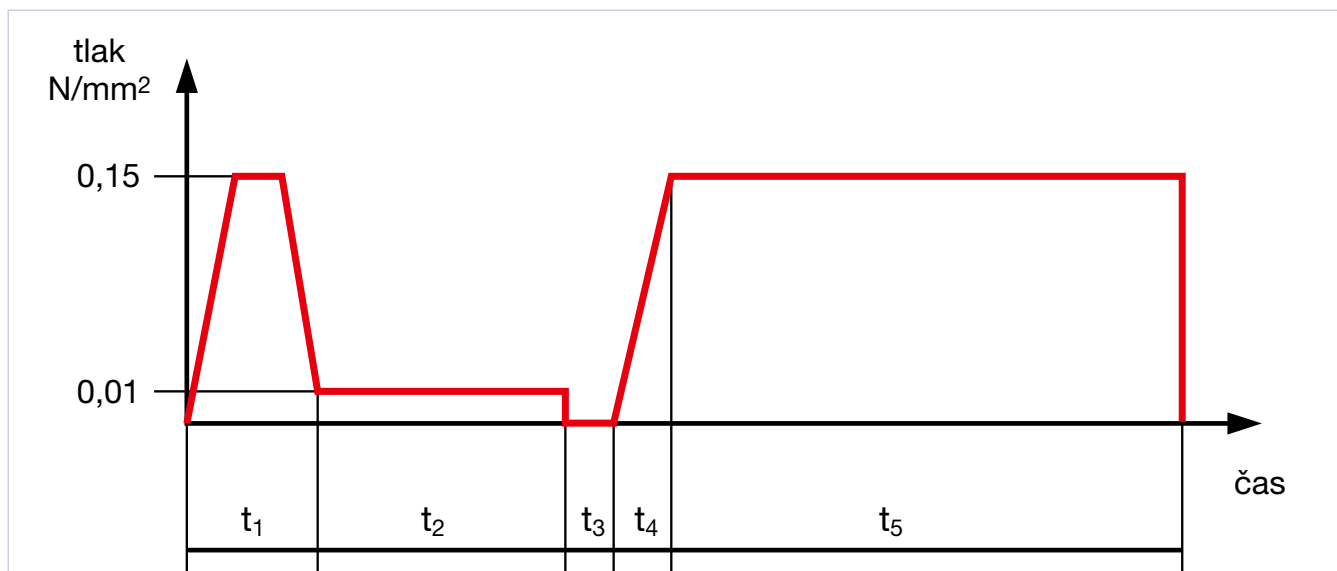
d_n – vnější průměr trubky [mm]
 d – vnitřní průměr trubky [mm]

Nastavení teploty zrcadla dle tloušťky stěny



Graf 3

Svařování na tupo má několik fází:



Graf 4

	t_1 doba srovnávací: srovnávání okrajů a tvorba výronku (svarového nákrůžku)	t_2 doba ohřevu: čas pro nahřátí materiálu při minimálním tlaku	t_3 doba nutná k přestavení svářecího zrcadla	t_4 fáze náběhu spojovacího tlaku	t_5 doba chlazení při předepsaném tlaku
Tlak [N/mm ²]*	0,15*	minimální (0,01)*			0,15 (0,14 – 0,16)*
Tloušťka stěny trubky	výška svarového nákrůžku k na konci t_1	$t_2 = 10 \times e_n$ ($e_n =$ tl. stěny)	(max. doba)		(min. hodnoty)
[mm]	[mm]	[s]	[s]	[s]	[min]
do 4,5	0,5	do 45	5	5	6
4,5...7	1,0	45...70	5...6	5...6	6...10
7...12	1,5	70...120	6...8	6...8	10...16
12...19	2,0	120...190	8...10	8...11	16...24
19...26	2,5	190...260	10...12	11...14	24...32
26...37	3,0	260...370	12...16	14...19	32...45
37...60	3,5	370...500	16...20	19...25	45...60
50...70	4,0	500...700	20...25	25...35	60...80

* Pro konkrétní trubku nutno vynásobit velikostí svařované plochy S , viz. tabulka 2

Stykové plochy a svařovací síly PE trubek pro t_1 a t_5 (Trubky podle ČSN EN 12 201)

SDR	d_n [mm]	Tloušťka stěny e_n [mm]	Plocha S [mm ²]	Svař. síla [N/mm ²]
SDR 17	32	2	223	33
	40	2,4	349	52
	50	3	551	83
	63	3,8	827	124
	75	4,5	1 180	177
	90	5,4	1 434	215
	110	6,6	2 143	321
	125	7,4	2 733	410
	140	8,3	3 432	515
	160	9,5	4 489	673
	180	10,7	5 688	853
	200	11,9	7 029	1 054
	225	13,4	8 903	1 335
	250	14,8	10 930	1 640
	280	16,6	13 729	2 059
	315	18,7	17 398	2 610
355	21,1	22 122	3 318	
400	23,7	28 003	4 201	
SDR 11	32	3	273	41
	40	3,7	422	63
	50	4,6	656	98
	63	5,8	1 042	156
	75	6,8	1 456	218
	90	8,2	2 106	316
	110	10	3 140	471
	125	11,4	4 066	610
	140	12,7	5 076	761
	160	14,6	6 666	1 000
	180	16,4	8 425	1 264
	200	18,2	10 390	1 558
	225	20,5	13 164	1 975
	250	22,7	16 201	2 430
	280	25,4	20 306	3 046
	315	28,6	25 720	3 858
355	32,2	32 638	4 896	
400	36,3	41 455	6 218	

Tabulka 2

Průběh svařování

- Na svařovací zrcadlo se po nahřátí na stanovenou teplotu přitisknou konce trubek vypočtenou silou (tlakem), až přiléhají po celém obvodu. V místě spoje se vytvoří stejnoměrný svarový nákrůžek (výronek) o výšce **k** podle tabulky č. 1 a obrázku 10.
- Po uplynutí tabelované doby srovnávání t_1 se tlak sníží na 0,01 N/mm² a místo spoje se prohřívá po dobu uvedenou v tabulce (doba ohřevu t_2).
- Doba přestavení t_3 má značný vliv na kvalitu spojení. Rychle se vyjme zrcadlo ze svaru tak, aby nedošlo k poškození či znečištění povrchu trubek.
- Svařované konce se rychle přesunou k sobě, ovšem vlastní spojení obou svařovaných konců se musí dít co nejmenší (skoro nulovou) rovnoměrnou rychlostí (doba se počítá od okamžiku oddálení zrcadla od svařovaných ploch do doby jejich prvního dotyku). Doba přestavení v žádném případě neprodlužovat!
- Po spojení konců trubek se během doby náběhu t_4 vyvine potřebná svařovací síla 0,14 – 0,16 N/mm² (viz tabulka č. 1 a 2) a svar se ponechá za jejího stálého udržování ochlazovat po dobu t_5 (chráněno před přímým sluncem).
- Náběh teploty pokud možno zkrátte na minimum.
- Z upínacího zařízení je možno trubky uvolnit teprve po uplynutí doby chlazení.

Zkrácení doby t_5 až na 50 % je možné, pokud:

1. svařování probíhá v dílenských podmínkách
2. vyjmutí svařené části ze svářečky a její přechodné uložení způsobí jen minimální namáhání
3. tloušťka stěny trubky >15 mm

Plné zatěžování je možné vždy až po uplynutí doby t_5 .

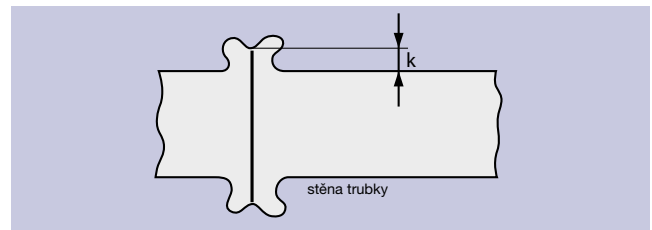
Vizuální vyhodnocení svaru

Pro posouzení správně provedeného svaru slouží vytvoření rovnoměrného svarového nákrůžku po celém obvodu svaru.

Při svařování různých druhů materiálu (PE 100 a PE 80) jeho výška a tvar nemusí být shodný na obou svařovaných částech.

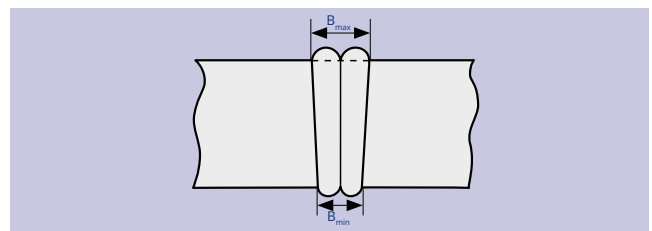
Série stejných svarů má mít stejný vzhled. Svarový nákrůžek musí být ve všech místech svaru vytlačen nad povrch trubky (hodnota **k** podle obr. 10 musí být větší než nula). Šířka svarového nákrůžku **B** musí být po obvodu stejná, viz příklad vady svaru na obr. 11. Barva svařeného materiálu se nesmí lišit od barvy materiálu původního.

Ve svarovém nákrůžku nesmí být póry (bubliny, lunkry), nehomogeneity jakéhokoliv druhu (nečistoty) ani praskliny, svar nesmí vykazovat přesazení trubek větší jak desetina tloušťky stěny. Nepřipouští se ostré zářezy v prohlubni výronku. Povrch trubky v okolí svaru nesmí být nadměrně poškozen (upínacím zařízením apod.).



Výška svarového nákrůžku

Obr. 10



Nerovnoměrný svarový nákrůžek

Obr. 11

4. POKLÁDKA TRUBEK DO ZEMĚ

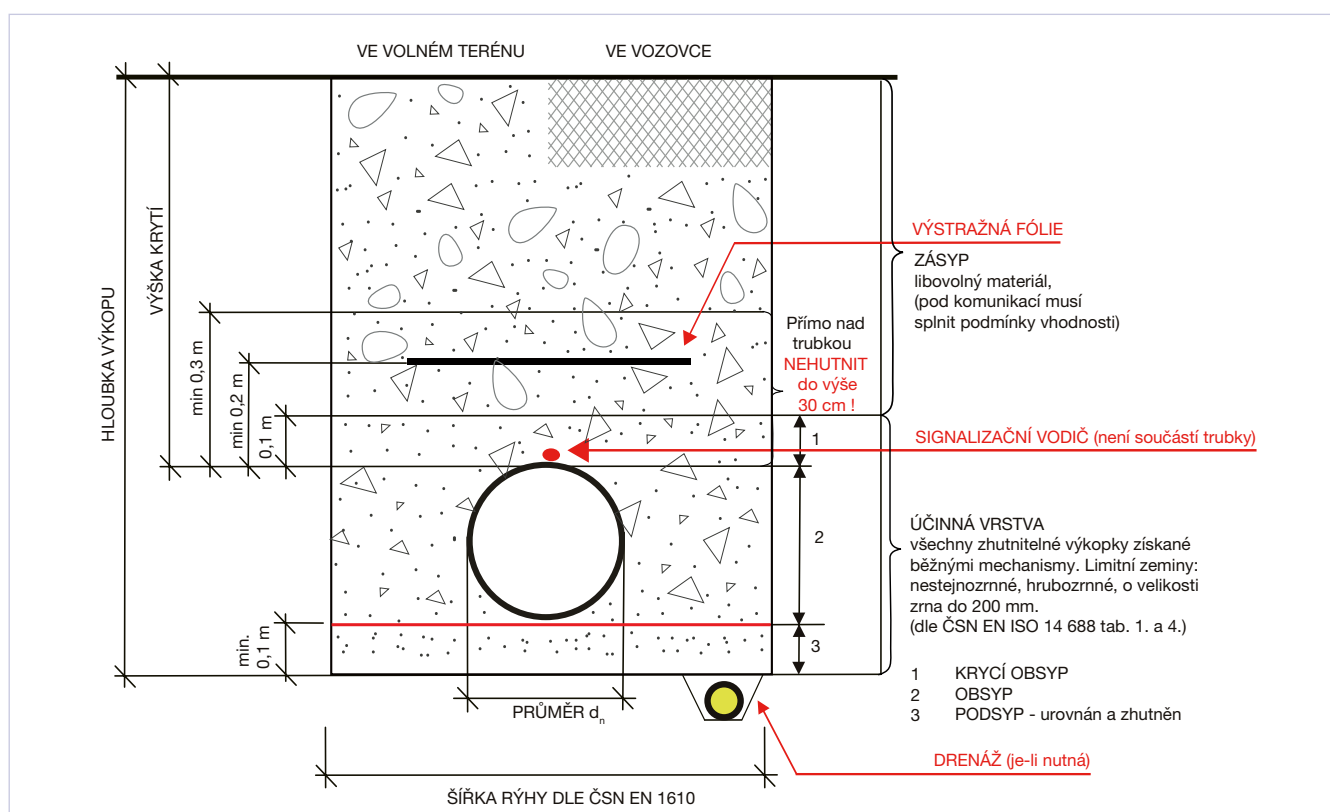
Pokládku smí provádět pouze osoby splňující podmínky odborné způsobilosti. Musí dodržovat pravidla pro manipulaci popsaná v příslušné kapitole tohoto technického listu. Smí přitom použít pouze trubky, které nepřekročily dovolenou skladovací dobu ani dovolený rozsah poškození. Je nutno kontrolovat rovněž čistotu trubek.

Dovolená zrnitost obsypové zeminy

Trubky lze použít pro pokládku do hutitelných nestejnzrnných zemín s částicemi do 200 mm, vždy s ohledem na zachování funkčnosti systému.



Schéma uložení potrubí AQUALINE RC2 ve výkopu



Změny směru potrubí, poloměry ohybu

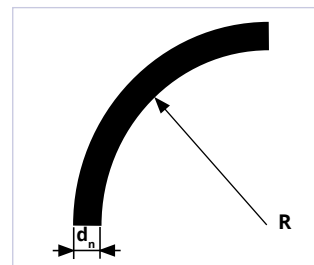
Ke změně směru se používají příslušné tvarovky. Není dovoleno provádět na stavbě tvarování trubek za tepla (obr. 12). Velká pružnost PE však dovoluje provést změnu směru nebo kopírovat terén tvorbou oblouků o poloměru R, pro který v závislosti na teplotě potrubí při pokládce platí hodnoty dle tabulky níže (nezávisle na tlakové řadě trubky).

Vhodně provedený výkop může tedy znamenat materiálovou i časovou úsporu.

Pro svařované spoje (s výjimkou použití segmentově svařených tvarovek) a mechanicky spojené PE trubky není nutno při změně směru používat betonové bloky nebo pojistky.



Obr. 12



Obr. 13

Teplota	20 °C	10 °C	0 °C
Poloměr oblouku R	$20 \times d_n$	$35 \times d_n$	$50 \times d_n$

Umístění a hloubka výkopu

Při pokládce je nutno dodržet požadavky ČSN EN 805 na vzdálenost od konstrukcí a kabelů a na další ochranná pásma.

Trubky pro dopravu pitné vody se ukládají do nezámrazné hloubky s přihlédnutím k tab. B1 změny Z4 ČSN 73 6005:

- v chodníku a ve volném terénu mimo zástavbu minimálně 1,00 až 1,60 m dle místních podmínek, m. j. dle druhu a vlastností zeminy.
- ve vozovce min. 1,5 m.

U mělkých uložení je potřeba provést opatření proti zamrznutí vodovodu (izolace nenavlhavým materiálem, topné kabely apod.). Při podélném sklonu přes 15 % je třeba posoudit kotvení potrubí v závislosti na geologických poměrech staveniště.

Šířka výkopu

Šířka výkopu je vzdálenost stěn výkopu nebo pažení. Musí umožnit bezpečnou manipulaci s trubkou, její bezpečné spojení a hutnění zeminy v okolí trubky, které odpovídá podmínkám a účelu použití. Doporučená minimální šířka výkopu závisí na průměru potrubí a hloubce výkopu. Hodnoty podle TNI CEN/TR 1046 (odpovídají i ČSN EN 1610) jsou uvedeny v tabulkách 3 a 4. Potrubí se ukládá do středu výkopu.

d_n [mm]	minimální šířka výkopu $d_n + x$		
	výkop s pažením	výkop nepažený	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	$d_n + 0,40$	$d_n + 0,40$	
> 225 až ≤ 350	$d_n + 0,50$	$d_n + 0,50$	$d_n + 0,40$
> 350 až ≤ 700	$d_n + 0,70$	$d_n + 0,70$	$d_n + 0,40$

d_n – vnější průměr trubky v m

β – úhel nepažené stěny výkopu

Nejmenší pracovní vzdálenost mezi stěnou trubky a stěnou výkopu (pažením) je $x/2$

Tabulka 3

Minimální šířka výkopu v závislosti na hloubce výkopu

hloubka rýhy [m]	minimální šířka [m]
$> 1,00$	není předepsána
$\geq 1,00$ až $\leq 1,75$	0,80
$> 1,75$ až $\leq 4,00$	0,90
$> 4,00$	1,00

Tabulka 4

Účinná vrstva

Účinná vrstva (UV) je zemina pod trubkou (viz podloží trubek) a do 15 cm nad horní okraj trubky (viz schematické řezy uložení). Násyp a hutnění se provádí po vrstvách, vždy po obou stranách trubky. U trubek od průměru 110 mm a výše se hutní ručně nebo lehkou hutnicí technikou. Přímou nad trubkou se do výše 30 cm nehutní. Potřebné zhutnění je zajištěno nepřímo - hutněním po stranách trubky.

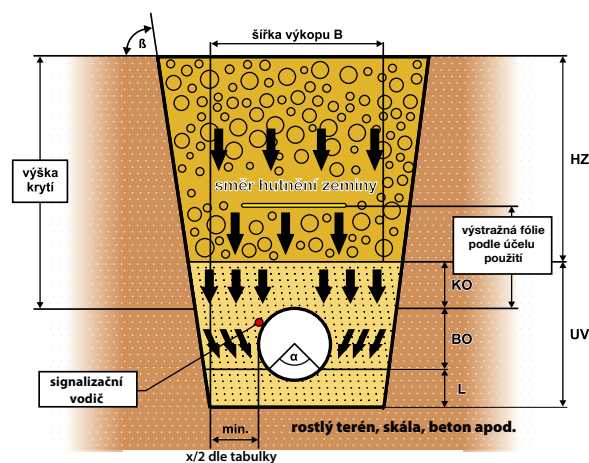
Při hutnění se potrubí nesmí výškově nebo stranově posunout. Podle místa a účelu použití má projektant předepsat v účinné vrstvě minimální stupeň hutnění dle Proctora D_{pr} - pro zelené plochy cca 90 %, pro pojezděné plochy 98 %.

V účinné vrstvě se potrubí obsypává zeminou dovolené zrnitosti, tzn. hutnitelnou nestejnou s částicemi do 200 mm.

Není-li uvedeno jinak, platí další pravidla pokládky, včetně použití urovaného lože.

Podloží trubek

- Lože musí zajistit předepsaný spád potrubí.
- Trubky se nesmí klást na zmraženou zeminu. Musí na terénu ležet v celé délce, bez bodových styků na výčnělcích horniny nebo na hrdlech - u mechanických tvarovek nebo elektrotvarovek se vytvoří montážní jamky. Úhel uložení, tj. styku s ložem, má být větší jak 90° (alespoň 1/4 obvodu).
- Trubky nelze pokládat přímo na beton (betonovou desku, pražce, jiné pevné povrchy); pokud se deska použije (např. v neúnosných zeminách), musí se na ní vytvořit výše popsané lože L.



Uložení potrubí ve výkopu, hutnění:

- B** šířka výkopu
- α** úhel uložení potrubí
- β** sklon stěny výkopu
- HZ** horní zásyp
- KO** krycí zásyp
- BO** boční zásyp
- UV** účinná vrstva
- L** lože trubky

Obsyp potrubí

Použije se zemina odpovídající specifikaci pro účinnou vrstvu a daný druh potrubí. Sype se z přiměřené výšky, aby nedošlo k poškození či pohybu potrubí.

Pro všechny trubky včetně RC platí, že v okolí trubky nesmí vzniknout dutiny. Pro zásyp nelze použít materiály, které mohou během doby měnit objem nebo konzistenci – zeminu obsahující kusy dřeva, led, organické či rozpustné materiály, zeminu smíchanou se sněhem nebo kusy zmrzlé zeminy.

Výkopek nevhodný pro zásyp se musí nahradit vhodnou zeminou. Má-li být pro zásyp použita vytěžená soudržná zemina, musí se chránit před navlhnutím.

Poznámka: Vodovodní potrubí nesmí procházet zeminou kontaminovanou organickými látkami a jedy. Takovou zeminu nelze v obsypech použít.

Při výskytu podzemních vod se musí zabránit vyplavování zeminy. Výkop musí být při pokládce bez vody; pokud jsou použity drenáže, je nutno po skončení prací zrušit jejich funkci.

Zabraňte zbytečnému zatěžování trubek na stavbě, např. pojižděním nedostatečně zasypaného potrubí vozidly (obr. 14).

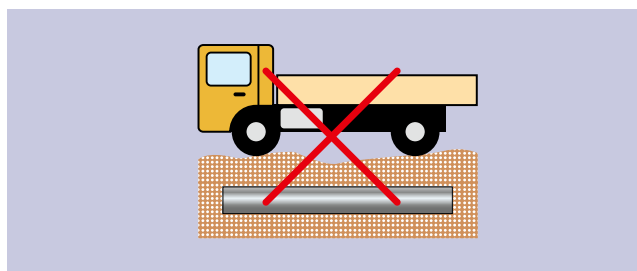
Podle ČSN 73 6006 (8/2003) má potrubí být označeno **výstražnou fólií** ve vzdálenosti nejméně 20 cm nad vrcholem trubky:

Vodovod - fólie bílá

Kanalizace - fólie šedivá

Horní zásyp potrubí

Použije se materiál a způsob hutnění, který odpovídá použití dané plochy. Od 30 cm krytí lze hutnit i nad trubkou.



Obr. 14

Kotvení potrubí a armatur

PE potrubí většinou nevyžaduje jištění ohybů a spojů proti posuvu (s výjimkou segmentově svařených tvarovek). Při pokládce ve strmém svahu však je možno zvážit i ve výkopu kotvení trubek k podloží, pokud - například při odplavení zeminy - mohou být zatíženy nepředpokládanými silami (hmotnost potrubí, zeminy apod.).

Armatury a litinové tvarovky je nutno zabudovat tak, aby jejich hmotností nebo silou potřebnou pro jejich obsluhu nebylo potrubí zbytečně namáháno. Doporučuje se fixace armatur „pevným bodem“, tj. použitím betonového bloku a podobně.

Pokládka tvarovek a RC trubek ve výkopu

Pro obsyp tvarovek se používá u všech druhů potrubí písek, pokud dodavatel tvarovky nestanoví jinak. Obsyp má přesahovat tvarovku o min. 20 cm na každou stranu, tj. jeho minimální délka je cca 50 cm.

5. BEZVÝKOPOVÁ POKLÁDKA

Současný trend – rychlost a efektivita – stále více vede při realizaci nových nebo rekonstrukci stávajících sítí k využití tzv. bezvýkopových technologií. Odpadají tak vysoké náklady na výkopy a na omezení silničního provozu. Trubky lze použít pro méně náročné bezvýkopové technologie.

Ve velmi nepříznivých podmínkách je i u „šetrných“ technologií (relining, frézování, řízené mikrotunelování) nutno zvážit míru rizika a případně použít trubky s ochranným pláštěm.

U protlaků je riziko závislé na konkrétních podmínkách, o použití rozhoduje projektant. Berstlining představuje nejvyšší riziko poškození trubek, použít lze **pouze trubky s ochranným pláštěm**.

METODA Typ trubky	DRUH TRUBEK		
	PE 100	AQUALINE RC1 AQUALINE RC2	AQUALINE ROBUST
Pokládka do výkopu „písková“	✓	✓	✓
Pokládka do výkopu (max. ø zrna 200 mm)	x	✓	✓
Pokládka do výkopu bez omezení zrnitosti	x	x	✓
Relining trub s hladkým vnitřním povrchem	✓	✓	✓
Relining trub uvnitř nespecifikovaných	x	✓/ x	✓
Pluhování	x	✓	✓
Frézování	x	✓	✓
Řízené podvrty	x	✓/ x	✓
Burstlining (berstlining)	x	x	✓



vhodné pro pokládku touto metodou



není vhodné pro pokládku touto metodou



Místní podmínky mohou vyžadovat použití typu ROBUST

Zatahování trubek, zatahovací síly

Při zatahování je nutno kontinuálně sledovat a zaznamenávat zatahovací sílu, která prokazatelně nesmí překročit maximální povolenou hodnotu F_{max} . Hodnota je vztažena na plochu zatahovaného potrubí (průřez) a max.dovolené napětí pro daný typ materiálu:

$$F_{max} \leq S \cdot \sigma$$

S = velikost zatahované plochy v mm²

$$S = \pi (d_n^2 - d^2) / 4$$

d_n – vnější průměr trubky [mm]

d – vnitřní průměr trubky [mm]

σ pro PE100 RC = 10 MPa (MRS)

Zatahovací síly jsou shodné pro všechny druhy PE 100 trubek včetně provedení ROBUST, tj. s ochranným pláštěm, a jsou závislé na dalších faktorech, jako je např. teplota a stanovený bezpečnostní koeficient. Max. zatahovací síly pro materiál PE100 RC jsou pro teplotu 20°C a bezpečnostní koeficient K=1,25 uvedeny v tabulce 10.

Životnost trubky se nesnižuje, dojde-li při pokládce nebo během použití k protažení o celkové hodnotě max. 5 % (poklesy terénu a poddolovaná území, v ohybech).

Zatahovací síly trubek HDPE pro MRS 10, K=1,25

d_n [mm]	SDR 17 [kN]	SDR 11 [kN]
25	-	1,3
32	1,5	2,2
40	2,3	3,4
50	3,5	5,2
63	5,7	8,3
75	8,0	11,6
90	11,5	16,8
110	17,1	25,1
125	21,9	32,5
140	27,5	40,6
160	35,9	53,3
180	45,5	67,4
200	56,2	83,1
225	71,2	105,3
250	87,4	129,6
280	109,8	162,4
315	139,2	205,8
355	177,0	261,1
400	224,0	331,6